

Riikliku
keskkonnaseire
alamprogramm

Sademetekemia uuringud

Tallinn 2005

Lepingu nr: raamleping 1-5/250
Lisa 3 raamlepingule M 13-6-2004/300

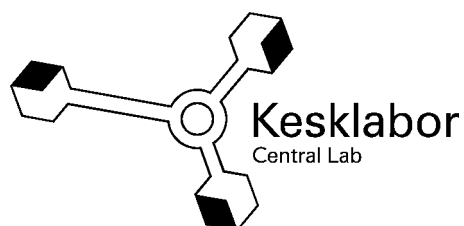
Tööde algus:
01.01.2004

Tööde lõpp:
31.12.2004

Enn Otsa
Juhatuse esimees

Margus Kört
Programmi vastutav täitja

Katrin Pajuste
Aruande koostaja



Annotatsioon

*Riikliku keskkonnaseire programm
Õhuseire alamprogramm
Sademete keemia allprogramm*

Käesolev aruanne kirjeldab 2004. aastal sademete seire raames saadud tulemusi. Saasteainete territoriaalse leviku hindamiseks on 18 seirejaama mõõtmistulemuste põhjal koostatud saasteainete sadenemiskoormuste kaardid.

Sademete keemia programmi raames mõõdetakse järgmisi parameetreid: sademete hulk, pH, elektrijuhtivus, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cd, Cu, Pb, Zn ja Hg.

Saastetasemete analüüs näitab, et sademed on happelisemad Lõuna-Eestis ja aluselised Põhja-Eestis. Lõuna-Eesti kõrgeenenud saastetaseme kujunemisel võib oluline osa olla saasteainete kaugkandel. Lokaalsed allikad domineerivad Kirde-Eestis ja Tallinna ümbruses.

Pikaajalistest suundumustest on märkimisväärsem saastetaseme vähenemine Kirde-Eestis, mille põhjuseid tuleb otsida puhastusseadmete uuendamisest ja tootmise vähendamisest. Saastekoormused on kahanenud mitmeid kordi, Kundas isegi kuni 10 korda.

Annotation

*National Environmental Monitoring Program
Air Quality Monitoring
Monitoring of Precipitation Chemistry*

The yearly report gives a brief summary of precipitation chemistry monitoring on the territory of Estonia. The description of precipitation chemistry networks, sampling and analytical methods is given.

Chemical composition - pH, conductivity, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , and heavy metals (Cd, Cu, Pb, Zn, Hg)- was analysed in monthly samples of bulk precipitation at 18 stations during year 2003.

Results show that precipitation are acidic in South-Estonia, alkaline precipitation are common in North-Estonia.

Till present, the most polluted region is Northern Estonia where bigger cities and heavier polluters like power plants, oil shale mines, chemical industries and a cement factory in Kunda are situated. The long-term trends are remarkable in Kunda where during 1994-2003 concentration of ions dropped up to ten times. The reasons of observed drop are probably renovation of nearby situated purification furnaces of Kunda cement factory, and drop of electricity production.

Analysis of concentration levels and distribution in remote areas shows that contribution from long range transport of pollutants may play significant part in formation of pollution level.

Sisukord

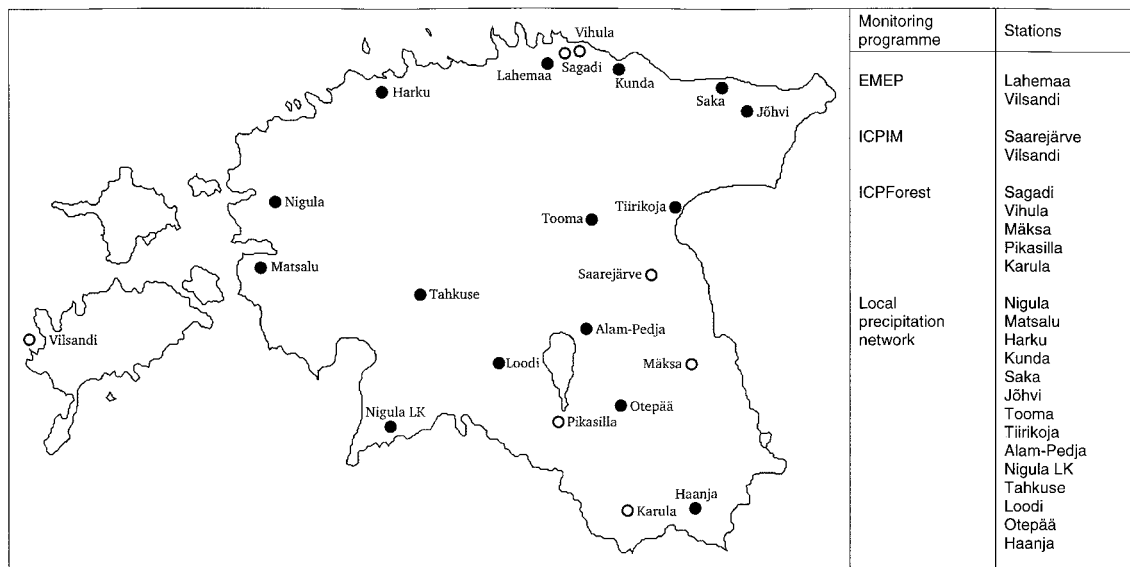
| | |
|--|----|
| Sissejuhatus | 4 |
| Seireprogrammi kirjeldus | 5 |
| Seire tulemused | 8 |
| Meteoroloogilised andmed | 8 |
| Sademete elektrijuhtivus ja pH | 9 |
| Hapestavad komponendid | 11 |
| Aluselised katioonid | 14 |
| Raskmetallid | 16 |
| Saaste ajalised muutused | 18 |
| Sesoonsed muutused | 18 |
| Trendid | 19 |
| Kokkuvõte | 21 |
| Kasutatud kirjandus | 22 |
| Lisa 1. Sademete parameetrite määramiseks kasutatavad meetodid | 23 |
| Lisa 2. Saasteainete kontsentratsioonid sademete seire jaamades 2004.a. | 25 |
| Lisa 3. Sademete keemia Lõuna-Eestis (koostanud Hilja Iher) | 39 |

Sissejuhatus

Ökoloogialeksikoni andmetel nimetatakse seireks keskkonnaseisundi pidevat plaanipärast ja programmeeritud uurimist selleks loodud kohtades-jaamades. Niisuguseid seirejaamasid, kus riikliku seireprogrammi raames ja enam-vähem ühtset metoodikat kasutades uuritakse sademete keemilist koostist, on Eestis vähemalt 23 (joonis 1). Sealhulgas võib eristada rahvusvaheliste koostööprogrammide seirejaamu: EMEP - õhusaaste kaugkande mõõtmine ja hindamine Euroopas, kompleksseire (ICP IM), metsade seire (ICP Forests) ja kohaliku tähtsusega seirejaamasid. Kuid olenemata seireprogrammi nimetusest on sademete seire eesmärgiks koguda informatsiooni erinevatele Eesti piirkondadele langeva saastekoormuse kohta. Saadud tulemuste alusel on võimalik hinnata taimede saagikust, mullaviljakuse muutusi ja ka otseselt inimtegevusest puutumata ökosüsteemides aset leidvaid muutusi. Saasteainete sadenemisvoogude teadmine võimaldab hinnata ka nende eemaldumise kiirust atmosfäärist ja mõju inimeste poolt kasutatavatele materjalidele roostetamise, kivimite murenemise jt. protsesside läbi.

Sademete seire tulemused annavad olulise panuse inimõjude hindamiseks nii loodusele kui meie tehiskeskkonnas kasutatavatele materjalidele, võimaldades seega prognoosida nii loodus- kui tehiskeskkonnas aset leidvaid muutusi.

Käesoleval aastal jätkati sademete keemilise koostise seiret vastavalt Keskkonnaministeeriumi ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuse vahel aastateks 2002.-2004. sõlmitud raamlepingule. Seireproovid analüüsiti Tartu Keskkonnauuringute Keskuses ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuses Tallinnas. Aruandes käsitletakse saasteainete levikut Eestis kokku 18 sademete ja kompleksseire jaama 2004. a. mõõtmistulemuste põhjal. Aruande lisa on esitatud algandmed ja Hilja Iheri koostatud, huvitavat lisainformatsiooni pakkuv ülevaade "Lõuna-Eesti sademete keemia seire" muutmata kujul.



Joonis 1. Riikliku keskkonnaseire jaamad (2003. a.), kus kogutakse sademeid. Lisaks avamaa sademetele kogutakse sõõriga tähistatud kompleks- ja metsaseire jaamades ka puude võrastiku läbinud sadevett (Pajuste 2004).

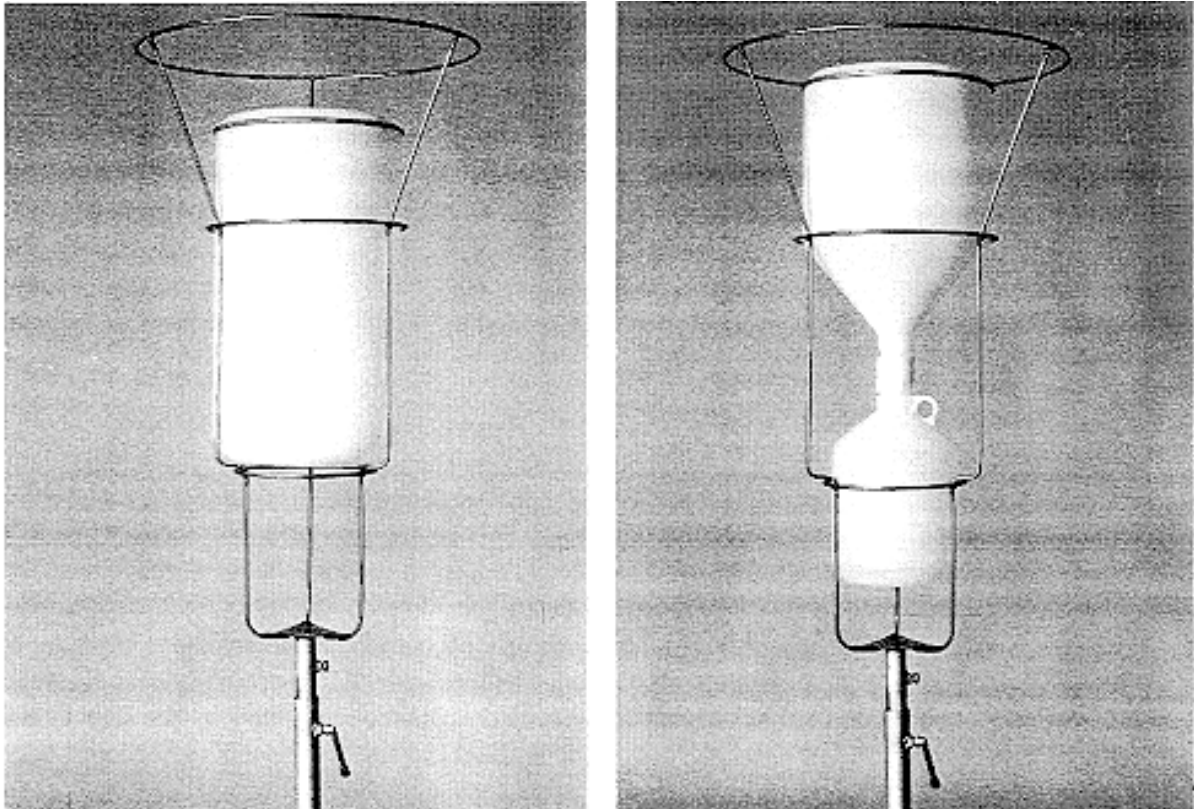
Seireprogrammi kirjeldus

Eesti Keskkonnauuringute Keskus viib “Sademete keemia” seireprogrammi läbi alates 1994. aastast. Viiele hüdro meteoroloogia jaamale: Harku, Kunda, Jõhvi, Tooma, Tiirikoja lisandusid 1996.a. Saka ja Lääne-Nigula ning 1999.a. Matsalu seirejaam. Tartu Keskkonnauuringud alustasid sademeproovide kogumist ja analüüsimist 1999.a. seitsmes Lõuna-Eesti seirejaamas: Tahkuse, Karula, Haanja, Otepää, Alam-Pedja, Loodi ja Nigula. Lisaks on Eesti keskmiste saasteainete kontsentratsioonide arvutamisel kasutatud ka Vilsandi, Lahemaa ja Saarejärve seirejaamade andmeid, mis võimaldavad sadenemiskoormusi hinnata kokku 18 jaama mõõtmistulemuste põhjal (joonis 1).

Tabel 1. Eesti sademete keemia mõõtejaamade asukohakoordinaadid (Riikliku keskkonnaseire jaamade ja -alade määramine RTL, 21.08.2002, 91, 1413).

| Mõõtejaam | Koordinaat | | Mõõtejaam | Koordinaat | |
|-----------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| | Põhjalaius | Idapikkus | | Põhjalaius | Idapikkus |
| Harku | 59°23' 52" | 24° 36' 09" | Tiirikoja | 58° 52' 09" | 26° 57' 04" |
| Nigula | 58°56' 58" | 23° 48' 42" | Jõhvi | 59° 18' 58" | 27° 22' 43" |
| Saka | 59° 25' 39" | 27° 14' 11" | Matsalu | 58° 43' 02" | 23° 49' 21" |
| Tooma | 58° 52' 18" | 26° 16' 11" | Kunda | 59° 29' 40" | 26° 35' 30" |
| Karula | 57°42'47" | 26°30'17" | Haanja | 57°42'37" | 27°04'08" |
| Loodi | 58°16'33" | 25°35'10" | Otepää | 58°00'36" | 26°24'46" |
| Tahkuse | 58°31'25" | 24°55'32" | Nigula | 58°00'58" | 24°43'13" |
| Vilsandi | 58°22'34" | 21°50'42" | Alam-Pedja | 58°25'17" | 26°14'07" |
| Lahemaa | 59°29'40" | 25°55'50" | | | |

Jaamades koguvad sademeid väljaõppe saanud töötajad, kes saavad proovid analüüsimiseks Eesti Keskkonnauuringute Keskuse või Tartu Keskkonnauuringute laboratooriumidesse. Sademete kogumiseks kasutatakse Euroopas saasteainete kaugkannet uuriva EMEP-programmi standardseid plastist kogujaid (EMEP, 1996). Kogujate kuju on näidatud joonisel 2. Kogumislehter läbimõõduga 20 cm asetseb maapinnast ligikaudu 2 m kõrgusel. Sademeid kogutakse ööpäevasel põhimõttel, säilitatakse külmkapis ning saadetakse ühe kuu keskmise proovina laboritesse analüüsiks.



Joonis 2. Sademete kogumismõõd koos alusega, vasakul lume, paremal vihmavee kogumiseks.

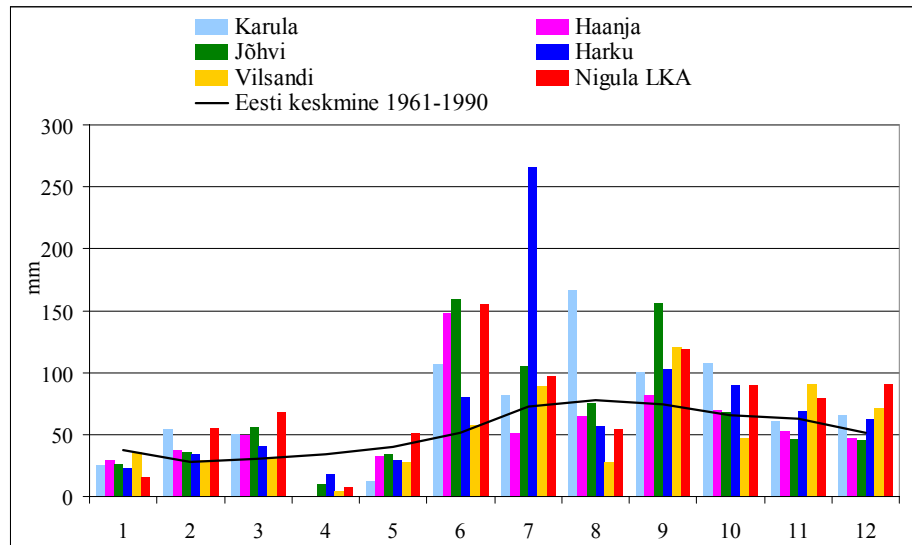
Analüüsidest mõõtejaamade paiknemist (joonis 1) on näha, et nii lääne-, põhja- kui lõunapiir on hästi kaetud. Praegusest seirevõrgust jäävad kahjuks välja Eesti suurimate saasteallikate - elektri- ja gaasijaamade poolt oluliselt mõjutatud piirkonnad (nt. Puhatu raba, Kurtna järvistu). Informatsiooni sealsetest saastekoormustest (ja selle mõjust) on võimalik leida vaid TPÜ Ökoloogia Instituudi, EPMÜ Metsandusliku Uurimisinstituudi ning Tartu Observatooriumi poolt teostatud uuringutest. Pidevate pikaajaliste ja ühtlustatud võrdlusandmete saamiseks kõrge saastekoormusega Kirde-Eestist oleks otstarbekas sinna laiendada ka riiklikku sademete seire võrgustikku. Arvestades happeliste sademete esinemist valdavalt Lõuna-Eestis võiks kaaluda jaamade asukohtade optimeerimist erinevates seireprogrammides ning alustada mõõtmistega

Värska piirkonna, mis sobiks ka Pihkvast pärineva saaste jälgimiseks. Kokkuvõttes võib öelda, et vaatamata küllalt suurele seirejaamade üldarvule, oleks võimalik samade vahendite arvel parandada saastekoormuste informatsiooni kogumist jaamade asukohtade ümberhindamise alusel. Vastavas töögrupis võiks osaleda kõigi sadenemiskoormusi mõõtvate riiklike seireprogrammide vastutavad täitjad s.h. ka EMHI, sest näiteks käesoleva aruande koostamise ajal polnud võimalik kasutada 2004.a. meteoroloogilist ülevaadet. Info möödunud aasta meteoroloogilistest tingimustest pärineb EMHI kodulehelt (http://www.emhi.ee/Kliima_new.php3#) ja ajalehest Postimees ega ole kindlasti piisav sademete seire aruande koostamiseks.

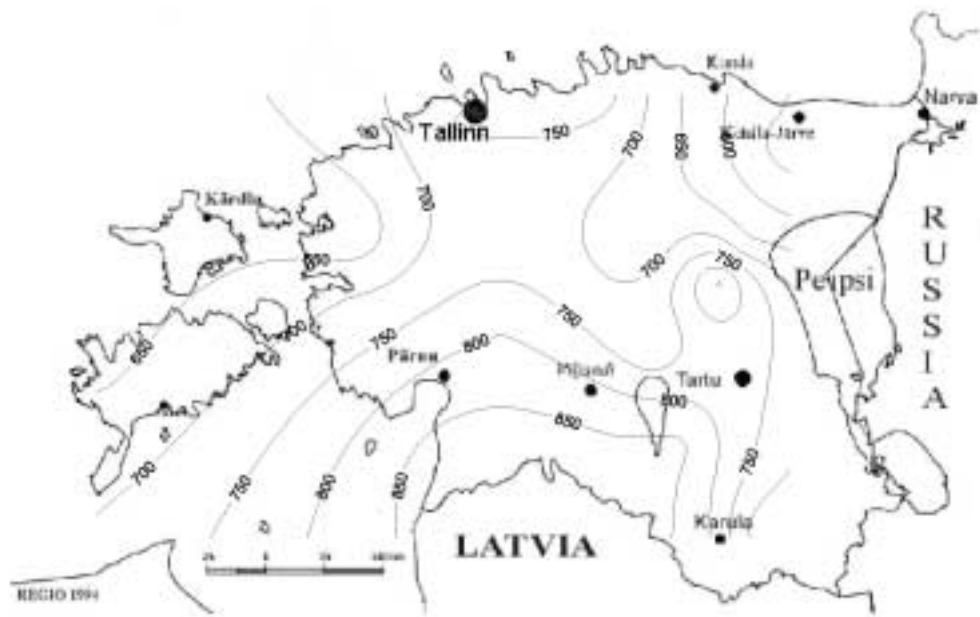
Tänu sademete seirele on meil olemas ülevaade vihmavee saasteainete sisaldusest, kuid saastekoormuste arvutamiseks on vaja teada ka korrektset sademete hulka. Olemasolevate andmete võrdlemisel ilmneb, et ametlikud (EMHI) sadmete kogused (Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskusele esitatud kvartaliaruanded, Statistikaameti andmebaas) erinevad sademete seire võrgus saadud tulemustest isegi siis, kui mõlemad pärinevad samast meteojaamast (nt Harku, Lääne-Nigula, Jõhvi). Seda tuleks arvestada ka käesolevas aruandes esitatud andmete tõlgendamisel.

Seire tulemused Meteoroloogilised andmed

Eestile on iseloomulik, et sademete hulk on aasta teisel poolel suurem kui aasta alguses. 2004.a. kevad oli keskmisega võrreldes suhteliselt kuiv. Keskmisest vähem sadas aprillis ja mais (Kallis, 06.07.2004). Haanja, Loodi ja Tooma seirejaamades ei sadanud aprillis niigi palju, et oleks saanud sadevett analüüsida. Suvine sademete hulk erines pikaajalisest keskmisest (1961-1990) enim juunis ja juulis kui A. Kallise sõnul sadas Eestis keskmiselt vastavalt 129 ja 104 mm vihmavett (Kallis, 10.08.2004).



Joonis 3. Sademete hulk valitud seirejaamades 2004.a. võrreldes Tallinna, Pärnu, Võru ja Vilsandi pikaajalise keskmise sademete hulgaga

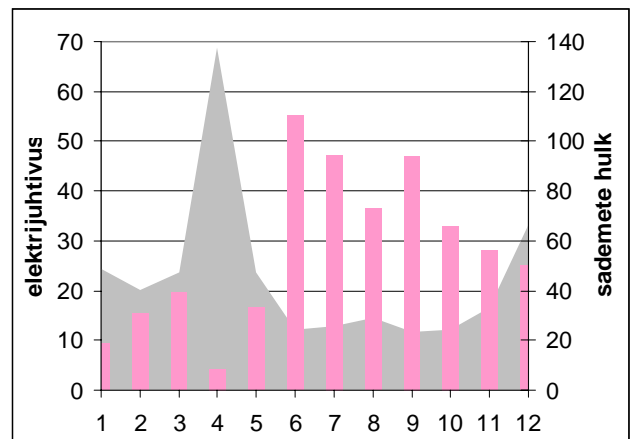


Joonis 4. Sademete hulk 2004.a. (sademete seirejaamade andmete alusel).

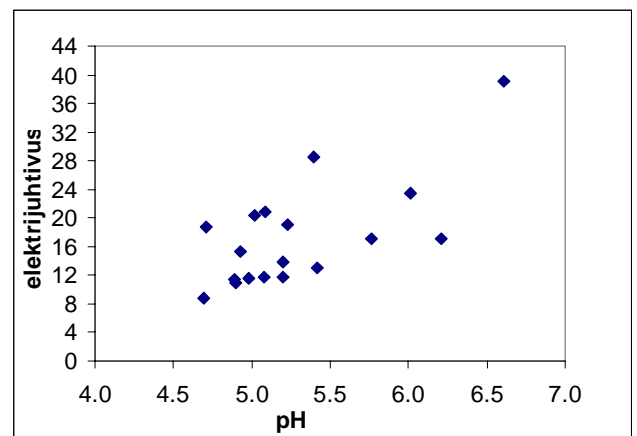
Sademetektri juhtivus ja pH

Sadevees sisalduvate ionide koguhulka iseloomustab kõige üldisemalt lahuse elektrijuhtivus. Mida suurem on elektrijuhtivus, seda suurem on lisandioonide summaarne kontsentratsioon lahuses. Täiesti puhas vesi on halb elektrijuht. Looduslikus sadevees lahustunud soolad, happed ja leelised suurendavad vee elektrijuhtivust. Üldiselt on lisandioonide sisaldus sesoone iseloomuga ja on seotud sademete hulgaga. Sademete hulk oli kõigis jaamades väikseim aprillis (joonis 5) ja vastavalt oli väga kõrge ka keskmine elektrijuhtivus ($69 \mu\text{S}/\text{cm}$).

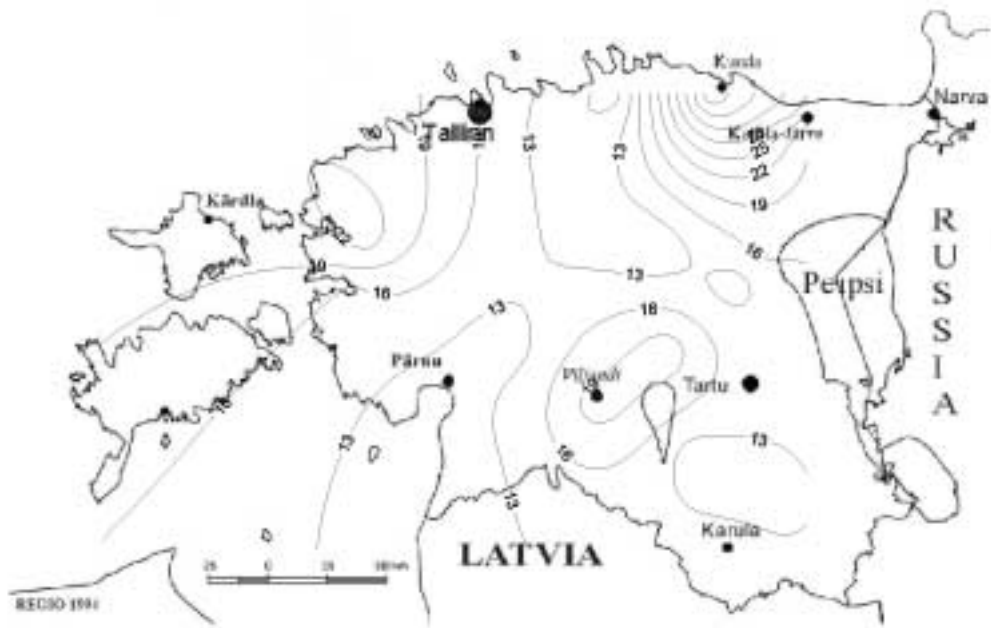
Elektrijuhtivuse põhjal saab öelda, et enim saastunud sademed on Kirde-Eestis (joonis 6): Kundas ($\tau_{\text{kesk}}=39 \mu\text{S}/\text{cm}$) ja Sakas ($\tau_{\text{kesk}}=29 \mu\text{S}/\text{cm}$). Lõuna-Eesti kohta suhteliselt kõrge sademete elektrijuhtivus mõõdeti Alam-Pedja detsembri proovist ($\tau=157 \mu\text{S}/\text{cm}$). Viimati mainitud proovi iseloomustas ülejäänud 11 kuuga võrreldes rohkem kui 2 korda kõrgem Ca, Mg, Na ja Cl sisaldus. Kaardil (joonis 6) joonistub eraldi välja ka Loodi jaama ümbrus. Võrreldes eelmise aastaga, sisaldasid sealsed sademed ajavahemikul maist-juulini 2 korda rohkem lisandioone ($\tau_{\text{kesk}}=32 \mu\text{S}/\text{cm}$) ja olid märkimisväärselt aluselised (pH 6.8). Üldiselt kaasnes sademete madalama elektrijuhtivusega madalam pH (joonis 7). Keskmisest happelisemad (pH<5) olid Nigula LKA, Otepää, Tooma ja Lahemaa sademed. Erandi moodustasid Vilsandi ja Matsalu, kus sademete keskmine pH<5, kuid keskmine elektrijuhtivus oli $17 \mu\text{S}/\text{cm}$.



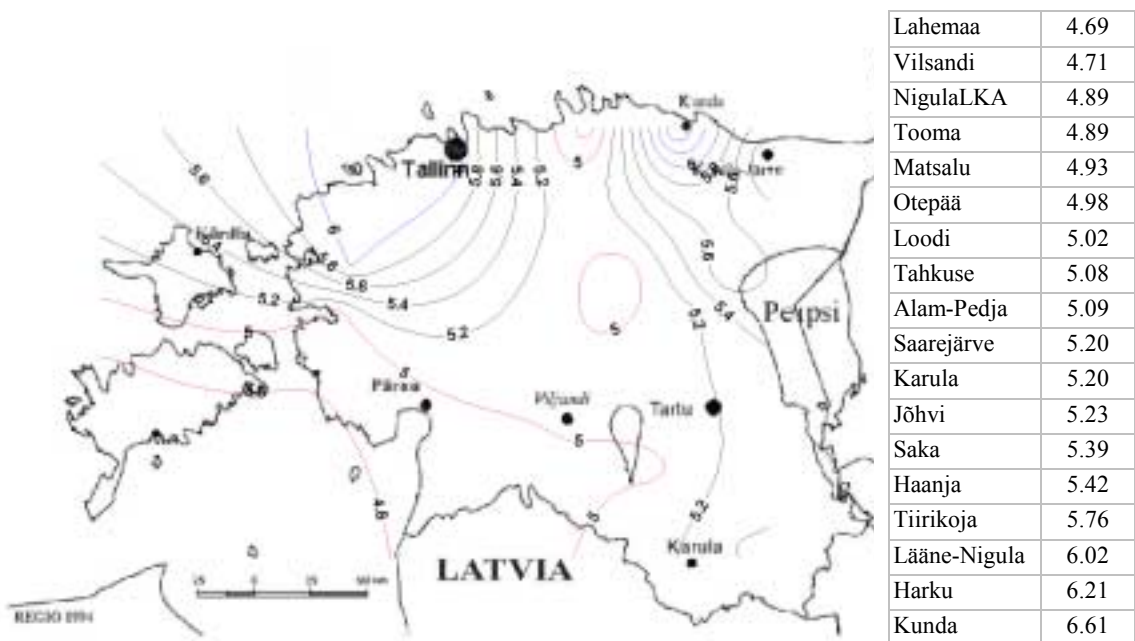
Joonis 5. Keskmine sademete hulk ja elektrijuhtivus.



Joonis 7. Sademete elektrijuhtivus ja pH.



Joonis 6. Sademete kaalutud keskmine elektrijuhtivus ($\mu\text{S}/\text{cm}$) Eestis.



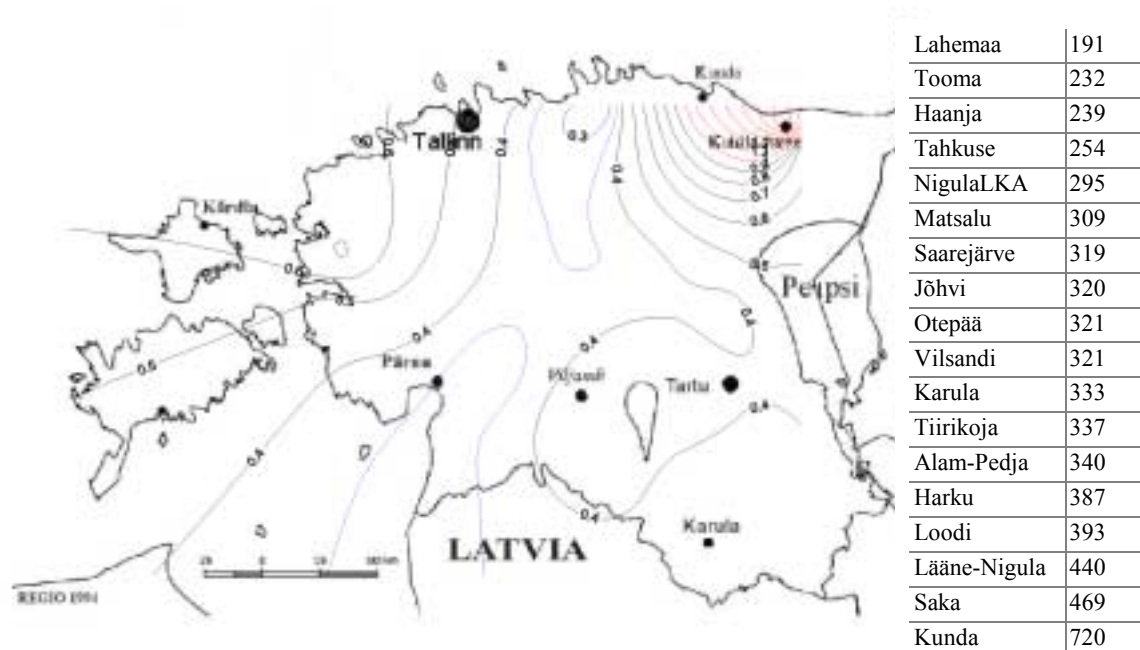
Joonis 8. Kaalutud keskmine sademete pH 2004. aastal.

Saastumata vihmavee pH tase on 5.5. Joonis 8 põhjal olid sademed üldiselt happelisemad Edela- ja Lääne-Eestis ja aluselised Kirde-Eestis ja Tallinna lähedal Harku jaamas. Kuukeskmistest sademete proovidest olid kõige happelisemad Loodi detsembri sademed (pH 4.26). Ka 2003.a. olid

kõige happelisemad sademed Lõuna-Eestis, Loodi naaberjaamas Tahkusel (pH 3.9). Kõige aluselised sademed olid Saka jaamas (jaanuari sadevee pH 8.8) ja Kundas (pH 7.75). Kõige suuremad pH erinevused aasta jooksul mõõdeti Sakas (4.77 - 8.81), Jõhvis (4.48 - 7.75) ja Alam-Pedjal (4.40 - 7.59).

Hapestavad komponendid

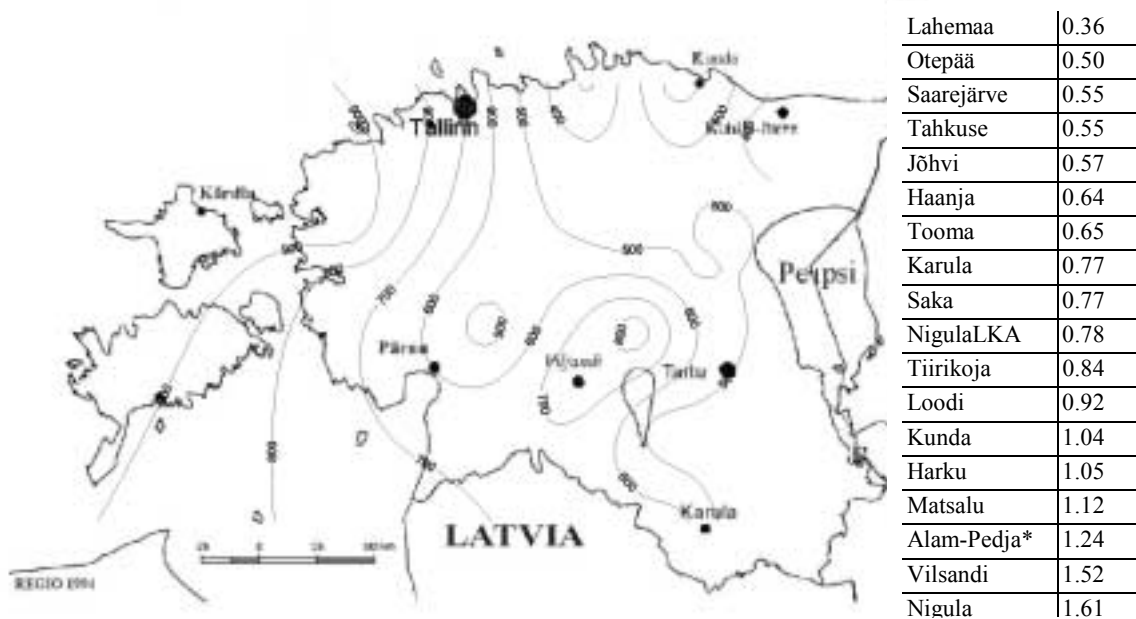
Hapestavateks komponentideks loetakse sademetes sulfaatset väävlit, nitraatset lämmastikku ja kloriide.



Joonis 9. Sademete kaalutud keskmine sulfaatsse väävli kontsentratsioon (mgS/l) kaardil ja väävli depositsioon mgS/m² kõrval olevas tabelis.

2004.a. jäid kõik kuukeskmised väävli kontsentratsioonid all 1 mgS/l Haanjas, Loodil, Nigulas, Otepääl, Lahemaal ja Toomal. Kõrgemad sulfaatsse väävli aasta keskmised kontsentratsioonid (> 1mgS/l) mõõdeti Kirde-Eestis (Kundas ja Sakas) nagu ka varasematel aastatel. Sellest tulenevalt on seal ka suurimad sadenemiskoormused, mille põhjused on ilmselt lokaalsetes allikates.

Mitteantropogeense väävli osakaal (arvutatud merevee Na ja SO₄ ionide suhtest) oli ootuspäraselt kõrge Vilsandi (17%), Lääne-Nigula (14%) ja Matsalu (12%) sademetes, aga ka Alam-Pedja (17%) sademetes.



Joonis 10. Kloriidioonide sadenemiskoormus (mg/m^2) kaardil ja aasta kaalutud keskmine kontsentratsioon mg/l kõrval olevas tabelis.

Kloriidide sadenemiskoormust illustreerib joonis 10, millelt on selgelt näha peamiselt mereveest pärinevate kloriidide suurenenud depositsioon ranniku lähedal. Lähtudes lihtsustatud eeldusest, et kogu sademetes sisalduv naatrium on merelise päritoluga, saab hinnata antropogeense kloriidi emissiooni tagajärjel sadenevat kloriidi (ICP M&M, 2003). Vastavate arvutuste tulemusena saame kloriidioonide sisalduse liia Lahemaa, Jõhvi, Saka sademetes.

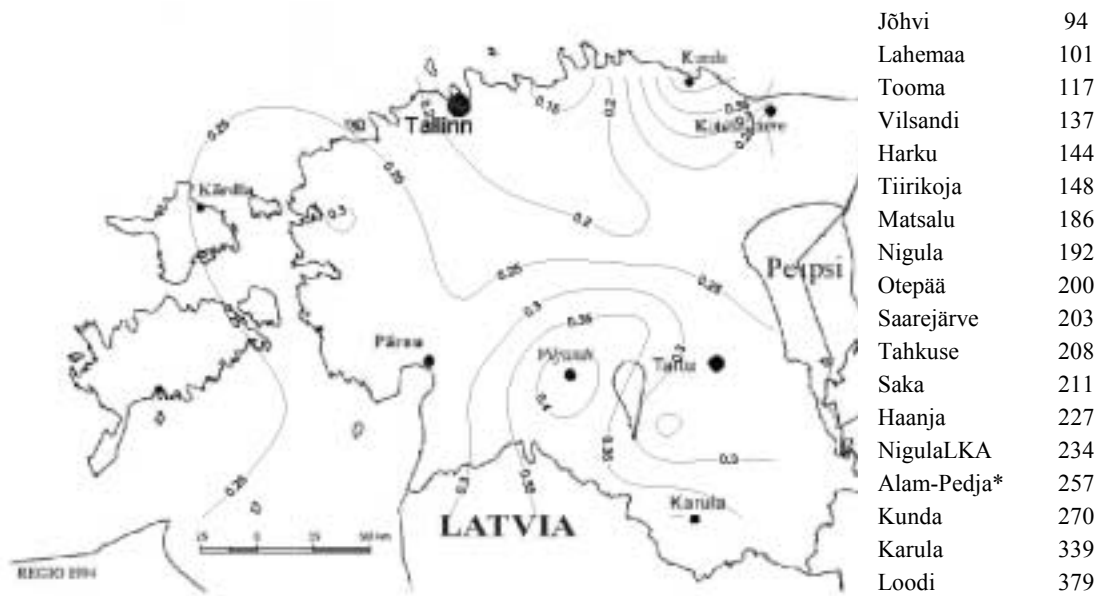
Nitraatse lämmastiku kõrgeenenud kontsentratsioonide võrdlemine joonisel 11 lubab oletada lokaalsete saasteallikate tugevat mõju Lääne-Nigula, Loodi ning Kunda jaamade ümbruses.

Eeldusel, et kogu sadenenud ja omastamata NH_x oksüdeeritakse, võib ka ammoniumiooni käsitleda kui potentsiaalset keskkonna hapestajat (ICP M&M, 2003).

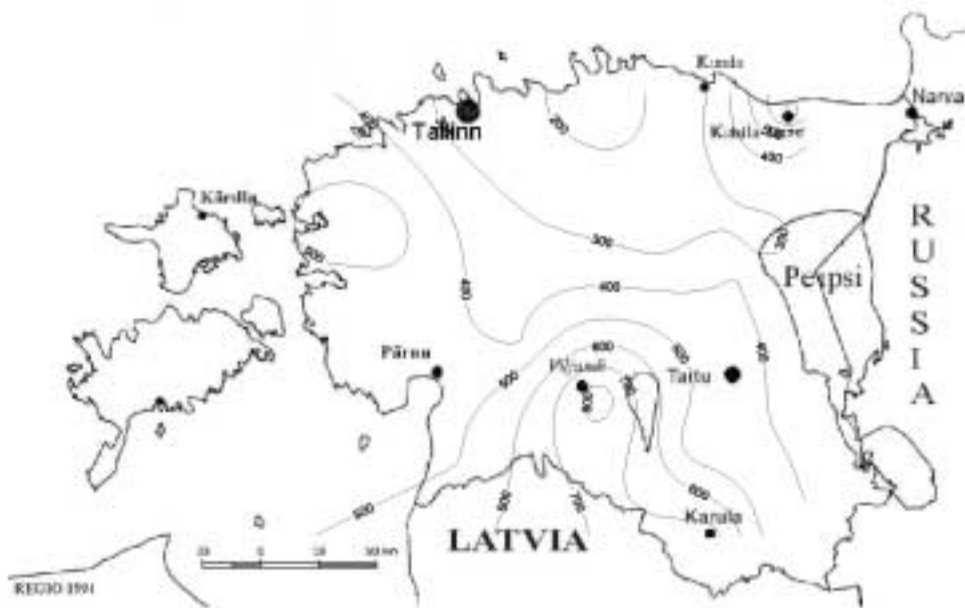
Keskkonda hapestava mõju kõrval on lämmastiku kui limiteeriva toiteelemendi liigse depositsiooni tagajärjeks ka eutrofeerumine.

Kõigi seirejaamade mõõtmistulemuste keskmistamisel võib järeldada, et lämmastikku sadenes rohkem NH_4 -ioonina kui NO_3 -ioonina. Erandiks on Kunda, Lahemaa ja Harku jaamad.

Mineraalse lämmastiku kõrgema depositsiooni Loodil (joonis 12) tingis suurem sademete hulk võrreldes naaberjaamadega.



Joonis 11. Sademete kaalutud keskmine nitraatlämmastiku kontsentratsioon (mgN/l) kaardil ja lämmastiku depositsioon mgN/m² kõrval olevas tabelis.



Joonis 12. Sademete kaalutud keskmine mineraalse lämmastiku (NH₄-N+NO₃-N) depositsioon (mgN/m²).

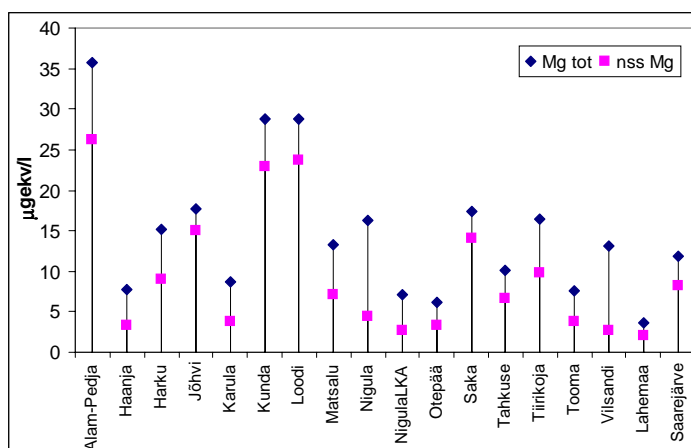
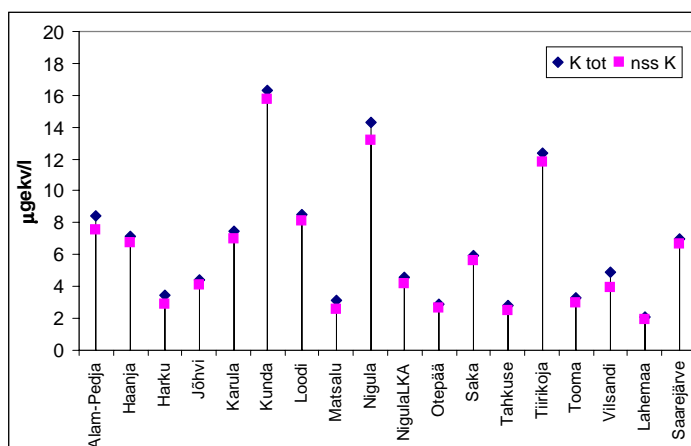
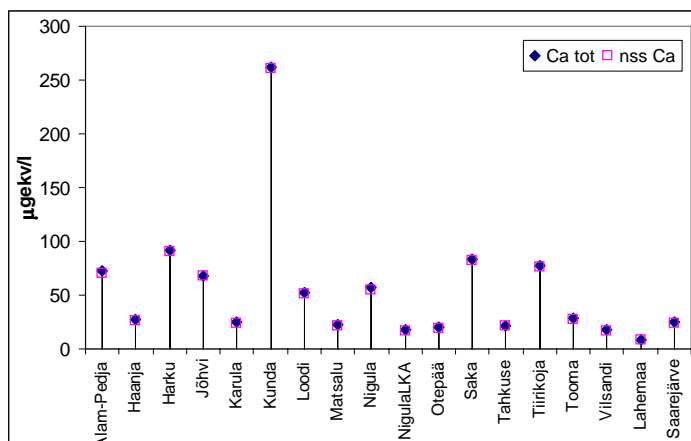
Aluselised katioonid

Aluselistel katioonidel on oluline osa sademete reaktsiooni tasakaalustamisel. Kõrgenenud katioonide saastetase on võibolla leevendanud Kirde-Eesti happetundlike ökosüsteemide olukorda kõrge väavli depositsiooni tingimustes, kuid samas mõjunud hävitavalt sealsetele rabadele.

Suurima sadenemis-koormusegaioon sademetes on üldiselt kaltsium. Erandi moodustavad Vilsandi, Lääne-Nigula, Matsalu ja Nigula LKA jaamade sademed, kus naatriumi on kaltsiumiga ekvivalentses hulgas või isegi rohkem.

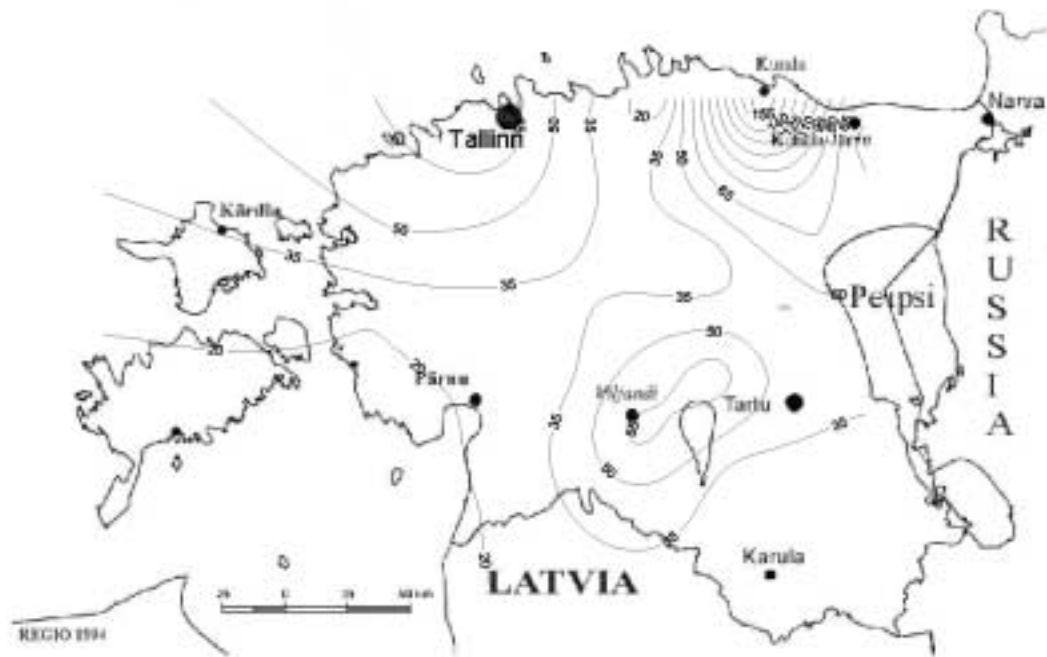
Arvestades katioonide merelist päritolu kasutati selle fraktsiooni lahutamiseks katioonide üldisest depositsioonist vastavate katioonide ja naatriumi suhet merevees. Merelise päritoluga Ca, Mg ja K osakaalusid erinevate mõõdejaamade tulemustes iseloomustab joonis 13. Proportsionaalselt suurima merelise osakaaluga kation sademetes on Mg.

Alam-Pedjal saadud kõrget keskmist kontsentratsiooni mõjutas eelkõige detsembri sademeproov, kus Mg sisaldus (4.9 mg/l) oli ligi 20 korda kõrgem aasta ülejäänud kuude keskmisest. Seetõttu kui puuduvad lisaandmed saaste võimaliku päritolu kohta võiks edaspidi osutada otstarbekaks jätta aasta keskmiste väärtuste arvutamisel välja tulemused, mis ületavad keskväärtuse kolme standardhälvet.



Joonis 13. Kaltsiumi (Ca tot), kaaliumi (K tot) ja magneesiumi (Mg tot) kaalutud keskmine kontsentratsioon sademetes (µgекv/l) ja samade ionide kontsentratsioon (nss Ca, nss K, nss Mg) peale Na-ekvivalentse osa lahutamist.

Vaadates merelise komponendi suhtes korrigeeritud kationide summaarset kontsentratsiooni (joonis 14) on nagu varasematelgi aastatel hästi välja joonistunud Tallinna ja Kunda ümbrus kui kõrgema sadenemiskoormusega/emissioonidega piirkonnad Eestis. Samuti on Tallinnaga võrreldavad aasta keskmised kontsentratsioonid näha Loodi ja Alam-Pedja ümbruses. Alam-Pedja sademete kationide keskmist kontsentratsiooni mõjutasid enim detsembri kõrge analüüsitulemused, kuid kõrgemaid kaltsiumi kontsentratsioone mõõdeti ka aprillis ja mais. Naaberseirejaamas Loodil mõõdeti sademete kõrgeimad kaltsiumi kontsentratsioonid juunis-juulis.



Joonis 14. Na suhtes korrigeeritud kationide summaarne (Ca+K+Mg) kontsentratsioon (mgek/l) sademetes 2004.a.

Raskmetallid

Seire raames määratakse sademetes Cd, Cu, Pb, Zn ja Hg sisaldus. Sademete elavhõbedasisaldus on Lõuna-Eesti seirejaamade kuukeskmistes proovides jäänud valdavalt allapoole määramispiiri (<0.1 µg/l). Erandiks on Karula (0.2 µg/l mais), Loodi (0.1 µg/l augustis) ja Tahkuse (0.1 µg/l juulis). Põhja-Eesti seirejaamades (määramispiir 0.05 µg/l) mõõdeti kõrgeimad kontsentratsioonid Lääne-Nigulas ja Sakas (maksimaalne 0.08 µg/l) (lisa 2 tabelid). Üldiselt asendatakse alla määramispiiri jäänud tulemused keskmise kontsentratsiooni arvutamisel ½ määramispiiri väärtusega. Selline arvutus muutub sisuliselt mõttetuks kui aasta keskmine kontsentratsioon jääb asenduste rohkuse tõttu alla ühendi määramispiiri.

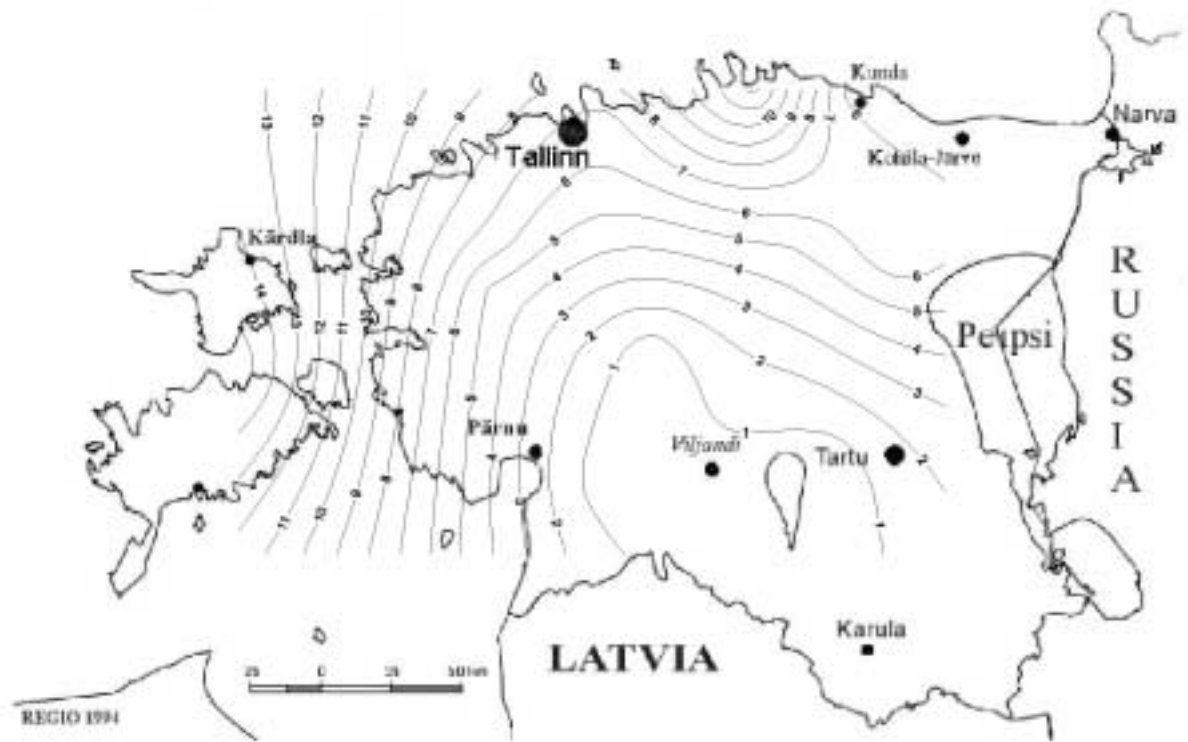
Alla meetodi täpsust (<1 µg/l) jäänud kontsentratsioonid ei luba ka sademete plii sisalduse kohta rohkem järeltõlgida. Kõrgeimad plii sisaldused mõõdeti juulis Lahemaal (3.7 µg/l) ja oktoobris Otepääl (3.0 µg/l). Kõige sagedamini 9 kuul 12st oli sademete plii sisaldus üle määramispiiri Alam-Pedjal. Kui 90-ndate algul ja keskel oli valdavaks plii allikaks etüleeritud bensiin, siis nüüd tundub sadenemiskoormuste põhjal, et peamiseks plii allikaks võib olla saasteainete kaugkanne.

Sarnaselt eelmise aastaga oli sademete tsingi- ja kaadmiumisisaldus kõrgeim Lääne-Nigulas, Alam-Pedjal ja Tiirikojal (tabel 2).

Raskmetallide suuremat sadenemiste Kirde-Eestis võib mõjutada kõrgeimad emissioonid (Kohv jt., 2001) selles piirkonnas.

Tabel 2. Kaadmiumi ja tsingi 2004.a. kaalutud keskmised kontsentratsioonid (µg/l). Jaamad on reastatud tsingi kontsentratsiooni suurenemise järgi.

| | Haanja | Kunda | Matsalu | NigulaLKA | Saka | Tahkuse | Tooma | Vilsandi | Lahemaa | Karula | Jõhvi | Harku | Loodi | Otepää | Tiirikoja | Alam-Pedja | Lääne-Nigula |
|-----------|--------|-------|---------|-----------|-------------|---------|-------|----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Cd | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.37 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.15 | 0.20 | 0.10 |
| Zn | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | <20 | 38 | 54 | 60 | 66 | 74 | 111 | 146 | 451 |



Joonis 15. Sademete keskmine vasesisaldus (µg/l).

Kõrgemad vase kontsentratsioonid olid Vilsandi (47.3 µg/l) ja Lahemaa (41.6 µg/l) sademetes, üksikuid kõrgemaid kuukeskmisi oli ka Jõhvis, Matsalus ja Lääne-Nigulas. Lõunapoolsetest jaamadest oli kõrgeim Alam-Pedja aprilli sademetes mõõdetud 13 µg/l vaske. Alla määramispiiri (<1 µg/l) jäid aasta keskmised kontsentratsioonid Karulas, Otepääl, Nigulas ja Tahkusel.

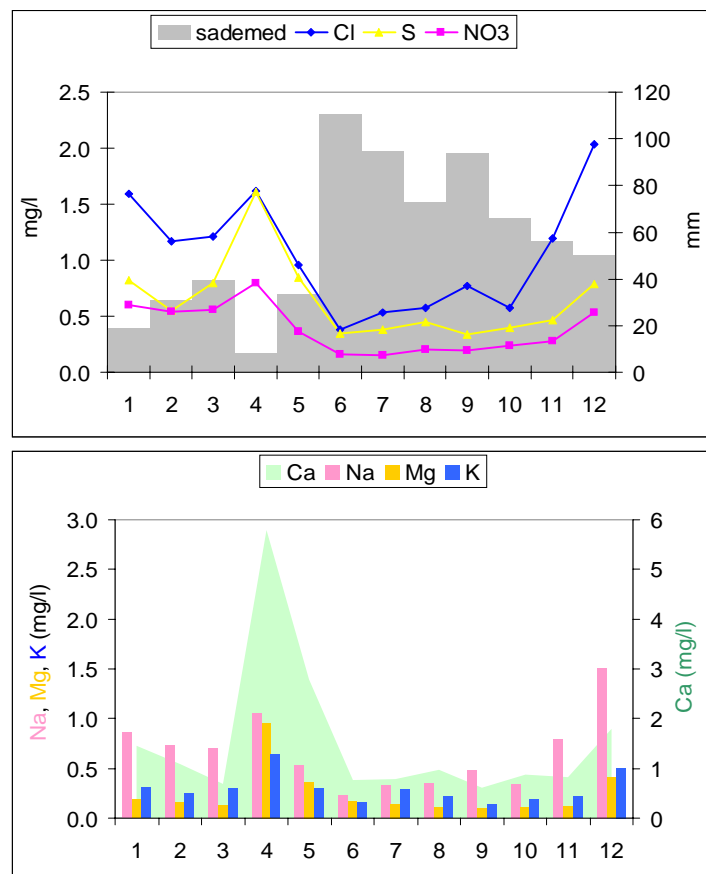
Kokkuvõttes võib öelda, et võrreldes teiste jaamadega on mitmete raskmetallide kõrgemad kontsentratsioonid mõõdetud Alam-Pedja ja Lääne-Nigula ümbruses

Saaste ajalised muutused

Saaste ajalistes muutustes saab eristada aastasiseseid tsükleid e. sesoonsed muutusi ja pikemaajalisi trende kontsentratsioonides.

Sesoonsed muutused

Eesti asub kliimaatiliselt piirkonnas, kus sademed ei ole aasta lõikes ühtlaselt jaotunud. Sademete elektrijuhtivuse seost sademete hulgaga illustreerib joonis 5. Samuti mõjutab sademete keemilist koostist õhusaaste emissioonide sesoonne iseloom. Nii näiteks tingib külm- ja pime periood intensiivsema kütmise ning elektritootmise ja seega paisatakse õhku tunduvalt enam saasteaineid.



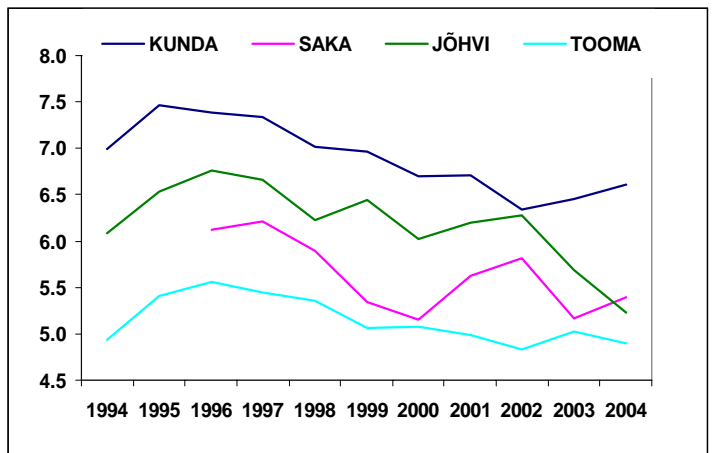
Joonis 16. Keskmine sademete hulk, hapestavate ühendite ja katioonide kontsentratsioonid Eesti sademete seire jaamade andmete põhjal 2004.a.

- Tähtsamad vaadeldavatest muutustest toimuvad talvel:
- 1) vävliühendite sadenemise kasv,
 - 2) kloriidi sadenemise kasv,
 - 3) vesinikioonide kontsentratsiooni kasv ja tulenevalt eelnevast
 - 4) elektrijuhtivuse kasv (joonis 5).

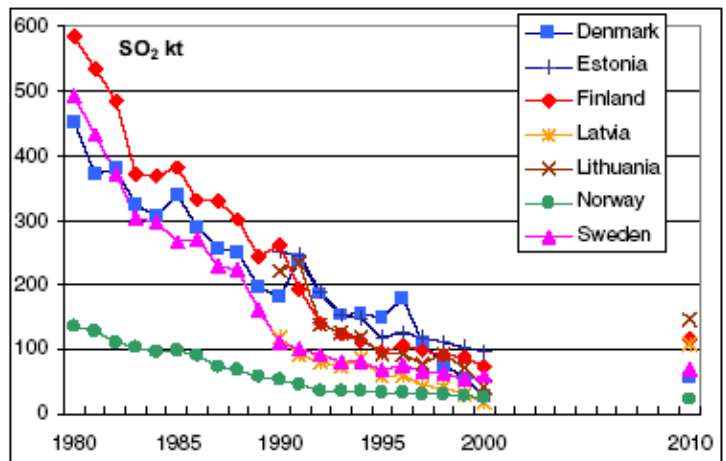
Trendid

Sademetete seire mõõtmistulemuste võrdlemine näitab sademete elektrijuhtivuse vähenemist ajavahemikul 1994-2001. Samuti on kolmes Kirde-Eesti jaamas vähenenud sademete aluselisisus. See on eriti hästi jälgitav Kundas, kuid ka mõnevõrra lühema mõõteperioodi jooksul Saka ja Jõhvi mõõtmistulemustes (joonis 17). Joonisel 20 on esitatud mõned täiendatud graafikud varasematest “Sademete seire” aastaaruannetest (EKUK, 2003) trendide illustreerimiseks.

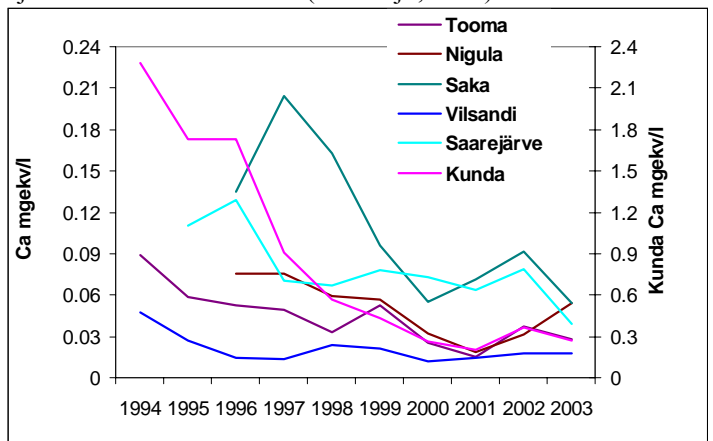
Paljuaastaste mõõtmistulemuste võrdlemisel on huvipakkuvaim nii Eestis kui naabermaades aset leidnud väevli emissioonide vähenemine (joonis 18), mis kajastub ka sademete sulfaatse väevli sisalduses. Väevli kontsentratsioon vähenes oluliselt ajavahemikul 1994-2001. Järgnenud suhteliselt sademetevaesel 2002.aastal tõusid aasta keskmised kontsentratsioonid enamuses jaamades (Harkus ja Kundas isegi 0.3-0.6 mg võrra). 2003.a. vähenes väevli keskmine kontsentratsioon jälle endisele tasemele. Olemasolevatest seirejaamadest on sademete väevlisisalduse suurim langus toimunud Kundas ajavahemikul 1996-1997, mil aasta keskmine sademete väevlisisaldus vähenes ligi kolm korda (8.4 kuni 2.9 mg/l ning püsib praegu ligikaudu 1 mg/l juures). Seireperioodi jooksul on vähenenud ka kaltsiumi kontsentratsioon (joonis 19).



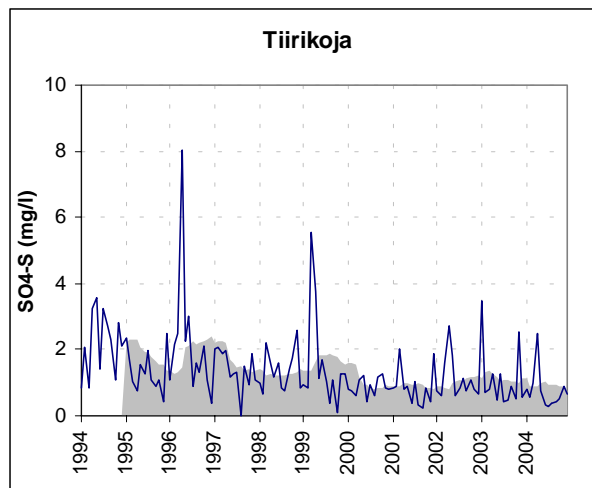
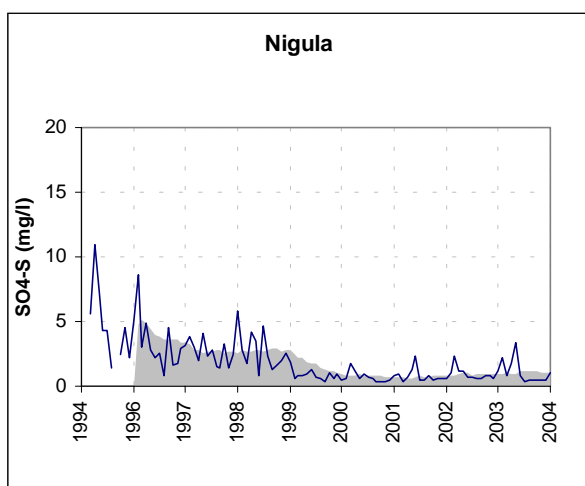
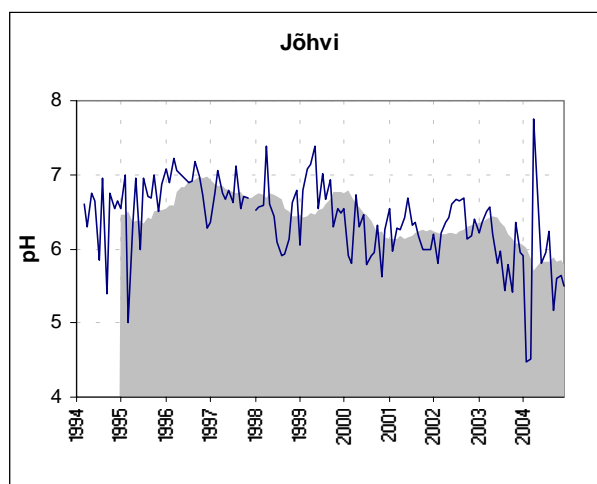
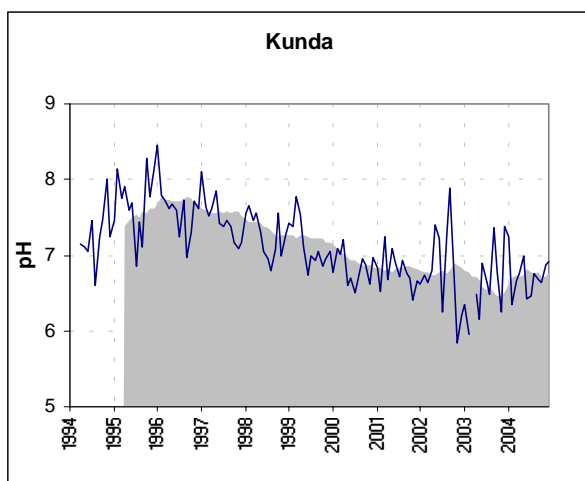
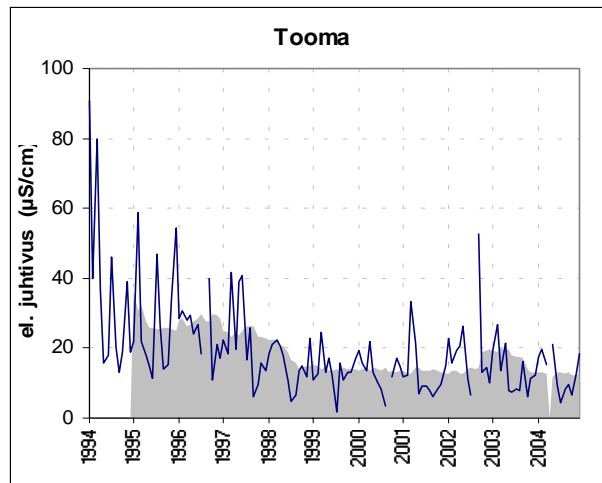
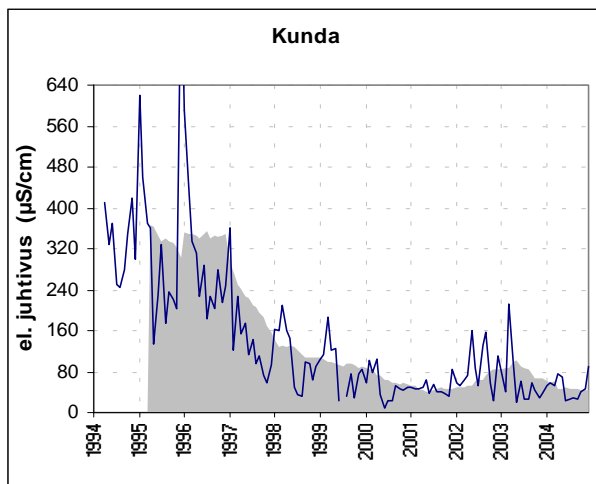
Joonis 17. Sademete aasta keskmised pH väärtused.



Joonis 18. Väeveldioksiidi emissioonide vähenemine Põhja- ja Baltimaades 1980-2000 (Anttila jt., 2003)



Joonis 19. Kaltsiumi Na-suhtes korrigeeritud ja sademete hulgaga kaalutud aasta keskmised kontsentratsioonid sademetes (mgkv/l). Kunda väärtused parempoolsel x-teljel.



Joonis 20. Sademete elektrijuhtivuse, pH ja väävlisalduse muutused mõnedes sademete seire jaamades.

Võrreldes kaltsiumi, väävli ja pH langusi võib öelda, et kationide saaste vähenemine on olnud suurema osakaaluga kuivõrd sademete happesus on suurenenud (joonis 20).

Kokkuvõte

Sademete seire on kümne aasta jooksul (1995-2004) võimaldanud ühtse meetodika järgi koguda ja analüüsida sadevee proove kaheksas seirejaamas (Vilsandi, Harku, Lahemaa, Kunda, Jõhvi, Tiirikoja, Tooma, Saarejärve). Koos vahepealse aja jooksul lisandunud seirejaamadega on tänaseks kogunenud arvestusväärne hulk andmeid, mis võimaldavad saada hea ülevaate saastekoormuste Eestis.

Üldiselt võib järeldada, et saastekoormused Eestis on vähenenud.

- 1) Kuna emissioonide oluline piiramine Euroopas algas 80-ndatel ja suuremad majanduslikud muutused Eestis leidsid aset 90-ndate alguses, siis on trendid selgemini eristatavad pikema andmeregaga seirejaamades s.t. valdavalt Põhja- ja Kirde-Eestis.
- 2) Vaatamata saastetaseme vähenemisele on saasteainete kontsentratsioonid jätkuvalt kõrgemad Kirde-Eestis;
- 3) Mitmete saasteainete osas on märgatavad kaugkandest tingitud sadenemise erinevused Eestis.
- 4) Suurima sadenemiskoormusega ioonid on kaltsium ja sulfaat;
- 5) Lääne ja põhjapoolsetes jaamades on märgatav ka teise olulise hapestava iooni - kloriidi suur sadenemiskoormus
- 6) Hapestavaid saasteaineid tasakaalustab kõrge aluseliste katioonide sadenemine. Samas kahandab paremate puhastusseadmete kasutuselevõtt tahkete osakeste emissioone, mis avaldub nt. Kunda, Jõhvi, Saka, aga ka Lahemaa ja Tooma sademete muutumises happelisemateks;
- 7) Ammooniumiooni sadenemine, mis soodustab väävli kuivsademist, on suurim Loode- ja Lõuna-Eestis;
- 8) Vaadeldud seirejaamadest sisaldavad Tooma sadeveed kõige vähem lisandioone ja on ligikaudu võrreldavad Eesti foonijaamadega Vilsandil ja Lahemaal;
- 9) Selgeim pikaajaline trend saastetasemeis on jälgitav Kundas, kus mitmete parameetrite (kaltsium, sulfaadid, elektrijuhtivus) väärtused on kahanenud ca. 10 korda.

Seire aruannete koostamist on alati raskendanud töö esitamise kiire tähtaeg võrreldes viimaste andmete laekumisega. Seire korraldaja võiks kaaluda aastaaruande esitamise võimaldamist edaspidi näiteks kahes etapis: 1.veebruariks andmetabelid möödunud aasta analüüsitulemustega ja 1. märtsiks andmeanalüüs ja järeldused. See võimaldaks sadenemiskaartide koostamisel kasutada ka teiste riikliku keskkonnaseire programmide raames kogutud sadenemise andmeid.

Kasutatud kirjandus

- Anttila P., Frolova M., Heidam N., Lövblad G., Sjöberg K., Pajuste K., Schaug J., Sopauskiene D., 2003. The Nordic-Baltic Regional Assessment of the Long-range Transboundary Air Pollution 1980-2000. Edited by N.Z. Heidam. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2004. Pp. 1-18. <http://www.norden.org/pub/miljo/miljo/sk/ANP2004762.pdf>
- EMEP, 1996. EMEP manual for sampling and chemical analysis. EMEP/CCC-Report 1/95. Rev.1/96: 29 March 1996. Chemical Coordinating Centre, Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, 199 pp. (<http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html>)
- EKUK, 2003. Riiklik keskkonnaseire programm. Sademete seire Põhja-Eestis. Koostanud K.Pajuste. Käsikiri Keskkonnaministeeriumis. (<http://www.seiremonitor.ee/>)
- Frey T., Pentsuk J., Rästa E., Frey J. 1988. Vihmavee saastatusest 1986 - 1987 aastal ja selle võimalikust mõjust metsadele. Keskkonnakaitse 1 1998. Lk. 3-10.
- Frey T. 1999. Lumikeskkond. Tartu.
- ICP M&M 2003. Manual on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Levels/Loads and geographical Areas where they are exceeded. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt) Berlin, September 1996 (Revision 2003).
- Kallis, A. Eestimaale lasti vesi juunikuus peale!. Postimees 06.07.2004.
- Kallis, A. Juuli ei jäänud vihmadega jaanist maha. Postimees 10.08.2004.
- Kimmel V., Tammet H. and Truuts T. 2002, Variation of Atmospheric Air Pollution in Conditions of Rapid Economic Change — Estonia 1994–1999. Atmospheric Environment 36, (25), 4133–4144.
- Kimmel, V. 2002. Analysis of methods of air quality assessment. Applications in Estonia. Doktoritöö. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Kohv, N., Mandel, E., Ljamtsev, A. 2002. Eesti paiksetest saasteallikatest õhku paisatud saasteainete statistiline aruanne 2001. (Statistical report on the pollutants emitted into air by Estonian pollution sources 2001) Ministry of the Environment, Environment Information Centre, Tallinn, 91 pp.
- Oja T., Kull A., Tamm T. 1997. Looduslike maastike õhusaaste taluvus. Eesti keskkonnaseire 1996. Lk 34 – 37.
- Pajuste K. 2004. Deposition and transformation of air pollutants in coniferous forests. A study based on Estonian monitoring data. Dissertationes Geographicae Universitatis Tartuensis 20. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Pajuste K., Kimmel V., Kohv N., Truuts T., 2004. Estonian EMEP Assessment Report. In: J. Bartnicki, G. Lövblad (eds) EMEP Assessment. Part II. National Contributions. Norwegian Meteorological Institute. Oslo, October, 2004. Pp. 63 - 70. <http://www.emep.int/assessment/estonia.pdf>
- Roots O., Frey T., Kirjanen I., Kört M., Kohv N. 1997. Õhusaaste: emissioonid ja koormused. Eesti keskkonnaseire 1996. Lk 10 – 13.
- Treier K., Pajuste K., Frey J. 2004. Recent trends in chemical composition of bulk precipitation at Estonian monitoring stations 1994–2001. Atmospheric Environment, Volume 38, Issue 40, December 2004, Pp. 7009-7019

Lisa 1. Sademete parameetrite määramiseks kasutatavad meetodid.

| Proovide kogumine | EMEP | EMEP (NILU) teflonkoguja | |
|---|---------------------------------------|--|--------|
| Proovi hulk | Volumeetria | Mõõtkolvid | |
| Eesti | | Keskkonnauuringute | Keskus |
| Elektrijuhtivus | Konduktomeetria | Accument 20; Denver Instrument Company | 1995 |
| pH | Potentsiomeetria | " | 1995 |
| SO ₄ , Cl, NO ₃ | Ioonkromatograafia | Dionex DX-120 | 1997 |
| PO ₄ | Spektrofotomeetria | Spekol 11 Carl Zeiss | 1982 |
| NH ₄ | " | KFK-2 | 1985 |
| Ca, Mg, Na, K, Zn, Pb, Cu, Cd, Hg | Aatom-absorptsioon spektrofotomeetria | Spectra AA250 Plus Varian | 1994 |
| Tartu | | Keskkonnauuringud | |
| Elektrijuhtivus | Konduktomeetria | Hüdromat/Saksamaa | 1989 |
| pH | Potentsiomeetria | Jenway/U.K. | 1997 |
| SO ₄ , Cl, NO ₃ , Ca, Mg, Na, K | Ioonkromatograafia | Alltech/USA | 1998 |
| NH ₄ | Spektrofotomeetria | Skalar/Holland | 1998 |
| Zn, Pb, Cu, Cd, Hg | Aatom-absorptsioon spektrofotomeetria | Spectra AA250 Plus Varian | 1994 |

Lisa 2. Saasteainete kontsentratsioonid sademete seire jaamades 2004.a.

[EKUKSademed2004.xls](#)

| LAHEMAA | Hulk | pH | NH ₄ N | NO ₃ N | Cl | SO ₄ S | Ca | Mg | Na | K | Cd | Cu | Hg | Pb | Zn | τ |
|--------------------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|---------------|------------|
| Kuu | mm | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µs/cm |
| Jaanuar | 28 | 4.60 | 0.16 | 0.21 | 0.55 | 0.37 | 0.15 | 0.03 | 0.13 | 0.03 | 0.08 | 3.5 | <0.05 | <1 | <10 | 19.6 |
| Veebruar | 26 | 5.01 | 0.05 | 0.22 | 0.46 | 0.24 | 0.14 | 0.04 | 0.26 | 0.07 | <0.02 | 3.1 | <0.05 | <1 | <10 | 10.9 |
| Märts | 43 | 4.32 | 0.21 | 0.26 | 0.56 | 0.36 | 0.17 | 0.03 | 0.15 | 0.04 | 0.05 | 5.9 | <0.05 | <1 | <10 | 15.2 |
| Aprill | 8 | 4.77 | 0.66 | 0.22 | 0.45 | 0.67 | 0.12 | 0.02 | 0.14 | 0.11 | 0.22 | 5.1 | <0.05 | <1 | <10 | 11.2 |
| Mai | 38 | 4.69 | 0.17 | 0.11 | 0.36 | 0.36 | 0.31 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.03 | 1.8 | <0.05 | <1 | <10 | 13.8 |
| Juuni | 122 | 4.60 | 0.07 | 0.11 | 0.21 | 0.23 | 0.20 | 0.03 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 3.6 | <0.05 | <1 | <10 | 8.2 |
| Juuli | 155 | 4.90 | 0.02 | 0.06 | 0.24 | 0.19 | 0.17 | 0.03 | 0.14 | 0.15 | <0.02 | 4.4 | <0.05 | 3.7 | <10 | 5.2 |
| August | 72 | 4.72 | 0.13 | 0.11 | 0.24 | 0.22 | 0.16 | 0.04 | 0.21 | 0.17 | 0.05 | 16.2 | <0.05 | 1.3 | 27 | 8.7 |
| September | 115 | 4.83 | 0.04 | 0.10 | 0.49 | 0.24 | 0.03 | 0.02 | 0.23 | 0.03 | <0.02 | 25.6 | <0.05 | <1 | <10 | 5.8 |
| Oktoober | 59 | 5.37 | 0.07 | 0.11 | 0.27 | 0.24 | 0.31 | 0.03 | 0.19 | 0.04 | <0.02 | 28 | <0.05 | <1 | <10 | 7.3 |
| November | 56 | 4.56 | 0.05 | 0.08 | 0.23 | 0.08 | 0.13 | 0.04 | 0.30 | 0.05 | 0.04 | 1.3 | <0.05 | <1 | <10 | 10.2 |
| Detsember | 47 | 4.40 | 0.13 | 0.26 | 0.52 | 0.31 | 0.03 | 0.04 | 0.27 | 0.05 | 0.07 | 41.6 | <0.05 | 0.5 | <10 | 12.9 |
| 2004 | 769.6 | 4.69 | 0.08 | 0.12 | 0.34 | 0.24 | 0.16 | 0.03 | 0.17 | 0.08 | 0.03 | 12.3 | <0.05 | 1.22 | <10 | 8.8 |
| 2004 I kv | 96.8 | 4.50 | 0.15 | 0.24 | 0.53 | 0.33 | 0.15 | 0.03 | 0.17 | 0.05 | 0.05 | 4.5 | <0.05 | <1 | <10 | 15.3 |
| 2004 II kv | 167.3 | 4.63 | 0.12 | 0.11 | 0.25 | 0.28 | 0.22 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 3.3 | <0.05 | <1 | <10 | 9.6 |
| 2004 III kv | 343.0 | 4.83 | 0.05 | 0.08 | 0.32 | 0.21 | 0.12 | 0.03 | 0.18 | 0.11 | 0.02 | 14.0 | <0.05 | 2.12 | <10 | 6.1 |
| 2004 IV kv | 162.5 | 4.65 | 0.08 | 0.14 | 0.33 | 0.21 | 0.17 | 0.04 | 0.25 | 0.04 | 0.04 | 22.7 | <0.05 | <1 | <10 | 9.9 |

* vett ei jätkunud kõikideks analüüsideks

| VILSANDI | Hulk | pH | NH₄,N | NO₃,N | Cl | SO₄,S | Ca | Mg | Na | K | Cd | Cu | Hg | Pb | Zn | τ |
|--------------------|--------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|
| Kuu | mm | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µS/cm |
| Jaanuar | 36 | 4.46 | 0.22 | 0.61 | 1.34 | 0.53 | 0.37 | 0.14 | 0.77 | 0.10 | 0.08 | 6.3 | <0.05 | <1 | 14 | 23.7 |
| Veebruar | 29 | 4.39 | 0.34 | 0.56 | 1.99 | 0.56 | 0.30 | 0.17 | 1.08 | 0.09 | 0.02 | 6.8 | <0.05 | <1 | 20 | 23.8 |
| Märts | 32 | 4.33 | 0.97 | 0.65 | 0.94 | 0.81 | 0.19 | 0.08 | 0.65 | 0.07 | 0.03 | 4.3 | <0.05 | <1 | 15 | 26.6 |
| Aprill | 4 | 6.31 | 1.10 | 0.50 | 0.66 | 0.99 | 2.39 | 0.47 | 0.34 | 0.21 | 0.35 | 14.2 | <0.05 | <1 | 32 | 26.6 |
| Mai | 28 | 5.54 | 0.20 | 0.20 | 0.91 | 0.85 | 1.17 | 0.16 | 0.45 | 0.16 | 0.03 | 2.8 | <0.05 | <1 | 11 | 13.0 |
| Juuni | 58 | 4.91 | 0.04 | 0.01 | 0.34 | 0.21 | 0.22 | 0.06 | 0.22 | 0.16 | 0.05 | 7.7 | <0.05 | <1 | <10 | 6.5 |
| Juuli | 89 | 4.74 | 0.11 | 0.12 | 0.96 | 0.41 | 0.30 | 0.08 | 0.34 | 0.17 | 0.14 | 8.9 | <0.05 | 1.5 | <10 | 8.4 |
| August | 28 | 6.47 | 5.31 | 0.18 | 1.66 | 2.11 | 2.48 | 0.47 | 2.22 | 1.23 | 0.05 | 16.2 | <0.05 | 1.3 | 27 | 79.0 |
| September | 121 | 4.96 | 0.29 | 0.13 | 0.98 | 0.33 | 0.12 | 0.06 | 0.65 | 0.15 | 0.09 | 23 | <0.05 | 1.5 | <10 | 10.7 |
| Oktoober | 47 | 4.99 | 0.04 | 0.02 | 0.90 | 0.43 | 0.14 | 0.09 | 0.58 | 0.09 | <0.02 | 24.7 | <0.05 | <1 | <10 | 8.5 |
| November | 91 | 4.74 | 0.16 | 0.09 | 1.75 | 0.26 | 0.18 | 0.21 | 1.57 | 0.14 | <0.02 | 2.3 | <0.05 | <1 | 15 | 20.1 |
| Detsember | 72 | 4.44 | 0.31 | 0.42 | 4.57 | 0.58 | 0.21 | 0.40 | 3.49 | 0.19 | 0.10 | 47.3 | <0.05 | 0.5 | 12 | 30.2 |
| 2004 | 634.7 | 4.71 | 0.46 | 0.22 | 1.52 | 0.51 | 0.36 | 0.16 | 1.10 | 0.19 | 0.07 | 15.67 | <0.05 | <1 | 10.3 | 18.7 |
| 2004 I kv | 97.1 | 4.39 | 0.50 | 0.61 | 1.41 | 0.63 | 0.29 | 0.13 | 0.83 | 0.09 | 0.05 | 5.80 | <0.05 | <1 | 16.1 | 24.7 |
| 2004 II kv | 89.9 | 5.05 | 0.14 | 0.09 | 0.53 | 0.45 | 0.62 | 0.11 | 0.30 | 0.16 | 0.06 | 6.45 | <0.05 | <1 | <10 | 9.4 |
| 2004 III kv | 237.7 | 4.91 | 0.81 | 0.13 | 1.05 | 0.57 | 0.46 | 0.11 | 0.72 | 0.28 | 0.10 | 16.92 | <0.05 | 1.48 | <10 | 17.8 |
| 2004 IV kv | 210.0 | 4.64 | 0.18 | 0.19 | 2.53 | 0.41 | 0.18 | 0.24 | 2.00 | 0.15 | 0.04 | 22.75 | <0.05 | <1 | 11.7 | 21.0 |

| HARKU Kuu | Hulk mm | pH | NH ₄ ,N mg/l | NO ₃ ,N mg/l | Cl mg/l | SO ₄ ,S mg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | Cd µg/l | Cu µg/l | Hg µg/l | Pb µg/l | Zn µg/l | τ µs/cm |
|--------------------|------------|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|------------|
| Jaanuar | 11 | 6.31 | 0.27 | 0.72 | 6.84 | 0.95 | 0.65 | 0.08 | 5.15 | 0.06 | 0.08 | 1.8 | <0.05 | 1.2 | 12 | 42 |
| Veebruar | 15 | 5.88 | 0.2 | 0.52 | 3.71 | 0.64 | 2.12 | 0.09 | 3.88 | 0.05 | 0.04 | <1 | <0.05 | <1 | 18 | 38 |
| Märts | 26 | 6.19 | 0.3 | 0.81 | 2.95 | 1.04 | 2.39 | 0.87 | 2.04 | 0.61 | <0.02 | 2.8 | <0.05 | <1 | 23 | 45 |
| Aprill | 18 | 6.54 | 0.92 | 0.75 | 1.56 | 1.53 | 5.30 | 0.28 | 0.51 | 0.17 | 0.04 | 3.1 | <0.05 | <1 | 67 | 49 |
| Mai | 28 | 7.06 | 0.37 | 0.43 | 1.17 | 1.42 | 10.50 | 0.19 | 0.44 | 0.19 | <0.02 | 5.34 | <0.05 | 1.48 | <10 | 60 |
| Juuni | 63 | 6.46 | 0.02 | 0.08 | 0.38 | 0.37 | 1.96 | 0.25 | 0.19 | 0.01 | 0.03 | 5.7 | <0.05 | <1 | 28 | 16 |
| Juuli | 246 | 6.36 | <0.01 | 0.07 | 0.44 | 0.37 | 0.93 | 0.12 | 0.24 | 0.05 | 0.04 | <1 | <0.05 | <1 | 114 | 9 |
| August | 58 | 6.41 | 0.48 | 0.4 | 1.79 | 0.678 | 2.95 | 0.23 | 0.64 | 0.26 | <0.02 | 6.2 | <0.05 | <1 | 40 | 23 |
| September | 95 | 6.06 | 0.09 | 0.02 | 0.65 | 0.304 | 1.26 | 0.131 | 0.47 | 0.157 | <0.02 | 18.8 | <0.05 | <1 | 17 | 11 |
| Oktoober | 82 | 6.17 | 0.02 | 0.05 | 0.75 | 0.29 | 1.51 | 0.158 | 0.38 | 0.137 | 0.04 | 13.2 | <0.05 | <1 | 16 | 11 |
| November | 69 | 6.12 | 0.07 | 0.17 | 1.12 | 0.464 | 1.23 | 0.137 | 0.72 | 0.156 | 0.03 | 6.7 | <0.05 | <1 | 32 | 14 |
| Detsember | 40 | 5.73 | 0.46 | 0.47 | 2.13 | 0.86 | 1.09 | 0.229 | 1.07 | 0.275 | 0.12 | 9.1 | <0.05 | <1 | 135 | 19 |
| 2004 | 751 | 6.21 | 0.14 | 0.19 | 1.05 | 0.52 | 1.8 | 0.18 | 0.62 | 0.13 | 0.03 | 6.45 | <0.05 | 0.55 | 59.9 | 17 |
| 2004 I kv | 52 | 6.09 | 0.26 | 0.71 | 3.97 | 0.90 | 1.95 | 0.48 | 3.22 | 0.33 | 0.03 | 1.92 | <0.05 | 0.64 | 19.3 | 42 |
| 2004 II kv | 110 | 6.57 | 0.26 | 0.28 | 0.78 | 0.83 | 4.71 | 0.24 | 0.31 | 0.09 | 0.03 | 5.18 | <0.05 | 0.75 | 28.6 | 33 |
| 2004 III kv | 399 | 6.27 | 0.09 | 0.11 | 0.69 | 0.40 | 1.30 | 0.14 | 0.35 | 0.10 | 0.03 | 5.70 | <0.05 | <1 | 80.1 | 11 |
| 2004 IV kv | 190 | 6.02 | 0.13 | 0.18 | 1.17 | 0.47 | 1.32 | 0.17 | 0.65 | 0.17 | 0.05 | 9.99 | <0.05 | <1 | 46.7 | 14 |

| JÕHVI Kuu | Hulk mm | pH | NH ₄ ,N mg/l | NO ₃ ,N mg/l | Cl mg/l | SO ₄ ,S mg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | Cd µg/l | Cu µg/l | Hg µg/l | Pb µg/l | Zn µg/l | τ µs/cm |
|--------------------|------------|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|------------|------------|
| Jaanuar | 15 | 5.9 | 0.38 | 0.63 | 1.66 | 1.2 | 2.7 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.11 | 1.5 | <0.05 | <1 | 81 | 28 |
| Veebruar | 21 | 4.48 | 0.09 | 0.44 | 0.91 | 0.3 | 0.8 | 0.1 | 0.5 | 0.2 | 0.05 | 3.1 | <0.05 | <1 | 43 | 18 |
| Märts | 36 | 4.51 | 0.48 | 0.39 | 0.55 | 0.9 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 6.9 | <0.05 | <1 | 88 | 21 |
| Aprill | 5 | 7.75 | 0.08 | 0.18 | 3.42 | 5.5 | 34.4 | 7.2 | 1.9 | 0.7 | 0.06 | 32.5 | vähe vett | <1 | 770 | 249 |
| Mai | 20 | 6.52 | 1.15 | 0.28 | 1.46 | 1.7 | 5.5 | 0.7 | 0.9 | 0.7 | <0.02 | 5.22 | <0.05 | <1 | 50 | 54 |
| Juuni | 100 | 5.8 | 0.14 | 0.08 | 0.27 | 0.4 | 1.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | <0.02 | <1 | <0.05 | <1 | 15 | 14 |
| Juuli | 67 | 5.94 | 1.74 | 0.06 | 0.25 | 0.4 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | <0.02 | 1.9 | <0.05 | <1 | <10 | 25 |
| August | 44 | 6.24 | 0.83 | 0.13 | 0.31 | 0.5 | 0.9 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.04 | 11 | <0.05 | <1 | <10 | 13 |
| September | 99 | 5.17 | 0.18 | 0.14 | 0.4 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.03 | 7.6 | <0.05 | <1 | <10 | 8 |
| Oktoober | 51 | 5.59 | 0.44 | 0.1 | 0.5 | 0.6 | 0.8 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.05 | 6 | <0.05 | <1 | <10 | 11 |
| November | 28 | 5.65 | 0.24 | 0.42 | 1.15 | 1.1 | 1.1 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.05 | 8.1 | <0.05 | 2.4 | 501 | 17 |
| Detsember | 22 | 5.5 | 2.5 | 0.2 | 1.19 | 0.5 | 0.8 | 0.1 | 0.7 | 0.2 | 0.09 | 12.6 | <0.05 | <1 | 23 | 14 |
| 2004 | 508 | 5.23 | 0.63 | 0.18 | 0.57 | 0.63 | 1.36 | 0.22 | 0.28 | 0.17 | 0.04 | 5.60 | <0.05 | 0.60 | 54 | 19 |
| 2004 I kv | 71 | 4.60 | 0.35 | 0.45 | 0.88 | 0.80 | 0.99 | 0.12 | 0.45 | 0.18 | 0.09 | 4.68 | <0.05 | <1 | 73 | 21 |
| 2004 II kv | 125 | 5.88 | 0.30 | 0.12 | 0.60 | 0.81 | 3.41 | 0.56 | 0.28 | 0.20 | <0.02 | 2.65 | <0.05 | <1 | 53 | 30 |
| 2004 III kv | 211 | 5.44 | 0.82 | 0.11 | 0.33 | 0.44 | 0.52 | 0.09 | 0.16 | 0.15 | 0.03 | 6.49 | <0.05 | <1 | <10 | 14 |
| 2004 IV kv | 101 | 5.58 | 0.84 | 0.23 | 0.81 | 0.69 | 0.85 | 0.12 | 0.40 | 0.17 | 0.06 | 8.04 | <0.05 | 1.02 | 145 | 13 |

| KUNDA Kuu | Hulk mm | pH | NH ₄ ,N mg/l | NO ₃ ,N mg/l | Cl mg/l | SO ₄ ,S mg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | Cd µg/l | Cu µg/l | Hg µg/l | Pb µg/l | Zn µg/l | τ µs/cm |
|--------------------|------------|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| Jaanuar | 16 | 7.24 | 0.2 | 1.26 | 1.96 | 2.37 | 6.93 | 0.35 | 0.58 | 0.63 | 0.07 | 2.2 | <0.05 | <1 | 40 | 53 |
| Veebruar | 19 | 6.35 | 0.15 | 0.75 | 2.51 | 1.49 | 7.33 | 0.40 | 0.88 | 0.90 | 0.05 | 6.6 | <0.05 | <1 | <10 | 57 |
| Märts | 43 | 6.65 | 0.25 | 0.89 | 1.95 | 1.78 | 4.74 | 0.52 | 0.88 | 0.88 | 0.05 | 1.7 | <0.05 | <1 | 24 | 54 |
| Aprill | 14 | 6.75 | 0.64 | 1.77 | 1.23 | 2.3 | 9.78 | 0.52 | 0.49 | 0.75 | 0.07 | 6.3 | <0.05 | <1 | 25 | 77 |
| Mai | 21 | 7.00 | 0.01 | 1.02 | 0.86 | 2.37 | 11.80 | 0.70 | 0.43 | 0.70 | <0.02 | 11.8 | <0.05 | 1.1 | 19 | 70 |
| Juuni | 123 | 6.43 | 0.01 | 0.09 | 0.38 | 0.47 | 2.73 | 0.24 | 0.33 | 0.15 | <0.02 | <1 | <0.05 | <1 | 23 | 22 |
| Juuli | 83 | 6.46 | 0.02 | 0.23 | 0.76 | 0.64 | 3.35 | 0.27 | 0.58 | 0.33 | 0.03 | <1 | <0.05 | <1 | 12 | 27 |
| August | 84 | 6.76 | 0.08 | 0.21 | 0.53 | 0.62 | 5.06 | 0.32 | 0.48 | 0.45 | 0.05 | 12.3 | <0.05 | <1 | 22 | 29 |
| September | 81 | 6.67 | 0.02 | 0.17 | 0.6 | 0.73 | 4.28 | 0.32 | 0.35 | 0.32 | <0.02 | 7.3 | <0.05 | <1 | <10 | 28 |
| Oktoober | 54 | 6.63 | <0.01 | 0.18 | 0.97 | 1.15 | 5.2 | 0.37 | 0.50 | 0.38 | 0.03 | 3.3 | <0.05 | <1 | 13 | 41 |
| November | 49 | 6.88 | 0.03 | 0.57 | 1.66 | 1.24 | 6.01 | 0.32 | 1.00 | 0.84 | 0.03 | 11.8 | <0.05 | <1 | 24 | 46 |
| Detsember | 42 | 6.91 | <0.01 | 1.22 | 2.91 | 3.55 | 11.8 | 0.52 | 1.47 | 3.34 | 0.06 | 13.4 | <0.05 | <1 | 42 | 90 |
| 2004 | 630 | 6.61 | 0.06 | 0.43 | 1.04 | 1.14 | 5.24 | 0.35 | 0.59 | 0.64 | 0.03 | 5.75 | <0.05 | <1 | 19 | 39 |
| 2004 I kv | 78 | 6.57 | 0.22 | 0.93 | 2.09 | 1.83 | 5.83 | 0.45 | 0.82 | 0.83 | 0.05 | 3.0 | <0.05 | <1 | 23 | 54 |
| 2004 II kv | 159 | 6.50 | 0.07 | 0.36 | 0.52 | 0.89 | 4.57 | 0.33 | 0.36 | 0.27 | 0.02 | 2.52 | <0.05 | <1 | 23 | 33 |
| 2004 III kv | 248 | 6.61 | 0.04 | 0.20 | 0.63 | 0.66 | 4.23 | 0.30 | 0.47 | 0.37 | 0.03 | 6.71 | <0.05 | <1 | 13 | 28 |
| 2004 IV kv | 145 | 6.78 | 0.01 | 0.61 | 1.76 | 1.87 | 7.38 | 0.40 | 0.95 | 1.39 | 0.04 | 9.08 | <0.05 | <1 | 25 | 57 |

| LääNE-NIGULA Kuu | Hulk mm | pH | NH ₄ ,N mg/l | NO ₃ ,N mg/l | Cl mg/l | SO ₄ ,S mg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | Cd µg/l | Cu µg/l | Hg µg/l | Pb µg/l | Zn µg/l | τ µs/cm |
|--------------------|------------|-------------|----------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|------------|------------|
| Jaanuar | 7 | 6.5 | 1.18 | 1.15 | 4.07 | 2.19 | 3.38 | 0.40 | 3.49 | 1.82 | 1.3 | 1.7 | 0.08 | <1 | 4240 | 68 |
| Veebruar | 17 | 6.19 | 0.88 | 0.56 | 1.60 | 0.79 | 0.91 | 0.13 | 1.29 | 0.89 | 0.21 | <1 | <0.05 | <1 | 1790 | 29 |
| Märts | 19 | 6.4 | 1.0 | 0.78 | 2.19 | 1.72 | 1.35 | 0.24 | 1.97 | 1.24 | 0.07 | 3.6 | <0.05 | <1 | 233 | 42 |
| Aprill | 4 | 6.65 | 1.52 | 0.66 | 4.59 | 3.40 | 4.48 | 0.67 | 2.96 | 0.60 | 0.09 | 3.1 | | <1 | 164 | 68 |
| Mai | 38 | 6.12 | 0.8 | 0.41 | 1.20 | 0.80 | 1.27 | 0.30 | 0.68 | 0.30 | 0.06 | 2.75 | <0.05 | <1 | 53 | 20 |
| Juuni | 41 | 5.71 | 0.28 | 0.12 | 0.54 | 0.35 | 0.72 | 0.14 | 0.56 | 0.21 | 0.05 | <1 | 0.08 | <1 | 46 | 13 |
| Juuli | 34 | 5.88 | 0.56 | 0.13 | 0.73 | 0.49 | 1.27 | 0.16 | 0.65 | 0.31 | 0.03 | <1 | <0.05 | <1 | 34 | 17 |
| August | 35 | 6.2 | 0.42 | 0.27 | 0.84 | 0.44 | 1.21 | 0.10 | 0.71 | 0.59 | 0.14 | 19 | 0.08 | <1 | 1060 | 18 |
| September | 42 | 5.92 | 0.28 | 0.17 | 1.66 | 0.47 | 0.91 | 0.18 | 1.01 | 0.19 | <0.02 | 7.7 | <0.05 | <1 | 45 | 14 |
| Oktoober | 20 | 6.13 | 0.51 | 0.16 | 1.52 | 0.47 | 0.91 | 0.17 | 1.11 | 0.41 | 0.04 | 5.6 | <0.05 | <1 | 28 | 18 |
| November | 26 | 6.01 | 1.0 | 0.24 | 2.98 | 0.49 | 0.47 | 0.17 | 2.00 | 0.84 | 0.08 | 8.1 | 0.05 | 1.4 | 67 | 26 |
| Detsember | 25 | 6.44 | 1.3 | 0.39 | 3.14 | 1.02 | 1.55 | 0.28 | 2.53 | 1.16 | 0.14 | 16.4 | 0.08 | <1 | 1022 | 44 |
| 2004 | 308 | 6.02 | 0.65 | 0.31 | 1.61 | 0.71 | 1.15 | 0.20 | 1.21 | 0.56 | 0.10 | 6.40 | <0.05 | <1 | 374 | 23 |
| 2004 I kv | 43 | 6.32 | 1.05 | 0.76 | 2.28 | 1.43 | 1.93 | 0.29 | 2.41 | 1.40 | 0.42 | 3.06 | <0.05 | <1 | 1376 | 49 |
| 2004 II kv | 83 | 5.88 | 0.58 | 0.28 | 1.04 | 0.71 | 1.15 | 0.24 | 0.73 | 0.27 | 0.06 | 1.65 | <0.05 | <1 | 55 | 19 |
| 2004 III kv | 111 | 5.98 | 0.41 | 0.19 | 1.11 | 0.47 | 1.11 | 0.15 | 0.80 | 0.35 | 0.06 | 9.12 | <0.05 | <1 | 366 | 16 |
| 2004 IV kv | 71 | 6.16 | 0.97 | 0.27 | 2.62 | 0.67 | 0.98 | 0.21 | 1.94 | 0.83 | 0.09 | 10.33 | 0.054 | <1 | 394 | 30 |

| MATSALU | Hulk | pH | NH₄,N | NO₃,N | Cl | SO₄,S | Ca | Mg | Na | K | Cd | Cu | Hg | Pb | Zn | τ |
|--------------------|-------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|
| Kuu | mm | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µs/cm |
| Jaanuar | 23 | 4.9 | 0.48 | 0.41 | 1.65 | 0.52 | 0.896 | 0.285 | 1.19 | 0.158 | 0.13 | 3.6 | <0.05 | 1.1 | 16 | 23 |
| Veebruar | 40 | 4.8 | 0.1 | 0.28 | 0.85 | 0.33 | 0.246 | 0.133 | 0.472 | 0.064 | 0.03 | 4.1 | <0.05 | <1 | <10 | 13 |
| Märts | 49 | 4.56 | 0.66 | 0.5 | 0.8 | 0.59 | 0.086 | 0.063 | 0.624 | 0.110 | 0.05 | 2.98 | <0.05 | <1 | <10 | 19 |
| Aprill | 15 | 5.89 | 0.74 | 0.4 | 0.27 | 0.56 | 1.13 | 0.165 | 0.102 | 0.122 | 0.09 | <1 | <0.05 | <1 | <10 | 16 |
| Mai | 49 | 6.11 | 0.68 | 0.36 | 1.17 | 1.34 | 1.65 | 0.313 | 0.7 | 0.313 | 0.04 | 2.2 | <0.05 | <1 | <10 | 20 |
| Juuni | 89 | 5.55 | 0.19 | 0.09 | 0.79 | 0.377 | 0.404 | 0.118 | 0.181 | 0.060 | 0.02 | <1 | <0.05 | <1 | <10 | 8 |
| Juuli | 116 | 5.08 | 0.14 | 0.16 | 0.46 | 0.32 | 0.45 | 0.084 | <0.01 | <0.01 | 0.02 | <1 | <0.05 | <1 | <10 | 8 |
| August | 65 | 5.97 | 0.37 | 0.27 | 1.29 | 0.407 | 0.59 | 0.23 | 0.75 | 0.105 | 0.03 | 25.2 | <0.05 | <1 | 11 | 18 |
| September | 66 | 5.32 | 0.74 | 0.2 | 2.08 | 0.27 | 0.33 | 0.24 | 1.32 | 0.218 | 0.08 | 2.3 | <0.05 | <1 | <10 | 17 |
| Oktoober | 48 | 5.08 | 0.23 | 0.25 | 0.73 | 0.267 | 0.30 | 0.11 | 0.34 | 0.352 | 0.05 | 7.1 | <0.05 | <1 | <10 | 10 |
| November | 52 | 4.8 | 0.29 | 0.33 | 1.58 | 0.38 | 0.20 | 0.155 | 0.9 | 0.083 | 0.06 | 4.5 | <0.05 | 1.8 | <10 | 19 |
| Detsember | 77.8 | 4.41 | 0.48 | 0.39 | 1.81 | 0.44 | 0.12 | 0.18 | 1.27 | 0.102 | 0.08 | 4.8 | <0.05 | 1.6 | 21 | 27 |
| 2004 | 689 | 4.93 | 0.38 | 0.27 | 1.12 | 0.45 | 0.46 | 0.16 | 0.62 | 0.12 | 0.08 | 3.85 | <0.05 | <1 | <10 | 15 |
| 2004 I kv | 111.0 | 4.69 | 0.42 | 0.41 | 0.99 | 0.48 | 0.31 | 0.13 | 0.69 | 0.10 | 0.06 | 3.51 | <0.05 | <1 | <10 | 18 |
| 2004 II kv | 152.2 | 5.70 | 0.401 | 0.21 | 0.86 | 0.71 | 0.88 | 0.19 | 0.35 | 0.15 | 0.06 | 1.05 | <0.05 | <1 | <10 | 13 |
| 2004 III kv | 247.2 | 5.26 | 0.36 | 0.20 | 1.11 | 0.33 | 0.46 | 0.16 | 0.55 | 0.09 | 0.05 | 4.07 | <0.05 | <1 | <10 | 13 |
| 2004 IV kv | 178.3 | 4.62 | 0.36 | 0.33 | 1.45 | 0.38 | 0.19 | 0.15 | 0.91 | 0.16 | 0.07 | 5.33 | <0.05 | 1.36 | 12.0 | 20 |

| SAKA | Hulk | pH | NH ₄ ,N | NO ₃ ,N | Cl | SO ₄ ,S | Ca | Mg | Na | K | Cd | Cu | Hg | Pb | Zn | τ |
|--------------------|--------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|-------------|-----------|
| Kuu | mm | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µs/cm |
| Jaanuar | 18 | 8.81 | 0.89 | 0.51 | 0.94 | 2.58 | 3.86 | 0.35 | 0.32 | 0.15 | 0.73 | 4 | <0.05 | <1 | <10 | 49 |
| Veebruar | 25 | 6.33 | 3.3 | 0.79 | 1.4 | 2.90 | 3.05 | 0.25 | 0.25 | 0.15 | 1.5 | 5.6 | <0.05 | <1 | 18 | 58 |
| Märts | 34 | 4.77 | 2.1 | 0.76 | 1.01 | 2.03 | 0.63 | 0.11 | 0.51 | 0.18 | 1.12 | 2.5 | <0.05 | <1 | 21 | 40 |
| Aprill | 4 | 6.37 | 0.3 | 0.65 | 0.55 | 2.06 | 4.42 | 0.28 | 0.29 | 0.28 | 0.89 | 18.2 | vähe vett | <1 | 58 | 38 |
| Mai | 19 | 6.02 | 0.3 | 0.29 | 1.06 | 1.76 | 3.34 | 0.70 | 0.27 | 0.70 | 0.13 | 1.59 | <0.05 | <1 | 15 | 29 |
| Juuni | 29 | 5.67 | 0.25 | 0.16 | 0.35 | 0.31 | 0.74 | 0.12 | 0.22 | 0.14 | 0.04 | 1.9 | <0.05 | <1 | 17 | 11 |
| Juuli | 7 | 5.82 | <0.01 | 0.08 | 0.6 | 1.08 | 2.14 | 0.21 | 0.56 | 0.87 | <0.02 | 3.9 | <0.05 | <1 | <10 | 18 |
| August | 15 | 5.74 | 0.14 | 0.04 | 0.37 | 1.03 | 1.21 | 0.19 | 0.46 | 0.159 | 0.06 | 9 | <0.05 | <1 | <10 | 17 |
| September | 33 | 5.82 | 0.6 | 0.06 | 0.61 | 0.70 | 0.31 | 0.06 | 0.26 | 0.18 | 0.04 | 4.3 | <0.05 | <1 | <10 | 10 |
| Oktoober | 30 | 6.01 | 0.67 | 0.25 | 0.69 | 1.97 | 3.08 | 0.38 | 0.31 | 0.45 | 0.04 | 15 | <0.05 | <1 | <10 | 29 |
| November | 36 | 5.45 | 1.0 | 0.4 | 0.58 | 1.36 | 0.96 | 0.11 | 0.25 | 0.07 | 0.03 | 9 | 0.08 | 1.3 | <10 | 19 |
| Detsember | 29 | 5.14 | 0.17 | 0.45 | 0.84 | 2.70 | 0.92 | 0.14 | 0.47 | 0.14 | 0.04 | 2.6 | <0.05 | <1 | <10 | 34 |
| 2004 | 555.0 | 5.39 | 0.96 | 0.38 | 0.77 | 1.69 | 1.67 | 0.21 | 0.33 | 0.23 | 0.37 | 5.75 | <0.05 | <1 | 10.8 | 29 |
| 2004 I kv | 76.8 | 5.12 | 2.20 | 0.71 | 1.12 | 2.44 | 2.17 | 0.21 | 0.38 | 0.16 | 1.16 | 3.87 | <0.05 | <1 | 16.4 | 48 |
| 2004 II kv | 51.2 | 5.80 | 0.27 | 0.24 | 0.62 | 0.97 | 1.96 | 0.34 | 0.25 | 0.36 | 0.14 | 3.00 | <0.05 | <1 | 19.3 | 19 |
| 2004 III kv | 54.8 | 5.80 | 0.40 | 0.06 | 0.54 | 0.84 | 0.79 | 0.12 | 0.35 | 0.26 | 0.04 | 5.55 | <0.05 | <1 | <10 | 13 |
| 2004 IV kv | 94.7 | 5.41 | 0.64 | 0.37 | 0.69 | 1.96 | 1.61 | 0.20 | 0.34 | 0.21 | 0.04 | 8.89 | <0.05 | <1 | <10 | 27 |

| TIIRIKOJA | Hulk | pH | NH ₄ ,N | NO ₃ ,N | Cl | SO ₄ ,S | Ca | Mg | Na | K | Cd | Cu | Hg | Pb | Zn | τ |
|--------------------|------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|------------|-----------|
| Kuu | mm | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µs/cm |
| Jaanuar | 17 | 6.02 | 0.4 | 0.63 | 1.31 | 0.81 | 2.17 | 0.12 | 0.52 | 0.49 | 0.26 | 1.1 | <0.05 | <1 | 84 | 18 |
| Veebruar | 23 | 5.6 | 0.37 | 0.6 | 1.23 | 0.58 | 1.53 | 0.18 | 1.05 | 0.89 | 0.4 | 1.1 | <0.05 | <1 | 296 | 24 |
| Märts | 36 | 5.64 | 0.74 | 0.58 | 1.07 | 1.00 | 0.71 | 0.08 | 1.00 | 0.82 | 0.33 | 13 | <0.05 | <1 | 93 | 23 |
| Aprill | 8 | 7.1 | 1.3 | 0.78 | 3.52 | 2.47 | 19.00 | 5.01 | 4.46 | 2.14 | 0.16 | 5.8 | <0.05 | <1 | 37 | 174 |
| Mai | 30 | 6.35 | 0.16 | 0.24 | 0.93 | 0.77 | 3.79 | 0.38 | 0.39 | 0.38 | 0.09 | 5.04 | <0.05 | <1 | 28 | 25 |
| Juuni | 157 | 5.64 | 0.02 | <0.02 | 0.28 | 0.307 | 0.78 | 0.09 | 0.18 | 0.11 | 0.09 | <1 | <0.05 | <1 | 23 | 8 |
| Juuli | 87 | 5.67 | 0.04 | 0.09 | 0.72 | 0.27 | 1.11 | 0.12 | 0.93 | 0.90 | 0.09 | <1 | <0.05 | <1 | 96 | 13 |
| August | 91 | 6.24 | 0.1 | <0.02 | 0.58 | 0.36 | 1.85 | 0.12 | 0.38 | 0.16 | 0.07 | 13.8 | <0.05 | <1 | 16 | 15 |
| September | 80 | 5.61 | 0.02 | 0.18 | 1.18 | 0.44 | 1.26 | 0.18 | 0.88 | 0.45 | 0.14 | 15.6 | <0.05 | <1 | 32 | 15 |
| Oktoober | 54 | 5.79 | 0.26 | 0.42 | 0.81 | 0.52 | 1.40 | 0.13 | 0.55 | 0.53 | 0.18 | 9.9 | <0.05 | <1 | 38 | 15 |
| November | 53 | 5.9 | 0.37 | 0.48 | 1.17 | 0.90 | 1.64 | 0.21 | 0.82 | 0.57 | 0.17 | 5.3 | <0.05 | 1.1 | 49 | 21 |
| Detsember | 27 | 6.11 | 0.58 | 0.63 | 1.96 | 0.64 | 1.09 | 0.18 | 1.40 | 1.10 | 0.46 | 18.7 | <0.05 | 1.5 | 1482 | 28 |
| 2004 | 661 | 5.76 | 0.19 | 0.22 | 0.84 | 0.51 | 1.56 | 0.20 | 0.66 | 0.48 | 0.15 | 7.03 | <0.05 | <1 | 111 | 17 |
| 2004 I kv | 76 | 5.69 | 0.55 | 0.60 | 1.17 | 0.83 | 1.29 | 0.12 | 0.91 | 0.76 | 0.33 | 6.74 | <0.05 | <1 | 151 | 22 |
| 2004 II kv | 194 | 5.72 | 0.09 | 0.08 | 0.51 | 0.46 | 1.95 | 0.33 | 0.38 | 0.23 | 0.09 | 1.40 | 0.05 | <1 | 24 | 17 |
| 2004 III kv | 257 | 5.77 | 0.05 | 0.09 | 0.814 | 0.353 | 1.416 | 0.140 | 0.718 | 0.501 | 0.098 | 9.88 | <0.05 | <1 | 48 | 14 |
| 2004 IV kv | 134 | 5.88 | 0.37 | 0.49 | 1.19 | 0.69 | 1.43 | 0.17 | 0.83 | 0.66 | 0.23 | 9.87 | <0.05 | <1 | 337 | 20 |

| TOOMA | Hulk | pH | NH ₄ ,N | NO ₃ ,N | Cl | SO ₄ ,S | Ca | Mg | Na | K | Cd | Cu | Hg | Pb | Zn | τ |
|--------------------|--------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|--------------|---------------|-------------|
| Kuu | mm | | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µs/cm |
| Jaanuar | 18 | 6.32 | 0.43 | 0.51 | 3.22 | 0.83 | 1.74 | 0.233 | 0.667 | 0.11 | 0.08 | <1 | <0.05 | <1 | <10 | 18 |
| Veebruar | 20 | 5.92 | 0.48 | 0.52 | 1.32 | 0.72 | 1.26 | 0.213 | 0.69 | 0.13 | 0.09 | <1 | <0.05 | <1 | 33 | 20 |
| Märts | 47 | 4.95 | 0.62 | 0.31 | 0.8 | 0.59 | 0.396 | 0.054 | 0.37 | 0.039 | 0.06 | <1 | <0.05 | <1 | <10 | 15 |
| Aprill | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mai | 25 | 6.39 | 0.23 | 0.15 | 1.16 | 0.79 | 2.72 | 0.08 | 0.68 | 0.081 | <0.02 | <1 | <0.05 | <1 | <10 | 21 |
| Juuni | 111 | 5.18 | 0.17 | 0.11 | 0.3 | 0.31 | 0.61 | 0.12 | 0.193 | 0.035 | 0.03 | <1 | <0.05 | <1 | 12 | 9 |
| Juuli | 70 | 5.65 | 0.06 | <0.02 | 0.22 | 0.18 | 0.43 | 0.06 | 0.239 | 0.237 | <0.02 | <1 | <0.05 | 1.6 | <10 | 5 |
| August | 127 | 5.58 | 0.26 | 0.19 | 0.62 | 0.36 | 0.61 | 0.08 | 0.42 | 0.252 | 0.03 | 5.2 | <0.05 | <1 | <10 | 9 |
| September | 88 | 4.74 | 0.15 | 0.13 | 0.64 | 0.3 | 0.28 | 0.10 | 0.427 | 0.052 | <0.02 | 1.2 | <0.05 | <1 | <10 | 10 |
| Oktoober | 47 | 4.68 | 0.14 | 0.15 | 0.24 | 0.23 | 0.12 | 0.03 | 0.127 | 0.034 | 0.05 | 11.2 | <0.05 | <1 | <10 | 7 |
| November | 71 | 4.48 | 0.22 | 0.15 | 0.78 | 0.21 | 0.05 | 0.05 | 0.42 | 0.163 | 0.04 | 16 | <0.05 | <1 | <10 | 12.8 |
| Detsember | 52 | 4.44 | 0.39 | 0.45 | 0.87 | 0.567 | 0.51 | 0.13 | 0.55 | 0.118 | 0.07 | 16.9 | <0.05 | 1.8 | 11 | 18.6 |
| 2004 | 676.4 | 4.90 | 0.15 | 0.19 | 0.66 | 0.37 | 0.56 | 0.09 | 0.37 | 0.13 | 0.04 | 5.10 | <0.05 | <1 | <10 | 11.0 |
| 2004 I kv | 84.9 | 5.18 | 0.55 | 0.40 | 1.44 | 0.67 | 0.89 | 0.13 | 0.51 | 0.08 | 0.07 | <1 | <0.05 | <1 | 11.5 | 16.8 |
| 2004 II kv | 136.5 | 5.26 | 0.18 | 0.12 | 0.46 | 0.40 | 1.00 | 0.11 | 0.28 | 0.04 | 0.03 | <1 | <0.05 | <1 | 10.7 | 11.6 |
| 2004 III kv | 285.2 | 5.14 | 0.02 | 0.13 | 0.53 | 0.30 | 0.47 | 0.08 | 0.38 | 0.19 | 0.02 | 2.81 | <0.05 | <1 | <10 | 7.9 |
| 2004 IV kv | 169.8 | 4.51 | 0.25 | 0.24 | 0.66 | 0.32 | 0.21 | 0.07 | 0.38 | 0.11 | 0.05 | 14.9 | <0.05 | <1 | <10 | 12.9 |

| Jaam | kuu | PH_L25 | NH4N_DA | NO3N_DIC | CL_DIC | SO4_DIC | CA_DJ | MG_DJ | NA_DJ | K_DJ | CTY_25N | CD_NG | CU_NG | HG_NNC | PB_NG | ZN_NF |
|------------|--------|--------|---------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|------|---------|----------|---------|----------|---------|--------|
| | mm | | mgN/l | mgN/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µS/cm | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Alam-Pedja | 1 13 | 6.39 | 0.88 | 0.9 | 2.3 | 3 | 1.5 | 0.3 | 1.3 | 0.52 | 29.6 | 0.0017 | 0.006 | < 0.0001 | 0.001 | 0.06 |
| Haanja | 1 30 | 5.94 | 0.43 | 0.62 | 1.3 | 1.2 | 0.57 | 0.1 | 0.87 | 0.89 | 16.9 | < 0.0001 | 0.005 | < 0.0001 | < 0.001 | 0.03 |
| Karula | 1 25 | 5.85 | 0.56 | 0.52 | 0.62 | 1.2 | 0.45 | 0.14 | 0.4 | 0.22 | 13.5 | < 0.0001 | < 0.001 | < 0.0001 | < 0.001 | 0.1 |
| Loodi | 1 12 | * | 0.38 | 0.75 | 1.8 | 1.8 | 0.95 | 0.27 | 1.3 | 0.17 | 20.8 | 0.0001 | 0.003 | < 0.0001 | 0.001 | 0.13 |
| Nigula | 1 16 | 5.61 | 0.22 | 0.42 | 1.2 | 1.2 | 0.79 | 0.21 | 0.47 | 0.21 | 11.4 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.0001 | < 0.001 | 0.02 |
| Otepää | 1 19 | * | 0.27 | 0.6 | 0.82 | 1.5 | 0.87 | 0.17 | 0.42 | 0.14 | 14.2 | < 0.0001 | < 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | 0.03 |
| Tahkuse | 1 16.9 | 5.53 | 0.25 | 0.54 | 0.59 | 1.3 | 1.1 | 0.25 | 0.53 | 0.14 | 12.8 | 0.0001 | < 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.02 |
| Alam-Pedja | 2 17 | 6.41 | 0.56 | 0.72 | 2.3 | 2.1 | 1.5 | 0.53 | 1.4 | 0.44 | 26.8 | 0.0009 | 0.006 | < 0.0001 | 0.002 | 0.08 |
| Haanja | 2 38 | 5.99 | 0.33 | 0.51 | 0.94 | 0.77 | 0.82 | 0.17 | 0.61 | 0.39 | 13 | < 0.0001 | 0.002 | < 0.0001 | < 0.001 | 0.02 |
| Karula | 2 54 | 5.4 | 0.4 | 1.3 | 1.2 | 1 | 0.71 | 0.15 | 0.79 | 0.29 | 16.2 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.0001 | < 0.001 | 0.07 |
| Loodi | 2 38 | 4.86 | 0.24 | 0.4 | 0.97 | 1.2 | 1 | 0.19 | 0.65 | 0.1 | 15.9 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | 0.08 |
| Nigula | 2 55 | 4.74 | 0.21 | 0.32 | 0.63 | 0.63 | 0.45 | 0.11 | 0.4 | 0.11 | 12.7 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.02 |
| Otepää | 2 40.9 | 5.25 | 0.24 | 0.33 | 0.87 | 1.1 | 0.62 | < 0.1 | 0.48 | 0.14 | 13.9 | < 0.0001 | < 0.001 | < 0.0001 | < 0.001 | 0.04 |
| Tahkuse | 2 49.6 | 5.54 | 0.28 | 0.44 | 0.56 | 0.91 | 0.61 | 0.14 | 0.36 | 0.1 | 9.9 | < 0.0001 | < 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.02 |
| Alam-Pedja | 3 33 | 6.46 | 0.61 | 0.72 | 1.5 | 2.5 | 0.69 | 0.31 | 1 | 0.29 | 24.7 | 0.0008 | 0.01 | < 0.0001 | 0.002 | 0.26 |
| Haanja | 3 50 | 5.93 | 0.59 | 0.35 | 0.86 | 1.8 | 0.32 | < 0.1 | 0.54 | 0.19 | 15.5 | < 0.0001 | 0.002 | < 0.0001 | < 0.001 | < 0.02 |
| Karula | 3 51 | 4.89 | 0.62 | 0.73 | 0.99 | 1.4 | 0.21 | < 0.1 | 0.73 | 0.34 | 19 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | 0.16 |
| Loodi | 3 39 | 4.66 | 0.54 | 0.73 | 0.87 | 1.3 | 0.24 | < 0.1 | 0.49 | 0.16 | 19 | 0.0001 | 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | 0.11 |
| Nigula | 3 68 | 5 | 0.47 | 0.37 | 2.3 | 1.2 | 0.22 | < 0.1 | 0.7 | 0.21 | 15.1 | < 0.0001 | 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | 0.05 |
| Otepää | 3 59 | 5.26 | 0.52 | 0.39 | 0.79 | 1.9 | 0.2 | < 0.1 | 0.34 | 0.11 | 15.5 | < 0.0001 | < 0.001 | < 0.0001 | 0.001 | 0.06 |
| Tahkuse | 3 53 | 4.65 | 0.58 | 0.48 | 0.91 | 1.5 | 0.23 | < 0.1 | 0.52 | 0.17 | 18.7 | 0.0002 | < 0.001 | < 0.0001 | 0.002 | < 0.02 |

| Jaam | kuu | PH_L25 | NH4N_DA | NO3N_DIC | CL_DIC | SO4_DIC | CA_DJ | MG_DJ | NA_DJ | K_DJ | CTY_25N | CD_NG | CU_NG | HG_NNC | PB_NG | ZN_NF | | | | | | | | |
|------------|-----|--------|---------|----------|--------|---------|-------|-------|-------|------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------|-------|---|------|
| | mm | | mgN/l | mgN/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µS/cm | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | | | | | | | | |
| Alam-Pedja | 4 | 7 | * | 3.3 | 1.8 | 4.4 | 6.1 | 2.1 | 0.58 | 2.9 | 2.7 | * | 0.0009 | 0.013 | < | 0.0001 | 0.002 | 0.68 | | | | | | |
| Haanja | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Karula | 4 | 1 | * | 0.96 | 0.78 | 4.5 | 4.4 | 3.5 | 1.3 | 2.6 | 0.55 | * | 0.0003 | 0.005 | | * | 0.002 | 0.53 | | | | | | |
| Loodi | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nigula | 4 | 8 | * | 1.3 | 0.71 | 1.5 | 2.6 | 0.93 | 0.27 | 1 | 0.77 | * | 0.0002 | 0.005 | < | 0.0001 | < | 0.001 | 0.1 | | | | | |
| Otepää | 4 | 13 | * | 0.72 | 0.65 | 0.8 | 2.2 | 0.66 | 0.17 | 0.51 | 0.45 | * | 0.0001 | 0.001 | < | 0.0001 | 0.001 | 0.21 | | | | | | |
| Tahkuse | 4 | 7.9 | * | 0.76 | 0.75 | 1.2 | 3.1 | 1.9 | 0.47 | 1 | 0.3 | * | 0.0001 | 0.002 | < | 0.0001 | 0.001 | 0.03 | | | | | | |
| Alam-Pedja | 5 | 35 | 6.06 | 0.33 | 0.3 | 1.1 | 1.6 | 1.9 | 0.36 | 0.65 | 0.23 | 19 | 0.0002 | 0.003 | < | 0.0001 | < | 0.001 | 0.3 | | | | | |
| Haanja | 5 | 32 | 6.37 | 0.26 | 0.3 | 0.9 | 1.1 | 1.2 | 0.32 | 0.64 | 0.27 | 12.7 | < | 0.0001 | 0.002 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.02 | | | |
| Karula | 5 | 12 | * | 0.59 | 0.61 | 1.6 | 2.5 | 2.6 | 0.47 | 1.2 | 0.39 | * | < | 0.0001 | 0.002 | 0.0002 | < | 0.001 | 0.09 | | | | | |
| Loodi | 5 | 41 | 6.9 | 0.99 | 0.78 | 1.5 | 2.4 | 3.6 | 0.83 | 0.77 | 0.48 | 39 | 0.0002 | 0.005 | < | 0.0001 | < | 0.001 | 0.24 | | | | | |
| Nigula | 5 | 52 | 6.24 | 0.39 | 0.32 | 0.6 | 1.4 | 1.1 | 0.27 | 0.65 | 0.25 | 12.7 | < | 0.0001 | 0.002 | < | 0.0001 | 0.001 | 0.05 | | | | | |
| Otepää | 5 | 61 | 6.15 | 0.23 | 0.29 | 0.7 | 1.1 | 1.1 | 0.19 | 0.32 | < | 0.1 | 11 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.001 | 0.06 | | | | |
| Tahkuse | 5 | 35.5 | 6.76 | 0.32 | 0.34 | 0.6 | 1.6 | 2.6 | 0.65 | 0.34 | 0.38 | 18.3 | < | 0.0001 | 0.002 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.02 | | | |
| Alam-Pedja | 6 | 149 | 5.21 | 0.15 | 0.19 | 0.3 | 0.51 | 0.37 | 0.14 | 0.27 | 0.25 | 8.19 | < | 0.0001 | 0.001 | < | 0.0001 | < | 0.001 | 0.09 | | | | |
| Haanja | 6 | 148 | 5.4 | 0.2 | 0.27 | 0.2 | 0.87 | 0.22 | < | 0.1 | 0.18 | 0.2 | 9.61 | < | 0.0001 | 0.001 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.02 | | |
| Karula | 6 | 107 | 5.74 | 0.46 | 0.34 | 0.5 | 1.5 | 0.33 | 0.12 | 0.42 | 0.47 | 13.4 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.02 | | |
| Loodi | 6 | 125 | 6.9 | 0.32 | 0.51 | 1.3 | 1.9 | 2.6 | 1.1 | 0.48 | 0.32 | 33.5 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.0001 | < | 0.001 | 0.07 | | | |
| Nigula | 6 | 156 | 5.17 | 0.24 | 0.08 | 0.3 | 1.3 | 0.25 | < | 0.1 | 0.21 | 0.26 | 8.59 | < | 0.0001 | 0.001 | < | 0.0001 | < | 0.001 | 0.02 | | | |
| Otepää | 6 | 170 | 4.95 | 0.27 | 0.1 | 0.2 | 0.91 | < | 0.2 | < | 0.1 | 0.14 | 0.1 | 10.7 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.02 |
| Tahkuse | 6 | 133 | 5.83 | 0.15 | 0.23 | 0.2 | 0.81 | 0.28 | < | 0.1 | 0.16 | 0.1 | 8.59 | < | 0.0001 | 0.001 | < | 0.0001 | < | 0.001 | < | 0.02 | | |

| Jaam | kuu | PH_L25 | NH4N_DA | NO3N_DIC | CL_DIC | SO4_DIC | CA_DJ | MG_DJ | NA_DJ | K_DJ | CTY_25N | CD_NG | CU_NG | HG_NNC | PB_NG | ZN_NF | |
|------------|-----|--------|---------|----------|--------|---------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|----------|---------|------|
| | mm | | mgN/l | mgN/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µS/cm | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | |
| Alam-Pedja | 7 | 74 | 5.68 | 0.15 | 0.1 | 0.7 | 1.2 | 0.6 | 0.24 | 0.38 | 0.2 | 10.4 < | 0.0001 | 0.002 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.12 |
| Haanja | 7 | 52 | 5.63 | 0.25 | 0.25 | 0.34 | 0.88 | 0.7 | 0.14 | 0.24 | 0.21 | 9.56 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Karula | 7 | 82 | 6.68 | 1.7 | 0.25 | 0.92 | 1.7 | 1.1 | 0.29 | 0.53 | 0.75 | 24.6 < | 0.0001 | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Loodi | 7 | 150 | 6.53 | 1.6 | 0.42 | 0.81 | 1.6 | 0.8 | 0.28 | 0.53 | 0.8 | 24.7 < | 0.0001 | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.04 |
| Nigula | 7 | 97 | 5.42 | 0.25 | 0.23 | 0.48 | 0.81 | 0.2 < | 0.1 | 0.31 | 0.18 | 10.8 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Otepää | 7 | 84 | 5.38 | 0.11 | 0.083 | 0.31 | 1.3 | 0.8 | 0.12 | 0.21 | 0.11 | 9.6 < | 0.0001 | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.09 |
| Tahkuse | 7 | 114 | 6.72 | 0.17 | 0.13 | 0.43 | 1 | 0.3 | 0.14 | 0.22 < | 0.1 | 9.62 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Alam-Pedja | 8 | 81 | 4.4 | 0.41 | 0.31 | 0.31 | 0.95 | 0.2 < | 0.1 | 0.18 | 0.19 | 11.4 | 0.0002 | 0.002 < | 0.0001 | 0.001 | 0.11 |
| Haanja | 8 | 65 | 5.73 | 0.3 | 0.24 | 0.32 | 1 | 0.2 < | 0.1 | 0.18 | 0.1 | 10.2 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Karula | 8 | 167 | 4.92 | 0.34 | 0.2 | 0.66 | 1.2 | 0.3 < | 0.1 | 0.28 | 0.19 | 10.2 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Loodi | 8 | 82 | 5.75 | 0.47 | 0.3 | 0.21 | 1.3 | 0.3 | 0.1 < | 0.10 < | 0.1 | 9.77 < | 0.0001 | 0.002 | 0.0001 < | 0.001 | 0.04 |
| Nigula | 8 | 54 | 5.98 | 0.4 | 0.29 | 0.52 | 1.1 | 0.3 < | 0.1 | 0.31 | 0.13 | 11.3 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Otepää | 8 | 92 | 5.71 | 0.19 | 0.09 | 0.25 | 1.1 < | 0.2 < | 0.1 < | 0.10 < | 0.1 | 8.99 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.05 |
| Tahkuse | 8 | 78 | 4.62 | 0.24 | 0.26 | 0.19 | 1.2 | 0.4 | 0.16 < | 0.10 < | 0.1 | 11 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Alam-Pedja | 9 | 123 | 5.66 | 0.47 | 0.25 | 0.66 | 1 < | 0.2 < | 0.1 | 0.44 | 0.21 | 10.3 < | 0.0001 | 0.002 < | 0.0001 | 0.001 | 0.08 |
| Haanja | 9 | 82 | 6.12 | 0.22 | 0.44 | 0.59 | 1.3 | 1.1 | 0.14 | 0.42 | 0.14 | 15.8 < | 0.0001 | 0.002 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Karula | 9 | 101 | 5.35 | 0.17 | 0.32 | 0.67 | 0.87 | 0.3 < | 0.1 | 0.42 | 0.15 | 10.2 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 | 0.001 | 0.08 |
| Loodi | 9 | 119 | 5.14 | 0.19 | 0.33 | 0.66 | 0.81 | 0.4 | 0.14 | 0.39 | 0.1 | 10 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.03 |
| Nigula | 9 | 119 | 4.91 | 0.16 | 0.19 | 0.72 | 0.73 | 0.3 < | 0.1 | 0.46 | 0.13 | 10.8 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Otepää | 9 | 114 | 5.11 | 0.26 | 0.23 | 0.69 | 0.88 | 0.3 < | 0.1 | 0.32 < | 0.1 | 10.8 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.13 |
| Tahkuse | 9 | 121 | 5.44 | 0.13 | 0.15 | 0.71 | 0.66 < | 0.2 < | 0.1 | 0.45 < | 0.1 | 10.2 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.0002 < | 0.001 < | 0.02 |

| Jaam | kuu | PH_L25 | NH4N_DA | NO3N_DIC | CL_DIC | SO4_DIC | CA_DJ | MG_DJ | NA_DJ | K_DJ | CTY_25N | CD_NG | CU_NG | HG_NNC | PB_NG | ZN_NF | |
|------------|-----|--------|---------|----------|--------|---------|-------|--------|-------|--------|---------|--------|----------|---------|----------|---------|------|
| | mm | | mgN/l | mgN/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µS/cm | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | |
| Alam-Pedja | 10 | 70 | 4.89 | 0.12 | 0.21 | 0.4 | 0.85 | 0.47 | 0.11 | 0.26 | 0.1 | 9.49 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 | 0.001 | 0.08 |
| Haanja | 10 | 70 | 5.43 | 0.24 | 0.36 | 0.3 | 1.2 | 0.65 < | 0.1 | 0.23 | 0.16 | 10 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Karula | 10 | 108 | 5.46 | 0.24 | 0.36 | 0.5 | 0.89 | 0.67 < | 0.1 | 0.36 | 0.12 | 10 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Loodi | 10 | 115 | 4.59 | 0.21 | 0.37 | 0.6 | 0.92 | 0.56 | 0.14 | 0.34 | 0.35 | 10 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.05 |
| Nigula | 10 | 90 | 4.44 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 0.76 | 0.36 | 0.12 | 0.32 | 0.13 | 10.4 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Otepää | 10 | 92 | 4.61 | 0.25 | 0.25 | 0.4 | 0.87 | 0.41 < | 0.1 | 0.26 | 0.12 | 10 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 | 0.003 | 0.08 |
| Tahkuse | 10 | 82 | 4.97 | 0.064 | 0.13 | 0.4 | 0.32 | 0.36 < | 0.1 | 0.27 < | 0.1 | 10 | | | | | |
| Alam-Pedja | 11 | 57 | 5.58 | 0.24 | 0.37 | 1.1 | 1.1 | 0.55 < | 0.1 | 0.79 | 0.23 | 12.2 | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 | 0.001 | 0.27 |
| Haanja | 11 | 53 | 4.86 | 0.3 | 0.22 | 1 | 1 | 0.37 < | 0.1 | 0.77 | 0.27 | 11.9 < | 0.0001 | 0.002 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Karula | 11 | 61 | 4.97 | 0.25 | 0.26 | 0.6 | 0.96 | 0.38 < | 0.1 | 0.45 | 0.15 | 12 < | 0.0001 | 0.002 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Loodi | 11 | 65 | 5.95 | 0.38 | 0.43 | 1.8 | 1.6 | 0.90 | 0.25 | 1.1 | 0.26 | 16.8 < | 0.0001 | 0.002 < | 0.0001 < | 0.001 | 0.08 |
| Nigula | 11 | 80 | 5.19 | 0.23 | 0.23 | 1.1 | 0.73 | 0.33 < | 0.1 | 0.62 < | 0.1 | 10.6 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Otepää | 11 | 56 | 4.85 | 0.24 | 0.21 | 0.8 | 0.88 | 0.48 < | 0.1 | 0.38 < | 0.1 | 10.7 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 | 0.001 | 0.22 |
| Tahkuse | 11 | 53 | 4.74 | 0.22 | 0.28 | 1.3 | 1 | 0.41 | 0.1 | 0.84 | 0.13 | 17.6 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Alam-Pedja | 12 | 42 | 7.59 | 0.62 | 1.4 | 9.2 | 6.6 | 16.00 | 4.9 | 8.7 | 1.6 | 157 | 0.0005 | 0.007 < | 0.0001 | 0.002 | 0.34 |
| Haanja | 12 | 47 | 4.95 | 0.4 | 0.43 | 1.9 | 0.93 | 0.40 | 0.12 | 1.4 | 0.91 | 27.5 | 0.0001 | 0.003 < | 0.0001 | 0.001 | 0.03 |
| Karula | 12 | 66 | 5.06 | 0.45 | 0.5 | 1.3 | 1 | 0.40 | 0.12 | 0.92 | 0.29 | 17.8 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Loodi | 12 | 44 | 4.26 | 0.52 | 0.76 | 1 | 1.6 | 0.58 | 0.16 | 0.71 | 0.19 | 35.9 < | 0.0001 | 0.005 < | 0.0001 | 0.002 | 0.08 |
| Nigula | 12 | 91 | 4.49 | 0.52 | 0.48 | 1 | 1.1 | 0.35 | 0.13 | 0.69 | 0.23 | 16.7 < | 0.0001 | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |
| Otepää | 12 | 61 | 4.55 | 0.53 | 0.53 | 0.8 | 1.4 | 0.42 | 0.1 | 0.59 | 0.25 | 22 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 | 0.002 | 0.06 |
| Tahkuse | 12 | 64.6 | 4.83 | 0.37 | 0.38 | 0.8 | 0.9 | 0.30 | 0.12 | 0.55 | 0.1 | 16.8 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.0001 < | 0.001 < | 0.02 |

Lisa 3. Sademete keemia Lõuna-Eestis (koostanud Hilja Iher)

[tkkuSad04.doc](#)

RIIKLIKU SEIRE ARUANNE

Tellija: Eesti Keskkonnauuringute Keskus

RAAMLEPING 21. maist 2002

TÖÖ NIMI **2.7. Õhuseire – Sademete keemia Lõuna-Eestis**

VASTUTAV TÄITJA **OÜ Tartu Keskkonnauuringud**

TÄITMISE AEG **01.01.2004 - 31.12.2004**

Kinnitan:

Rein Kolk
juhataja

Sisukord

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Sissejuhatus..... | 3 |
| 2. | PROGRAMMI KIRJELDUS..... | 4 |
| 2.1 | Mõõdetavad parameetrid, meetodid ja kvaliteedi tagamine..... | 4 |
| 2.1.1 | Kollektorid | 5 |
| 2.1.2 | Proovivõtt..... | 5 |
| 2.1.3 | Analüüsimeetodid | 5 |
| 2.1.4 | Kasutatav aparatuur | 6 |
| 3. | Tulemuste analüüs | 7 |
| 3.1 | Sissejuhatus | 7 |
| 3.2 | Sademe hulk..... | 7 |
| 3.3 | Lisandite keskmine kontsentratsioon..... | 8 |
| 3.4 | Saastekoormused | 9 |
| 3.5 | Sademe pH..... | 11 |
| 3.6 | Sademe elektrijuhtivus..... | 12 |
| 3.7 | NH_4^+ | 13 |
| 3.8 | NO_3^- | 14 |
| 3.9 | SO_4^{2-} | 15 |
| 3.10 | Mg^{2+} | 17 |
| 3.11 | Ca^{2+} | 18 |
| 3.12 | K^+ | 20 |
| 3.13 | Cl^- | 21 |
| 3.14 | Na^+ | 22 |
| 3.15 | Raskmetallid Hg, Cd, Cu, Pb, Zn | 25 |
| 3.16 | Võimalus sademe saasteainete päritolu uurimiseks..... | 26 |
| 4. | Kokkuvõte..... | 28 |

1. SISSEJUHATUS

Seireprogramm "Sademete keemia Lõuna-Eestis" on üks osa kogu Eestis läbi viidavast sademete keemia seirest. Kokku on Eestis 16 sademete seire jaama. Sademete keemia Lõuna-Eestis hõlmab 7 sademete kogumise punkti.

Seire eesmärgiks on anda informatsiooni Eesti ja teiste Euroopa riikide valitsustele saasteainete kontsentratsioonide kohta sademetes, hinnata nende kaugülekande ulatust, õhusaaste olukorda ja saastekoormust Eestis.

Seireprogramm Sademete keemia Lõuna-Eestis käivitus 1999.a. maikuus.

Programmi raames kogutakse sademete kuukeskmised proovid, mis võimaldab hinnata sademetega kaasnevat saastekoormust. Siiski ei ole võimalik täpsemalt hinnata saasteainete päritolu, kuivõrd kogunenud kuu sademed keskmistatakse, ei registreerita ka tuultesuundi.

Vaid Tahkuse seirepunktis kogutakse täiendavat informatsiooni tuulte jt. parameetrite kohta.

2. PROGRAMMI KIRJELDUS

Sademeid koguti ja sademete hulk määrati seitsmes mõõtejaamas, mis iseloomustavad vastavalt Karula RP, Haanja LP, Alam-Pedja LKA, Nigula LKA, Soomaa RP (Tahkuse jaam), Otepää LP ja Loodi LP õhusaaste olukorda ja saastekoormust.

Seirejaamade koordinaadid on määratud GPS abil:

| Seirejaam | Laius | Pikkus |
|------------|------------|------------|
| Karula | 57°42'47'' | 26°30'17'' |
| Haanja | 57°42'37'' | 27°04'08'' |
| Otepää | 58°00'36'' | 26°24'46'' |
| Nigula | 58°00'58'' | 24°43'13'' |
| Alam-Pedja | 58°25'17'' | 26°14'07'' |
| Loodi | 58°16'33'' | 25°35'10'' |
| Tahkuse | 58°31'25'' | 24°55'32'' |

2004.a. koguti 82 seireproovi 7 seirejaamast

| | |
|-----------------|------|
| Analüüside arv: | 1298 |
| Sh. keemilisi: | 1140 |
| Muud: | 158 |

Täiendavalt analüüsiti Tahkuse jaama 17 sademete proovist NO_3^- ja SO_4^{2-} kontsentratsiooni.

Analüüsitavad parameetrid:

keemilised: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , pH, Cu, Pb, Cd, Zn, Hg

muud: sademete hulk, elektrijuhtivus

2.1 Mõõdetavad parameetrid, meetodid ja kvaliteedi tagamine

Sademete seire on läbi viidud vastavalt käsiraamatu "EMEP Manual for Sampling and Chemical Analysis" (EMEP/CCC Report 1/95, NILU Kjeller, Norway, March 1996) nõuetele nii proovide võtmise ja töötlemise, keemilise analüüsi meetodite, laboratoorse aparatuuri kui ka kvaliteedikontrolli osas.

2.1.1 Kollektorid

Kollektorite koha valikul on lähtunud nõuetest, mida esitab EMEP manual, chapter 2.2 ja kollektorite tüübi valikul on järgitud EMEP manual, chapter 3.1.4 nõudeid.

2.1.2 Proovivõtt

Kõigis seirepunktides registreeritakse iga päev ööpäeva jooksul kogunenud sademete kogus, analüüsimiseks kogutakse kuukeskmised proovid. Kogutavaid proove hoitakse jahutatuna külmkapis kuni analüüside alustamiseni laboris.

Kõik sademeproovide kogujad on instrueeritud ja varustatud proovide kogumise instruksioonidega. Samuti on kõik seirepunktid varustatud sademeproovide kogumiseks vajalike vahenditega ja proovide säilitamise külmkappidega.

2.1.3 Analüüsimeetodid

Mõõdetavad parameetrid: sademete hulk, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , pH, elektrijuhtivus, Cu, Pb, Cd, Zn, Hg

Kõik keemilised analüüsid toimuvad EMEP manual, chapter 3.1.6.- 3.1.9. ja 4.1; 4.4; 4.7; 4.9 nõuete kohaselt.

| | |
|---|--|
| K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} NH_4^+ | - ioonkromatograafiline määramine - määramine autoanalüsaatoril või spektrofotomeetriliselt (indofenoolsinine) |
| pH | - potentsiomeetriline määramine |
| elektrijuhtivus | - konduktomeetriline määramine |
| Hg, Zn, Cu, Pb, Cd | - aatomabsorptsioonspektromeetriline määramine (külmaur, leek- või grafiitmenetlus) |

| Määratav näitaja | Metoodika |
|--|--------------------------|
| K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} | EVS-EN ISO 14911 |
| NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} | EVS-EN ISO 10304-1 |
| NH_4^+ | EVS-EN ISO 11732 |
| pH | ISO 10523 |
| elektrijuhtivus | EVS-EN 27888 |
| Hg | EVS-EN ISO 1483, külmaur |
| Cu, Pb, Cd | SFS 5074, grafiit |
| Zn | SFS 3044, leek |

2.1.4 Kasutatav aparatuur

- **Ioonkromatograaf**, Alltech/USA, 1998.a. (kasut. K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} määramisel)
- **Autoanalüsaator**, Skalar/Holland, 1998.a. (kasut. NH_4^+ määramisel)
- **pH-meeter**, Jenway/U.K., 1997.a.
- **Elektrijuhtivuse mõõtja**, Hüdromat/Saksamaa, 1989.a.
- **Aatomabsorptsioonspektromeeter**, Varian/USA; 1994.a. (kasut. Zn, Pb, Cd, Cu, Hg määramisel)

3. TULEMUSTE ANALÜÜS

3.1 Sissejuhatus

Aruandes on esitatud andmed seitsmes sademete kogumispunktis (Alam-Pedja, Haanja, Karula, Loodi, Nigula, Otepää, Tahkuse) kogutud sademete hulga ja keemilise koostise kohta; on arvatud sademetes esinenud lisandite saastekoormused kuus ja aastas. Kuna raskmetallide sisaldus sademetes on paljudel juhtudel väiksem meetodi määramise alampiirist, siis raskmetallide saastekoormused aastas on arvatud vaid siis, kui 10 kuu sademetes on vastava metalli kontsentratsioon suurem meetodi määramise alampiirist. Tabelites on *-ga märgitud juhud, kus sademete vähesuse tõttu polnud võimalik vastavaid suurusi mõõta.

3.2 Sademete hulk

Tabelis 1 on esitatud sademete hulgad mm-tes kuude kaupa kõikides sademete kogumise paikades.

Tabel 1. Sademete hulk 2004 aastal (mm)

| Kuu/koht | A-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 13 | 30 | 25 | 12 | 16 | 19 | 16,9 |
| 2 | 17 | 38 | 54 | 38 | 55 | 40,9 | 49,6 |
| 3 | 33 | 50 | 51 | 39 | 68 | 59 | 53 |
| 4 | 7 | 0 | 1 | 0 | 8 | 13 | 7,9 |
| 5 | 35 | 32 | 12 | 41 | 52 | 61 | 35,5 |
| 6 | 149 | 148 | 107 | 125 | 156 | 170 | 133 |
| 7 | 74 | 52 | 82 | 150 | 97 | 84 | 114 |
| 8 | 81 | 65 | 167 | 82 | 54 | 92 | 78 |
| 9 | 123 | 82 | 101 | 119 | 119 | 114 | 121 |
| 10 | 70 | 70 | 108 | 115 | 90 | 92 | 82 |
| 11 | 57 | 53 | 61 | 65 | 80 | 56 | 53 |
| 12 | 42 | 47 | 66 | 44 | 91 | 61 | 65 |
| Kokku | 701 | 667 | 835 | 830 | 886 | 862 | 809 |

2004. aastal oli eriti rohkesti sademeid Nigulas ja Otepääl ning kõige vähem Haanjas. Eriti sademeterohked olid kõikjal juuni ja september, aga ka juulis, augustis ja oktoobris oli pea kõikjal tavapärasest 2 – 3 korda rohkem sademeid. Erakordselt sademetevaene oli kõikjal aprill, kohati suhteliselt sademetevaesed kõik esimesed viis kuud. Rohked

sademed alates juunikuust põhjustasid ka 2004. aastal jõgedes suurvett ning aasta lõpuks Soomaal taas suure üleujutuse – nn. viienda aastaaja.

3.3 Lisandite keskmine kontsentratsioon

Tabelis 2 on esitatud sademetes määratud lisandite (v.a. raskmetallid) keskmised kontsentratsioonid (kaalutud keskmised ühikutes mg/l, lämmastikühendid ühikutes mgN/l, SO₄²⁻ ühikutes mgS/l) kõikides kogumispaikades. Kui mingi lisandi sisaldus mingi mõõtmispaiga sademetes mingil kuul oli väiksem meetodi määramise alampiirist (andmefailis *LEsad2004.xls* tabelites märgiti see paksendatud kirjas), siis arvutati kaalutud keskmised kahel viisil: 1) võeti lisandi sisalduseks vaadeldaval kuul määramise alampiir ja 2) võeti lisandi sisalduseks vaadeldaval kuul pool määramise alampiirist. Sellistel juhtudel on tabelites 2 ja 3 kasutatud kalkkriipsu: esimesel viisil saadud tulemus on kalkkriipsu ees, teisel viisil saadud tulemus taga. Kuna raskmetallide kontsentratsioonid olid väga sageli väiksemad meetodite määramise alampiiridest, siis vaadeldakse raskmetalle eraldi.

Tabel 2. Lisandite keskmine kontsentratsioon 2004. aastal

| | NH ₄ ⁺ | NO ₃ ⁻ | Cl | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ |
|------------|------------------------------|------------------------------|------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|
| Mõõtejaam | mgN/l | mgN/l | mg/l | mgS/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Alam-Pedja | 0,35 | 0,37 | 1,24 | 0,49 | 1,47/1,45 | 0,45/0,44 | 0,97 | 0,33 |
| Haanja | 0,29 | 0,34 | 0,64 | 0,36 | 0,54 | 0,12/0,10 | 0,46 | 0,28 |
| Karula | 0,49 | 0,41 | 0,77 | 0,40 | 0,50 | 0,13/0,10 | 0,49 | 0,29 |
| Loodi | 0,59 | 0,46 | 0,92 | 0,47 | 1,05 | 0,35/0,35 | 0,51/0,51 | 0,33/0,33 |
| Nigula | 0,31 | 0,26 | 0,78 | 0,33 | 0,36 | 0,12/0,09 | 0,45 | 0,19/0,18 |
| Otepää | 0,28 | 0,23 | 0,50 | 0,37 | 0,43/0,40 | 0,11/0,07 | 0,28/0,28 | 0,12/0,10 |
| Tahkuse | 0,22 | 0,26 | 0,55 | 0,31 | 0,45/0,43 | 0,15/0,12 | 0,35/0,35 | 0,12/0,10 |

Suhteliselt suuremad olid 2004. aastal lisandite keskmised kontsentratsioonid Alam-Pedjal ja Loodil ning osalt Karulas. Puhtaimad olid keskmiselt sademed tavaliselt Haanjas ja Otepääl, 2004. aastal ka Tahkusel ning osalt Nigulas.

Et iseloomustada saasteainete sisalduse muutust kahel järjestikusel aastal, on tabelis 3 toodud kaalutud keskmiste muutused aastal 2004, võrreldes aastaga 2003 (2004. aasta väärtusest (tabelis 2 vasakpoolne variant) on lahutatud 2003. aasta väärtus).

Tabel 3. Kaalutud keskmiste muutused aastal 2004 võrreldes aastaga 2003

| | NH ₄ ⁺ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ |
|------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|
| Mõõtejaam | mgN/l | mgN/l | mg/l | mgS/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l |
| Alam-Pedja | -0,09 | -0,03 | 0,58 | -0,04 | 0,61 | 0,18 | 0,32 | 0,04 |
| Haanja | 0,05 | 0,09 | 0,19 | 0,10 | 0,06 | 0,01 | 0,13 | 0,01 |
| Karula | 0,13 | 0,12 | 0,05 | -0,04 | -0,18 | -0,02 | 0,01 | -0,06 |
| Loodi | 0,03 | 0,00 | 0,31 | -0,01 | 0,44 | 0,18 | 0,13 | 0,12 |
| Nigula | -0,16 | -0,07 | -0,11 | -0,12 | -0,14 | -0,02 | -0,20 | -0,14 |
| Otepää | -0,15 | -0,03 | 0,04 | -0,04 | -0,02 | -0,01 | 0,03 | -0,03 |
| Tahkuse | -0,18 | -0,08 | 0,05 | -0,18 | -0,21 | -0,02 | 0,02 | -0,05 |

Määratud lisanditest on pea kõikjal kahanenud vaid SO₄²⁻ sisaldus, v.a. Haanjas. Kasvanud on pea kõikjal (v.a. Nigulas) Cl⁻ ja Na⁺ (merelised lisandid) sisaldus. Kõige enam on sademete keskmine lisanditesisaldus kahanenud 2004. aastal võrreldes 2003. aastaga Nigulas ja Tahkusel – merele lähimates kohtades. Karulas, Haanjas ja Otepääl (Kagu-Eesti kõrgendikud) on kasvanud pea kõikide lisandite keskmised sisaldused. Loodil ja Alam-Pedjal on oluliselt kasvanud Cl⁻ ning leelis- ja leelismuldmetallide sisaldused. Vaid Nigulas on kahanenud kõikide lisandite sisaldused.

Tabelis 4 on antud muutus protsentides (erinevus tabelis 3 on jagatud 2003. aasta mõõtmistulemusega).

Tabel 4. Kaalutud keskmiste muutused (%) võrreldes aastaga 2003

| Mõõtejaam | NH ₄ ⁺ | NO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ⁺ | K ⁺ |
|------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|
| Alam-Pedja | -21 | -6 | 87 | -7 | 71 | 65 | 49 | 13 |
| Haanja | 20 | 33 | 42 | 36 | 13 | 11 | 42 | 4 |
| Karula | 36 | 43 | 6 | -10 | -26 | -11 | 2 | -18 |
| Loodi | 5 | -1 | 51 | -2 | 73 | 103 | 32 | 53 |
| Nigula | -34 | -21 | -12 | -26 | -28 | -13 | -31 | -43 |
| Otepää | -34 | -12 | 9 | -9 | -5 | -8 | 14 | -20 |
| Tahkuse | -45 | -24 | 10 | -37 | -32 | -13 | 5 | -30 |

3.4 Saastekoormused

Tabelis 5 on toodud kõikides mõõtmispaikades sademetega langenud lisandite hulgad aastas ehk saastekoormused ühikutes mg/m² (mgN/m², mgS/m²). Seejuures aasta saastekoormuste arvutamisel on juhtudel, kui lisandite kontsentratsioon oli väiksem

vastava meetodi määramise alampiirist, arvutatud saastekoormused eespool kirjeldatud kahel viisil.

Tabel 5. Saastekoormused 2004. aastal

| | NH_4^+ | NO_3^- | Cl^- | SO_4^{2-} | Ca^{2+} | Mg^{2+} | Na^+ | K^+ |
|------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Mõõtejaam | mgN/m ² | mgN/m ² | mg/m ² | mgS/m ² | mg/m ² | mg/m ² | mg/m ² | mg/m ² |
| Alam-Pedja | 248 | 257 | 868 | 340 | 1028/1016 | 318/305 | 682 | 231 |
| Haanja | 195 | 227 | 425 | 239 | 361 | 83/63 | 305 | 186 |
| Karula | 409 | 339 | 642 | 333 | 413 | 112/87 | 412 | 244 |
| Loodi | 488 | 379 | 764 | 392 | 872 | 292/290 | 427/423 | 277/273 |
| Nigula | 273 | 234 | 691 | 295 | 317 | 106/77 | 394 | 164/160 |
| Otepää | 240 | 200 | 435 | 320 | 374/342 | 96/64 | 242/238 | 106/89 |
| Tahkuse | 181 | 208 | 447 | 254 | 363/351 | 118/99 | 285/281 | 98/79 |

Suurimad olid saastekoormused Alam-Pedjal (v.a. lämmastikku sisaldavad ioonid), suured ka Loodil ja Karulas. Väiksemad saastekoormused esinesid Haanjas, Tahkusel ja Otepääl.

Saastekoormuste muutused 2004. aastal võrreldes 2003. aastaga on toodud tabelites 6 ja 7. Tabelis 6 on toodud 2004. aasta tulemustest lahutatud 2003. aasta tulemused. Tabelis 7 on toodud 2004. aastal lisanditesisalduse muutus protsentides võrrelduna 2003. aastaga.

Tabel 6. Saastekoormuste erinevused aastatel 2004 ja 2003

| | NH_4^+ | NO_3^- | Cl^- | SO_4^{2-} | Ca^{2+} | Mg^{2+} | Na^+ | K^+ |
|------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Mõõtejaam | mgN/m ² | mgN/m ² | mg/m ² | mgS/m ² | mg/m ² | mg/m ² | mg/m ² | mg/m ² |
| Alam-Pedja | -81 | -32 | 380 | -43 | 395 | 116 | 202 | 15 |
| Haanja | 5 | 28 | 74 | 34 | -14 | -5 | 53 | -23 |
| Karula | 132 | 121 | 88 | -5 | -102 | -4 | 40 | -28 |
| Loodi | 105 | 65 | 349 | 64 | 458 | 174 | 162 | 129 |
| Nigula | -94 | -30 | -11 | -63 | -76 | -3 | -119 | -91 |
| Otepää | -140 | -36 | 19 | -47 | -35 | -12 | 20 | -32 |
| Tahkuse | -48 | 19 | 166 | -26 | -9 | 24 | 97 | 1 |

Tabel 7. Saastekoormuse suhteline muutus (%) võrreldes 2003. aastaga

| Mõõtejaam | NH_4^+ | NO_3^- | Cl^- | SO_4^{2-} | Ca^{2+} | Mg^{2+} | Na^+ | K^+ |
|------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|--------------|
| Alam-Pedja | -24 | -11 | 78 | -11 | 62 | 57 | 42 | 7 |
| Haanja | 3 | 14 | 21 | 17 | -4 | -5 | 21 | -11 |
| Karula | 48 | 56 | 16 | -2 | -20 | -4 | 11 | -10 |
| Loodi | 27 | 21 | 84 | 20 | 111 | 147 | 61 | 86 |
| Nigula | -26 | -11 | -2 | -18 | -19 | -3 | -23 | -36 |
| Otepää | -37 | -15 | 5 | -13 | -8 | -11 | 9 | -23 |
| Tahkuse | -21 | 10 | 59 | -9 | -2 | 25 | 52 | 2 |

Saastekoormused on võrreldes eelmise aasta väärtustega oluliselt kasvanud Loodil. Kasv on tingitud nii sademete suuremast hulgast, kui ka suuremast lisanditesisaldusest Loodi sademetes võrreldes eelmise aastaga.

3.5 Sademete pH

Tabelis 8 on esitatud kõikide sademekogumite jaoks määratud pH väärtused 2004. aastal ja on toodud ka erinevates paikades kogutud sademekogumite pH sisalduse maksimaalsed ja minimaalsed väärtused 2004. aastal. Tabelis on *-ga tähistatud juhud, kui sademete vähesuse tõttu ei olnud võimalust sademete pH määramiseks (jaanuaris Loodi ja Otepää; aprillis Alam-Pedja, Karula, Nigula, Otepää ja Tahkuse; mais Karula). Haanjas ja Loodil aprillis ei sadanudki.

Kuna normaalne puhas õhk sisaldab alati süsihappegaasi, siis peaks puhas sadevesi olema happeline. Pea kõikidel juhtudel (v.a. Alam-Pedja eriti tugevasti saastunud sademed detsembris) olidki sademed rohkem või vähem happelised. Võrreldes eelmise aastaga on sademed enamusel juhtudest pisut happelisemad. Erinevus pH maksimaalse ja minimaalse väärtuse vahel oli enamuse paikade puhul pisut suurem eelmise aasta tulemustest, vaid Tahkusel oli see erinevus pisut väiksem. Eriti oluliselt erinesid pH väärtused Alam-Pedja ja Loodi sademetes.

Tabel 8. Sademete pH

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 6,39 | 5,94 | 5,85 | * | 5,61 | * | 5,53 |
| 2 | 6,41 | 5,99 | 5,40 | 4,86 | 4,74 | 5,25 | 5,54 |
| 3 | 6,46 | 5,93 | 4,89 | 4,66 | 5,00 | 5,26 | 4,65 |
| 4 | * | | * | | * | * | * |
| 5 | 6,06 | 6,37 | * | 6,90 | 6,24 | 6,15 | 6,76 |
| 6 | 5,21 | 5,40 | 5,74 | 6,90 | 5,17 | 4,95 | 5,83 |
| 7 | 5,68 | 5,63 | 6,68 | 6,53 | 5,42 | 5,38 | 6,72 |
| 8 | 4,40 | 5,73 | 4,92 | 5,75 | 5,98 | 5,71 | 4,62 |
| 9 | 5,66 | 6,12 | 5,35 | 5,14 | 4,91 | 5,11 | 5,44 |
| 10 | 4,89 | 5,43 | 5,46 | 4,59 | 4,44 | 4,61 | 4,97 |
| 11 | 5,58 | 4,86 | 4,97 | 5,95 | 5,19 | 4,85 | 4,74 |
| 12 | 7,59 | 4,95 | 5,06 | 4,26 | 4,49 | 4,55 | 4,83 |
| Min | 4,40 | 4,86 | 4,89 | 4,26 | 4,44 | 4,55 | 4,62 |
| Max | 7,59 | 6,37 | 6,68 | 6,90 | 6,24 | 6,15 | 6,76 |
| Erinevus | 3,19 | 1,51 | 1,79 | 2,64 | 1,80 | 1,60 | 2,14 |

3.6 Sademete elektrijuhtivus

Sademetes sisalduvate ionide koguhulka iseloomustab ka sademete elektrijuhtivus.

Väheste või puuduvate sademete tõttu polnud aprillis võimalik mõõta sademete elektrijuhtivust ühegi kogumispunkti jaoks. Tabelis 9 on *-ga märgitud juhud, kus sademete vähesuse tõttu polnud võimalik nende elektrijuhtivust mõõta (aprillis Alam-Pedja, Karula, Nigula, Otepää, Tahkuse; mais Karula), sademete puudumisel on vastav lahter tühjaks jäetud (aprillis Haanja ja Loodi). Erakordselt suur on Alam-Pedja detsembri sademete elektrijuhtivus. Nendes sademetes olid väga kõrged kõikide määratud ionide sisaldused. Kõige väiksema elektrijuhtivusega olid juuni sademed, samuti Alam-Pedjal. Kõige vähem erinesid merepoolsete kogumispunktide Nigula ja Tahkuse sademete elektrijuhtivused.

Suvised sademed olid enamuses väiksema elektrijuhtivusega kui talvised, olulisemateks eranditeks vaid Loodi sademed maist juulini ja Karula sademed juulis. Nagu varasematel aastatel, esineb ka 2004. aastal sagedasti väiksem elektrijuhtivus rohkete sademetega kuudel.

Tabel 9. Sademete elektrijuhtivus ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 29,6 | 16,9 | 13,5 | 20,8 | 11,4 | 14,2 | 12,8 |
| 2 | 26,8 | 13,0 | 16,2 | 15,9 | 12,7 | 13,9 | 9,9 |
| 3 | 24,7 | 15,5 | 19,0 | 19,0 | 15,1 | 15,5 | 18,7 |
| 4 | * | | * | | * | * | * |
| 5 | 19,0 | 12,7 | * | 39,0 | 12,7 | 11,0 | 18,3 |
| 6 | 8,2 | 9,6 | 13,4 | 33,5 | 8,6 | 10,7 | 8,6 |
| 7 | 10,4 | 9,6 | 24,6 | 24,7 | 10,8 | 9,6 | 9,6 |
| 8 | 11,4 | 10,2 | 10,2 | 9,8 | 11,3 | 9,0 | 11,0 |
| 9 | 10,3 | 15,8 | 10,2 | 10,0 | 10,8 | 10,8 | 10,2 |
| 10 | 9,5 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,4 | 10,0 | 10,0 |
| 11 | 12,2 | 11,9 | 12,0 | 16,8 | 10,6 | 10,7 | 17,6 |
| 12 | 157,0 | 27,5 | 17,8 | 35,9 | 16,7 | 22,0 | 16,8 |
| Min | 8,2 | 9,6 | 10,0 | 9,8 | 8,6 | 9,0 | 8,6 |
| Max | 157,0 | 27,5 | 24,6 | 39,0 | 16,7 | 22,0 | 18,7 |
| Erinevus | 148,8 | 17,9 | 14,6 | 29,2 | 8,1 | 13,0 | 10,1 |

3.7 NH_4^+

Järgmistes tabelites 10 ja 11 esitatakse andmed, mis iseloomustavad sademetes NH_4^+ iooni sisaldust ühikutes mgN/l ja sademetega maapinnale NH_4^+ ioonide vahendusel langenud lämmastiku hulka kuude kaupa ja kogu 2004. aasta jooksul.

Tabelis 10 on toodud kuude kaupa kogutud sademetes NH_4^+ kontsentratsioonid ja 2004. aasta keskmine (kaalutud keskmine) kontsentratsioon ühikutes mgN/l.

Tabel 10. Keskmised NH_4^+ kontsentratsioonid (mgN/l)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,88 | 0,43 | 0,56 | 0,38 | 0,22 | 0,27 | 0,25 |
| 2 | 0,56 | 0,33 | 0,40 | 0,24 | 0,21 | 0,24 | 0,28 |
| 3 | 0,61 | 0,59 | 0,62 | 0,54 | 0,47 | 0,52 | 0,58 |
| 4 | 3,30 | | 0,96 | | 1,30 | 0,72 | 0,76 |
| 5 | 0,33 | 0,26 | 0,59 | 0,99 | 0,39 | 0,23 | 0,32 |
| 6 | 0,15 | 0,20 | 0,46 | 0,32 | 0,24 | 0,27 | 0,15 |
| 7 | 0,15 | 0,25 | 1,70 | 1,60 | 0,25 | 0,11 | 0,17 |
| 8 | 0,41 | 0,30 | 0,34 | 0,47 | 0,40 | 0,19 | 0,24 |
| 9 | 0,47 | 0,22 | 0,17 | 0,19 | 0,16 | 0,26 | 0,13 |
| 10 | 0,12 | 0,24 | 0,24 | 0,21 | 0,30 | 0,25 | 0,06 |
| 11 | 0,24 | 0,30 | 0,25 | 0,38 | 0,23 | 0,24 | 0,22 |
| 12 | 0,62 | 0,40 | 0,45 | 0,52 | 0,52 | 0,53 | 0,37 |
| Keskmine | 0,35 | 0,29 | 0,49 | 0,59 | 0,31 | 0,28 | 0,22 |

2004. aastal kahanes NH_4^+ keskmine kontsentratsioon võrreldes eelmise aastaga Alam-Pedja, Nigula, Otepää ja Tahkuse sademetes, kasvas aga Haanja ja Karula, pisut ka Loodi sademetes. Aprillis, kui kõikjal oli väga vähe sademeid või puudusid need hoopiski (Haanja, Loodi), oli NH_4^+ kontsentratsioon kõikjal kõrge, eriti Alam-Pedjal. Kõrge oli see ka juulis Karula ja Loodi sademetes, millised sisaldasid rohkesti ka paljusid teisi lisandeid.

Järgmises tabelis on toodud NH_4^+ saastekoormused kuude kaupa ja kogu aasta vältel ühikutes mgN/m^2 .

Tabel 11. NH_4^+ saastekoormused kuude kaupa (mgN/m^2)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 11,4 | 12,9 | 14,0 | 4,6 | 3,5 | 5,1 | 4,2 |
| 2 | 9,5 | 12,5 | 21,6 | 9,1 | 11,6 | 9,8 | 13,9 |
| 3 | 20,1 | 29,5 | 31,6 | 21,1 | 32,0 | 30,7 | 30,7 |
| 4 | 23,1 | | 1,0 | | 10,4 | 9,4 | 6,0 |
| 5 | 11,6 | 8,3 | 7,1 | 40,6 | 20,3 | 14,0 | 11,4 |
| 6 | 22,4 | 29,6 | 49,2 | 40,0 | 37,4 | 45,9 | 20,0 |
| 7 | 11,1 | 13,0 | 139,4 | 240,0 | 24,3 | 9,2 | 19,4 |
| 8 | 33,2 | 19,5 | 56,8 | 38,5 | 21,6 | 17,5 | 18,7 |
| 9 | 57,8 | 18,0 | 17,2 | 22,6 | 19,0 | 29,6 | 15,7 |
| 10 | 8,4 | 16,8 | 25,9 | 24,2 | 27,0 | 23,0 | 5,2 |
| 11 | 13,7 | 15,9 | 15,3 | 24,7 | 18,4 | 13,4 | 11,7 |
| 12 | 26,0 | 18,8 | 29,7 | 22,9 | 47,3 | 32,3 | 24,1 |
| Saastekoormus | 248 | 195 | 409 | 488 | 273 | 240 | 181 |

2004. aastal oli saastekoormus üle kahe korra suurem Loodil ja Karulas võrreldes saastekoormustega Haanjas ja Tahkusel. Sama tendents esines ka eelmisel aastal. Erinevates sademete kogumise kohtades langes suurim saastekoormus sademetega üsna juhuslikel kuudel, sõltudes nii sademete hulgast kui ka saasteainete sisaldusest analüüsitava sademetes. Loodil, kus oli suurim saastekoormus aastas, langes ligi pool saastekoormusest väga sademeterikkal juulikuul. Samuti oli suur saastekoormus juulis Karulas, moodustades aasta saastekoormusest umbes kolmandiku.

3.8 NO_3^-

Tabelis 12 on toodud NO_3^- kontsentratsioonid kuude kaupa ja kaalutud keskmine 2004. aastal. Nagu varasematel aastatel, esinesid ka 2004 aastal kõrgemad NO_3^- kontsentratsioonid taas talvekuudel, kui madalama temperatuuriga piirkondades toimub intensiivne kütmine, millega kaasnevad reaktsioonid küttekollete õhus oleva lämmastikuga. Kõrge oli NO_3^- kontsentratsioon ka sademetevaesel aprillil. Teistest kõrgem oli NO_3^- kontsentratsioon Loodil ja Karulas, madalam Otepääl., Nigulas ja

Tahkusel. Suure sademetehulgaga kuudel olid sageli keskmised NO_3^- kontsentratsioonid madalamad aasta keskmisest, erandiks saastunud sademed suvel Loodil.

Tabel 12. Kuukeskmised NO_3^- kontsentratsioonid (mgN/l)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,90 | 0,62 | 0,52 | 0,75 | 0,42 | 0,60 | 0,54 |
| 2 | 0,72 | 0,51 | 1,30 | 0,40 | 0,32 | 0,33 | 0,44 |
| 3 | 0,72 | 0,35 | 0,73 | 0,73 | 0,37 | 0,39 | 0,48 |
| 4 | 1,80 | | 0,78 | | 0,71 | 0,65 | 0,75 |
| 5 | 0,30 | 0,30 | 0,61 | 0,78 | 0,32 | 0,29 | 0,34 |
| 6 | 0,19 | 0,27 | 0,34 | 0,51 | 0,08 | 0,10 | 0,23 |
| 7 | 0,10 | 0,25 | 0,25 | 0,42 | 0,23 | 0,08 | 0,13 |
| 8 | 0,31 | 0,24 | 0,20 | 0,30 | 0,29 | 0,09 | 0,26 |
| 9 | 0,25 | 0,44 | 0,32 | 0,33 | 0,19 | 0,23 | 0,15 |
| 10 | 0,21 | 0,36 | 0,36 | 0,37 | 0,30 | 0,25 | 0,13 |
| 11 | 0,37 | 0,22 | 0,26 | 0,43 | 0,23 | 0,21 | 0,28 |
| 12 | 1,40 | 0,43 | 0,50 | 0,76 | 0,48 | 0,53 | 0,38 |
| Keskmine | 0,37 | 0,34 | 0,41 | 0,46 | 0,26 | 0,23 | 0,26 |

Tabel 13. NO_3^- saastekoormused kuude kaupa (mgN/m²)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 11,7 | 18,6 | 13,0 | 9,0 | 6,7 | 11,4 | 9,1 |
| 2 | 12,2 | 19,4 | 70,2 | 15,2 | 17,6 | 13,5 | 21,8 |
| 3 | 23,8 | 17,5 | 37,2 | 28,5 | 25,2 | 23,0 | 25,4 |
| 4 | 12,6 | | 0,8 | | 5,7 | 8,5 | 5,9 |
| 5 | 10,5 | 9,6 | 7,3 | 32,0 | 16,6 | 17,7 | 12,1 |
| 6 | 28,3 | 40,0 | 36,4 | 63,8 | 12,5 | 17,0 | 30,6 |
| 7 | 7,4 | 13,0 | 20,5 | 63,0 | 22,3 | 7,0 | 14,8 |
| 8 | 25,1 | 15,6 | 33,4 | 24,6 | 15,7 | 8,3 | 20,3 |
| 9 | 30,8 | 36,1 | 32,3 | 39,3 | 22,6 | 26,2 | 18,2 |
| 10 | 14,7 | 25,2 | 38,9 | 42,6 | 27,0 | 23,0 | 10,7 |
| 11 | 21,1 | 11,7 | 15,9 | 28,0 | 18,4 | 11,8 | 14,8 |
| 12 | 58,8 | 20,2 | 33,0 | 33,4 | 43,7 | 32,3 | 24,7 |
| Saastekoormus | 257 | 227 | 339 | 379 | 234 | 200 | 208 |

Tabelist 13 on näha, et NO_3^- saastekoormus oli 2004. aastal taas suurim Loodil ja suhteliselt suur ka Karulas. Kõikides teistes sademete kogumise kohtades oli sademetega maapinnale langenud NO_3^- hulk nendest umbes 1,5 korda väiksem.

3.9 SO_4^{2-}

Kuukeskmised SO_4^{2-} kontsentratsioonid ja vastavad saastekoormused on esitatud tabelites 14 ja 15. Märgatavalt on võrreldes eelmise aastaga 2004. aastal vähenenud SO_4^{2-} kontsentratsioonid Tahkusel ja Nigulas, mis on kõige merepoolsemad sademete

kogumise paigad. Pea kolmandiku võrra on suurenenud aasta keskmine SO_4^{2-} kontsentratsioon Haanjas, kuid sellest hoolimata on Haanja sademed SO_4^{2-} sisalduselt puhtamate hulgas. Suurimad keskmised SO_4^{2-} kontsentratsioonid olid Eesti keskmistel geograafilistel pikkustel asuvate Alam-Pedja ja Loodi sademetes, vähimad merelähedasemate Tahkuse ja Nigula sademetes. Alam-Pedja sademete kõrgema SO_4^{2-} kontsentratsiooni aasta keskmisena tekitasid suure lisanditesisaldusega sademed detsembris.

Tabel 14. Kuukeskmised SO_4^{2-} kontsentratsioonid (mgS/l)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 1,00 | 0,40 | 0,40 | 0,60 | 0,40 | 0,50 | 0,43 |
| 2 | 0,70 | 0,26 | 0,33 | 0,40 | 0,21 | 0,37 | 0,30 |
| 3 | 0,83 | 0,60 | 0,47 | 0,43 | 0,40 | 0,63 | 0,50 |
| 4 | 2,03 | | 1,47 | | 0,87 | 0,73 | 1,03 |
| 5 | 0,53 | 0,37 | 0,83 | 0,80 | 0,47 | 0,37 | 0,53 |
| 6 | 0,17 | 0,29 | 0,50 | 0,63 | 0,43 | 0,30 | 0,27 |
| 7 | 0,40 | 0,29 | 0,57 | 0,53 | 0,27 | 0,43 | 0,33 |
| 8 | 0,32 | 0,33 | 0,40 | 0,43 | 0,37 | 0,37 | 0,40 |
| 9 | 0,33 | 0,43 | 0,29 | 0,27 | 0,24 | 0,29 | 0,22 |
| 10 | 0,28 | 0,40 | 0,30 | 0,31 | 0,25 | 0,29 | 0,11 |
| 11 | 0,37 | 0,33 | 0,32 | 0,53 | 0,24 | 0,29 | 0,33 |
| 12 | 2,20 | 0,31 | 0,33 | 0,53 | 0,37 | 0,47 | 0,30 |
| Keskmine | 0,49 | 0,36 | 0,40 | 0,47 | 0,33 | 0,37 | 0,31 |

Tabel 15. SO_4^{2-} saastekoormused kuude kaupa (mgS/m²)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 13,0 | 12,0 | 10,0 | 7,2 | 6,4 | 9,5 | 7,3 |
| 2 | 11,9 | 9,8 | 18,0 | 15,2 | 11,6 | 15,0 | 15,0 |
| 3 | 27,5 | 30,0 | 23,8 | 16,9 | 27,2 | 37,4 | 26,5 |
| 4 | 14,2 | | 1,5 | | 6,9 | 9,5 | 8,2 |
| 5 | 18,7 | 11,7 | 10,0 | 32,8 | 24,3 | 22,4 | 18,9 |
| 6 | 25,3 | 42,9 | 53,5 | 79,2 | 67,6 | 51,6 | 35,9 |
| 7 | 29,6 | 15,3 | 46,5 | 80,0 | 26,2 | 36,4 | 38,0 |
| 8 | 25,7 | 21,7 | 66,8 | 35,5 | 19,8 | 33,7 | 31,2 |
| 9 | 41,0 | 35,5 | 29,3 | 32,1 | 29,0 | 33,4 | 26,6 |
| 10 | 19,8 | 28,0 | 32,0 | 35,3 | 22,8 | 26,7 | 8,7 |
| 11 | 20,9 | 17,7 | 19,5 | 34,7 | 19,5 | 16,4 | 17,7 |
| 12 | 92,4 | 14,6 | 22,0 | 23,5 | 33,4 | 28,5 | 19,5 |
| Saastekoormus | 340 | 239 | 333 | 392 | 295 | 320 | 254 |

Saastekoormuste tabelist 15 on näha, et 2004. aastal on SO_4^{2-} saastekoormus aastas suurim Loodil, suur ka Alam-Pedjas, Karulas ja Otepääl, oluliselt väiksem taas Haanjas ja Tahkusel nagu eelmisel aastal.

3.10 Mg^{2+}

Kuukeskmised Mg^{2+} kontsentratsioonid ja vastavad saastekoormused on esitatud tabelites 16 ja 17. Mg^{2+} kontsentratsioonid olid meetodi määramise alampiirist (0,10 mg/l) väiksemad 31 sademetekogumis. Paljudel juhtudel ületab Mg^{2+} sisaldus meetodi määramise alampiiri vähe. Andmefailis *Lesad2004.xls* on arvutustes ühel juhul võetud Mg^{2+} sisalduseks meetodi määramise alampiir ja arvutatud vastavad aastakeskmised kaalutud keskmised, teisel juhul on võetud Mg^{2+} sisalduseks vastavates sademetes pool meetodi määramise alampiirist ja tabelis on märgitud see kujul **0,05**. Vastavad arvutatud keskmised ja saastekoormused on tabelites kirjutatud kaldkriipsu abil. Puhtaimad olid sademed Mg^{2+} suhtes märtsis ja augustist oktoobrini. Meetodi määramise alampiiri ületasid mitmekordselt sademed mais kõikides ja veebruaris enamuses mõõtmispunktides. Alam-Pedja suurima Mg^{2+} kontsentratsiooni põhjustasid taas detsembri sademed, kus Mg^{2+} kontsentratsioon oli erakordselt suur.

Tabel 16. Kuukeskmised Mg^{2+} kontsentratsioonid (mg/l)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,30 | 0,10 | 0,14 | 0,27 | 0,21 | 0,17 | 0,25 |
| 2 | 0,53 | 0,17 | 0,15 | 0,19 | 0,11 | 0,05 | 0,14 |
| 3 | 0,31 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 4 | 0,58 | | 1,30 | | 0,27 | 0,17 | 0,47 |
| 5 | 0,36 | 0,32 | 0,47 | 0,83 | 0,27 | 0,19 | 0,65 |
| 6 | 0,14 | 0,05 | 0,12 | 1,10 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 7 | 0,24 | 0,14 | 0,29 | 0,28 | 0,05 | 0,12 | 0,14 |
| 8 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,05 | 0,05 | 0,16 |
| 9 | 0,05 | 0,14 | 0,05 | 0,14 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 10 | 0,11 | 0,05 | 0,05 | 0,14 | 0,12 | 0,05 | 0,05 |
| 11 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,25 | 0,05 | 0,05 | 0,10 |
| 12 | 4,90 | 0,12 | 0,12 | 0,16 | 0,13 | 0,10 | 0,12 |
| Keskmine | 0,45/0,44 | 0,12/0,10 | 0,13/0,10 | 0,35/0,35 | 0,12/0,09 | 0,11/0,07 | 0,15/0,12 |

Mg²⁺ saastekoormus oli nagu keskmine Mg²⁺ sisalduski oluliselt suurem Alam-Pedjal ja Loodil, ületades teiste kohtade saastekoormusi umbes kolm korda. Alam-Pedjal põhjustasid seda erakordselt tugevasti saastunud detsembrikuu sademed, Loodil juuni-juuli sademed. Ülejäänud kohtades oli Mg²⁺ saastekoormused üsna sarnased. Võrreldes 2003. aasta tulemustega olid enamuse kohtade tulemused üsna sarnased v.a. Alam-Pedja, kus Mg²⁺ saastekoormus oli kasvanud 1,5 korda ja Loodi, kus saastekoormus oli kasvanud ligi kolm korda.

Tabel 17. Mg²⁺ saastekoormused kuude kaupa (mg/m²)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|----------------------|----------------|--------------|---------------|----------------|---------------|--------------|---------------|
| 1 | 3,9 | 3,0 | 3,5 | 3,2 | 3,4 | 3,2 | 4,2 |
| 2 | 9,0 | 6,5 | 8,1 | 7,2 | 6,1 | 4,1 | 6,9 |
| 3 | 10,2 | 5,0/2,5 | 5,1/2,6 | 3,9/2,0 | 6,8/6,1 | 5,9/3,0 | 5,3/2,7 |
| 4 | 4,1 | | 1,3 | | 2,2 | 2,2 | 3,7 |
| 5 | 12,6 | 10,2 | 5,6 | 34,0 | 14,0 | 11,6 | 23,1 |
| 6 | 20,9 | 14,8/7,4 | 12,8 | 137,5 | 15,6/7,8 | 17,0/8,5 | 13,3/6,7 |
| 7 | 17,8 | 7,3 | 23,8 | 42,0 | 9,7/4,9 | 10,1 | 16,0 |
| 8 | 8,1/4,1 | 6,5/3,3 | 16,7/8,4 | 8,2 | 5,4/2,7 | 9,2/4,6 | 12,5 |
| 9 | 12,3/6,2 | 11,5 | 10,1/5,1 | 16,7 | 11,9/6,0 | 11,4/5,7 | 12,1/6,1 |
| 10 | 7,7 | 7,0/3,5 | 10,8/5,4 | 16,1 | 10,8 | 9,2/4,6 | 8,2/4,1 |
| 11 | 5,7/2,9 | 5,3/3,1 | 6,1 | 16,3 | 8,0/4,0 | 5,6/2,8 | 5,3 |
| 12 | 205,8 | 5,6 | 7,9 | 7,0 | 11,8 | 6,1 | 7,8 |
| Saastekoormus | 318/305 | 83/63 | 112/87 | 292/290 | 106/77 | 96/64 | 118/99 |

3.11 Ca²⁺

Ca²⁺ kontsentratsioonid olid meetodi määramise alampiirist (0,10 mg/l) väiksemad viies sademetekogumis. Ka siin on, nagu Mg²⁺ puhulgi andmefailis *Lesad2004.xls* ühel juhul arvutustes võetud iooni sisalduseks meetodi määramise alampiir ja teisel juhul pool meetodi määramise alampiirist ning tabelis on märgitud see kujul **0,05**. Vastavad keskmised ja saastekoormused on tabelites kirjutatud kaldkriipsu abil.

Tabel 18. Kuukeskmised Ca²⁺ kontsentratsioonid (mg/l)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|
| 1 | 1,50 | 0,57 | 0,45 | 0,95 | 0,79 | 0,87 | 1,10 |
| 2 | 1,50 | 0,82 | 0,71 | 1,00 | 0,45 | 0,62 | 0,61 |
| 3 | 0,69 | 0,32 | 0,21 | 0,24 | 0,22 | 0,05 | 0,23 |
| 4 | 2,10 | | 3,50 | | 0,93 | 0,66 | 1,90 |
| 5 | 1,90 | 1,20 | 2,60 | 3,60 | 1,10 | 1,10 | 2,60 |
| 6 | 0,37 | 0,22 | 0,33 | 2,60 | 0,25 | 0,05 | 0,28 |
| 7 | 0,62 | 0,71 | 1,10 | 0,79 | 0,23 | 0,75 | 0,29 |
| 8 | 0,21 | 0,22 | 0,25 | 0,30 | 0,27 | 0,05 | 0,38 |
| 9 | 0,05 | 1,10 | 0,29 | 0,41 | 0,28 | 0,34 | 0,05 |
| 10 | 0,47 | 0,65 | 0,67 | 0,56 | 0,36 | 0,41 | 0,36 |
| 11 | 0,55 | 0,37 | 0,38 | 0,90 | 0,33 | 0,48 | 0,41 |
| 12 | 16,0 | 0,40 | 0,40 | 0,58 | 0,35 | 0,42 | 0,30 |
| Keskmine | 1,47/1,45 | 0,54 | 0,50 | 1,05 | 0,36 | 0,43/0,40 | 0,45/0,43 |

Ca²⁺ keskmine sisaldus Alam-Pedja sademetes oli umbes kolm korda kõrgem ja Loodil kaks korda kõrgem kui ülejäänutes. Erakordselt kõrge oli Ca²⁺ sisaldus Alam-Pedja sademetes detsembris. Suhteliselt suured Ca²⁺ kontsentratsioonid olid kõikjal väheste sademetega aprillis ja kõrge sisaldus jätkus ka mais.

Võrreldes eelmise aastaga kasvas keskmine Ca²⁺ sisaldus märgatavalt Alam-Pedja ja Loodi sademetes, kahanes enam Nigula ja Tahkuse sademetes.

Tabelis 19 on toodud Ca²⁺ saastekoormused kuude kaupa ja aastas.

Suuremad olid Ca²⁺ saastekoormused Alam-Pedjal (detsembri sademete tõttu) ja Loodil (mai, juuni ja juuli sademete tõttu), kõige väiksemad Nigula sademetes. Eelmise aastaga võrreldes kasvasid Alam-Pedja ja Loodi sademete saastekoormused umbes kaks korda, Karulas ja Nigulas kahanesid ligi 20%, teistes kohtades olid muutused oluliselt väiksemad.

Tabel 19. Ca²⁺ saastekoormused kuude kaupa (mg/m²)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|----------|------------|--------|--------|-------|--------|-----------|-----------|
| 1 | 19,5 | 17,1 | 11,3 | 11,4 | 12,6 | 16,5 | 18,6 |
| 2 | 25,5 | 31,2 | 38,3 | 38,0 | 24,8 | 25,4 | 30,3 |
| 3 | 22,8 | 16,0 | 10,7 | 9,4 | 15,0 | 11,8/5,9 | 12,2 |
| 4 | 14,7 | | 3,5 | | 7,4 | 8,6 | 15,0 |
| 5 | 66,5 | 38,4 | 31,2 | 147,6 | 57,2 | 67,1 | 92,3 |
| 6 | 55,1 | 32,6 | 35,3 | 325,0 | 39,0 | 34,0/17,0 | 37,2 |
| 7 | 45,9 | 36,9 | 90,2 | 118,5 | 22,3 | 63,0 | 33,1 |
| 8 | 17,0 | 14,3 | 41,8 | 24,6 | 14,6 | 18,4/9,2 | 29,6 |
| 9 | 24,6/12,3 | 90,2 | 29,3 | 48,8 | 33,3 | 38,8 | 24,2/12,1 |

| | | | | | | | |
|----------------------|------------------|------------|------------|------------|------------|----------------|----------------|
| 10 | 32,9 | 45,5 | 72,4 | 64,4 | 32,4 | 37,7 | 29,5 |
| 11 | 31,4 | 19,6 | 23,2 | 58,5 | 26,4 | 26,9 | 21,7 |
| 12 | 672,0 | 18,8 | 26,4 | 25,5 | 31,9 | 25,6 | 19,5 |
| Saastekoormus | 1028/1016 | 361 | 413 | 872 | 317 | 374/342 | 363/351 |

3.12 K⁺

Kuukeskmised K⁺ kontsentratsioonid ja vastavad saastekoormused on esitatud tabelites 20 ja 21. K⁺ sisaldus erinevates sademekogumites ei ületanud meetodi määramise alampiiri kümnel korral (4 korda nii Otepääl kui ka Tahkusel). Neil juhtudel valiti arvutustes K⁺ sisalduseks nagu Ca²⁺ ja Mg²⁺ korral esimesel juhul meetodi määramise alampiir (0,10 mg/l) ja teisel juhul pool meetodi määramise alampiirist. Tulemused on eraldatud tabelis taas kalkkriipsuga. Suurim K⁺ sisaldus oli 2004. aastal jälle Alam-Pedja ja Loodi sademetes, väiksem nagu eelmiselgi aastal Otepääl ja Tahkusel. Karula ja Nigula sademetes oli K⁺ sisaldus 20 – 30% väiksem eelmise aasta sisaldusest. Alam-Pedja kõrge aastakeskmise suurim põhjustaja on taas detsembrikuu sademete lisanditerikkus, Loodil aga juulikuu sademed.

Tabel 20. Kuukeskmised K⁺ kontsentratsioonid (mg/l)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 | 0,52 | 0,89 | 0,22 | 0,17 | 0,21 | 0,14 | 0,14 |
| 2 | 0,44 | 0,39 | 0,29 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,10 |
| 3 | 0,29 | 0,19 | 0,34 | 0,16 | 0,21 | 0,11 | 0,17 |
| 4 | 2,70 | | 0,55 | | 0,77 | 0,45 | 0,30 |
| 5 | 0,23 | 0,27 | 0,39 | 0,48 | 0,25 | 0,05 | 0,38 |
| 6 | 0,25 | 0,20 | 0,47 | 0,32 | 0,26 | 0,10 | 0,10 |
| 7 | 0,20 | 0,21 | 0,75 | 0,80 | 0,18 | 0,11 | 0,05 |
| 8 | 0,19 | 0,10 | 0,19 | 0,05 | 0,13 | 0,05 | 0,05 |
| 9 | 0,21 | 0,14 | 0,15 | 0,10 | 0,13 | 0,05 | 0,05 |
| 10 | 0,10 | 0,16 | 0,12 | 0,35 | 0,13 | 0,12 | 0,05 |
| 11 | 0,23 | 0,27 | 0,15 | 0,26 | 0,05 | 0,05 | 0,13 |
| 12 | 1,60 | 0,91 | 0,29 | 0,19 | 0,23 | 0,25 | 0,10 |
| Keskmine | 0,33 | 0,28 | 0,29 | 0,33 | 0,19/0,18 | 0,12/0,10 | 0,12/0,10 |

Tabel 21. K⁺ saastekoormused kuude kaupa (mg/m²)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|----------------------|------------|------------|------------|----------------|----------------|---------------|--------------|
| 1 | 6,8 | 26,7 | 5,5 | 2,0 | 3,4 | 2,7 | 2,4 |
| 2 | 7,5 | 14,8 | 15,7 | 3,8 | 6,1 | 5,7 | 5,0 |
| 3 | 9,6 | 9,5 | 17,3 | 6,2 | 14,3 | 6,5 | 9,0 |
| 4 | 18,9 | | 0,6 | | 6,2 | 5,9 | 2,4 |
| 5 | 8,1 | 8,6 | 4,7 | 19,7 | 13,0 | 6,1/3,1 | 13,5 |
| 6 | 37,3 | 29,6 | 50,3 | 40,0 | 40,6 | 17,0 | 13,3 |
| 7 | 14,8 | 10,9 | 61,5 | 120,0 | 17,5 | 9,2 | 11,4/5,7 |
| 8 | 15,4 | 6,5 | 31,7 | 8,2/4,1 | 7,0 | 9,2/4,6 | 7,8/3,9 |
| 9 | 25,8 | 11,5 | 15,2 | 11,9 | 15,5 | 11,4/5,7 | 12,1/6,1 |
| 10 | 7,0 | 11,2 | 13,0 | 40,3 | 11,7 | 11,0 | 8,2/4,1 |
| 11 | 13,1 | 14,3 | 9,2 | 16,9 | 8,0/4,0 | 5,6/2,8 | 6,9 |
| 12 | 67,2 | 42,8 | 19,1 | 8,4 | 20,9 | 15,3 | 6,5 |
| Saastekoormus | 231 | 186 | 244 | 277/273 | 164/160 | 106/89 | 98/79 |

Teistest suurem oli K⁺ saastekoormus Loodil, Karulas ja Alam-Pedjal. Umbes samavõrd kui kasvas K⁺ saastekoormus Loodil võrreldes eelmise aastaga, kahanes ta Nigulas. Karulas ja Tahkusel olid K⁺ saastekoormuse muutused väga väikesed. Saastekoormused jagunesid kuude lõikes ja paikkonniti üsna ebaühtlaselt. Ligi kolm korda väiksem maksimaalsest väärtusest Loodil on K⁺ saastekoormus Tahkusel, pisut suurem Otepääl.

3.13 Cl⁻

Kokkuvõtavad andmed Cl⁻ kohta on esitatud tabelites 22 ja 23.

Tabel 22. Kuukeskmised Cl⁻ kontsentratsioonid (mg/l)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 2,30 | 1,30 | 0,62 | 1,80 | 1,20 | 0,82 | 0,59 |
| 2 | 2,30 | 0,94 | 1,20 | 0,97 | 0,63 | 0,87 | 0,56 |
| 3 | 1,50 | 0,86 | 0,99 | 0,87 | 2,30 | 0,79 | 0,91 |
| 4 | 4,40 | | 4,50 | | 1,50 | 0,76 | 1,20 |
| 5 | 1,10 | 0,87 | 1,60 | 1,50 | 0,64 | 0,65 | 0,61 |
| 6 | 0,30 | 0,20 | 0,52 | 1,30 | 0,27 | 0,18 | 0,19 |
| 7 | 0,70 | 0,34 | 0,92 | 0,81 | 0,48 | 0,31 | 0,43 |
| 8 | 0,31 | 0,32 | 0,66 | 0,21 | 0,52 | 0,25 | 0,19 |
| 9 | 0,66 | 0,59 | 0,67 | 0,66 | 0,72 | 0,69 | 0,71 |
| 10 | 0,40 | 0,34 | 0,53 | 0,60 | 0,60 | 0,39 | 0,44 |
| 11 | 1,10 | 0,95 | 0,58 | 1,80 | 1,10 | 0,75 | 1,30 |
| 12 | 9,20 | 1,90 | 1,30 | 1,00 | 1,00 | 0,84 | 0,76 |
| Keskmine | 1,24 | 0,64 | 0,77 | 0,92 | 0,78 | 0,50 | 0,55 |

Ka Cl⁻ keskmine sisaldus 2004. aasta sademetes oli suurim Alam-Pedja sademetes ning suur ka Loodi sademetes ja nagu varasematel aastatel suhteliselt suur ka Nigulas ja Karulas ning väiksem Haanjas, Otepääl ja Tahkusel. Cl⁻ sisaldus sademetes oli sageli suurem külmematel kuudel nagu ka eelmistel aastatel, eriti suur aga Alam-Pedja detsembri sademetes.

Tabel 23. Cl⁻ saastekoormused kuude kaupa (mg/m²)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 29,9 | 39,0 | 15,5 | 21,6 | 19,2 | 15,6 | 10,0 |
| 2 | 39,1 | 35,7 | 64,8 | 36,9 | 34,7 | 35,6 | 27,8 |
| 3 | 49,5 | 43,0 | 50,5 | 33,9 | 156,4 | 46,6 | 48,2 |
| 4 | 30,8 | | 4,5 | | 12,0 | 9,9 | 9,5 |
| 5 | 38,5 | 27,8 | 19,2 | 61,5 | 33,3 | 39,7 | 21,7 |
| 6 | 44,7 | 29,6 | 55,6 | 162,5 | 42,1 | 30,6 | 25,3 |
| 7 | 51,8 | 17,7 | 75,4 | 121,5 | 46,6 | 26,0 | 49,0 |
| 8 | 25,1 | 20,8 | 110,2 | 17,2 | 28,1 | 23,0 | 14,8 |
| 9 | 81,2 | 48,4 | 67,7 | 78,5 | 85,7 | 78,7 | 85,9 |
| 10 | 28,0 | 23,8 | 57,2 | 69,0 | 54,0 | 35,9 | 36,1 |
| 11 | 62,7 | 50,4 | 35,4 | 117,0 | 88,0 | 42,0 | 68,9 |
| 12 | 386,4 | 89,3 | 85,8 | 44,0 | 91,0 | 51,2 | 49,4 |
| Saastekoormus | 868 | 425 | 642 | 764 | 691 | 435 | 447 |

2004. aasta sademetes sisaldasid kõige enam klooriioone Alam-Pedja ja Loodi sademed, ligi kaks korda vähem Haanja, Otepää ja Tahkuse sademed. Suhteliselt suur oli saastekoormus veel Nigulas ja Karulas. Enamuses paikades suurenes Cl⁻ saastekoormus võrreldes eelmise aasta tulemusega, vaid Nigulas vähenes see õige pisut.

3.14 Na⁺

Kuukeskmised Na⁺ kontsentratsioonid ja vastavad saastekoormused on esitatud tabelites 24 ja 25. Uuritud sademetes ei ületanud Na⁺ kontsentratsioonid meetodi määramise alampiiri kolmel korral augustikuus, kui sademeid oli kõikjal suhteliselt palju. Ka Na⁺ puhul arvutati keskmised kontsentratsioonid ja saastekoormused kahel, eespool kirjeldatud viisil.

Na⁺ keskmine kontsentratsioon aastas oli suurim Alam-Pedjal, ületades 2 – 3 korda enamuse teiste kohtade oma. Kõige väiksem oli kontsentratsioon Otepääl, pisut suurem Tahkusel. Naatriumioonide aastane saastekoormuste jaotus sademete kogumiskohtade järgi oli sarnane klooriioonide saastekoormuste jaotusele. Ka Na⁺ kontsentratsioonide

väärtuste jaotuses aastaegade järgi esines sama tendents nagu varasematel aastatel ja Cl⁻ puhulgi - suhteliselt suured kuukeskmise väärtused esinesid enamuses külmematel kuudel.

Tabel 24. Kuukeskmised Na⁺ kontsentratsioonid (mg/l)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|------------------|------------------|
| 1 | 1,30 | 0,87 | 0,40 | 1,30 | 0,47 | 0,42 | 0,53 |
| 2 | 1,40 | 0,61 | 0,79 | 0,65 | 0,40 | 0,48 | 0,36 |
| 3 | 1,00 | 0,54 | 0,73 | 0,49 | 0,70 | 0,34 | 0,52 |
| 4 | 2,90 | | 2,60 | | 1,00 | 0,51 | 1,00 |
| 5 | 0,65 | 0,64 | 1,20 | 0,77 | 0,65 | 0,32 | 0,34 |
| 6 | 0,27 | 0,18 | 0,42 | 0,48 | 0,21 | 0,14 | 0,16 |
| 7 | 0,38 | 0,24 | 0,53 | 0,53 | 0,31 | 0,21 | 0,22 |
| 8 | 0,18 | 0,18 | 0,28 | 0,05 | 0,31 | 0,05 | 0,05 |
| 9 | 0,44 | 0,42 | 0,42 | 0,39 | 0,46 | 0,32 | 0,45 |
| 10 | 0,26 | 0,23 | 0,36 | 0,34 | 0,32 | 0,26 | 0,27 |
| 11 | 0,79 | 0,77 | 0,45 | 1,10 | 0,62 | 0,38 | 0,84 |
| 12 | 8,70 | 1,40 | 0,92 | 0,71 | 0,69 | 0,59 | 0,55 |
| Keskmine | 0,97 | 0,46 | 0,49 | 0,51/0,51 | 0,45 | 0,28/0,28 | 0,35/0,35 |

Na⁺ saastekoormused aastas olid samuti oluliselt suuremad Alam-Pedjal, ületades väärtusi Loodil ja Karulas ca 1,5 korda, ületades vähima saastekoormusega Otepää saastekoormust üle 2,5 korra. Suure saastekoormuse Alam-Pedjal põhjustasid oluliselt jälle detsembri erakordselt saastunud sademed Alam-Pedjal nagu eelmisel aastal. Võrreldes 2003. aastaga saastekoormustega kahanes Na⁺ saastekoormus vaid Nigulas oluliselt, mujal see kõikjal kasvas. Jaotus kuude järgi oli pisut ühtlasem kui eelmisel aastal. Suvekuude suhteliselt suuri saastekoormusi põhjustasid ilmselt väga suured sademetekogused suvekuudel. Väikese sademetehulga tõttu 2004. aasta esimesel neljal kuul jäi nende kuude panus saastekoormusesse väiksemaks kui varasematel aastal. Detsembri sademete osa oli taas suurem soojade ilmadega kuude sademete osast.

Tabel 25. Na⁺ saastekoormused kuude kaupa (mg/m²)

| Kuu/koht | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|----------|------------|--------|--------|-------|--------|--------|---------|
| 1 | 16,9 | 26,1 | 10,0 | 15,6 | 7,5 | 8,0 | 9,0 |
| 2 | 23,8 | 23,2 | 42,7 | 24,7 | 22,0 | 19,6 | 17,9 |
| 3 | 33,0 | 27,0 | 37,2 | 19,1 | 47,6 | 20,1 | 27,6 |
| 4 | 20,3 | | 2,6 | | 8,0 | 6,6 | 7,9 |
| 5 | 22,8 | 20,5 | 14,4 | 31,6 | 33,8 | 19,5 | 12,1 |

| | | | | | | | |
|----------------------|------------|------------|------------|----------------|------------|----------------|----------------|
| 6 | 40,2 | 26,6 | 44,9 | 60,0 | 32,8 | 23,8 | 21,3 |
| 7 | 28,1 | 12,5 | 43,5 | 79,5 | 30,1 | 17,6 | 25,1 |
| 8 | 14,6 | 11,7 | 46,8 | 8,2/4,1 | 16,7 | 9,2/4,6 | 7,8/3,9 |
| 9 | 54,1 | 34,4 | 42,4 | 46,4 | 54,7 | 36,5 | 54,5 |
| 10 | 18,2 | 16,1 | 38,9 | 39,1 | 28,8 | 23,9 | 22,1 |
| 11 | 45,0 | 40,8 | 27,5 | 71,5 | 49,6 | 21,3 | 44,5 |
| 12 | 365,4 | 65,8 | 60,7 | 31,2 | 62,8 | 36,0 | 35,8 |
| Saastekoormus | 682 | 305 | 412 | 427/423 | 394 | 242/238 | 285/281 |

Kuna merevees on Na ja Cl sisaldus umbes 1:2 (EE andmetel keskmiselt 0,55), siis võiks anda mõningat informatsiooni nende ionide päritolu kohta sademetes nende ionide kontsentratsioonide suhe.

Tabel 26. Na⁺/Cl⁻ kontsentratsioonide suhted

| | Alam-Pedja | Haanja | Karula | Loodi | Nigula | Otepää | Tahkuse |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,57 | 0,67 | 0,65 | 0,72 | 0,39 | 0,51 | 0,90 |
| 2 | 0,61 | 0,65 | 0,66 | 0,67 | 0,63 | 0,55 | 0,64 |
| 3 | 0,67 | 0,63 | 0,74 | 0,56 | 0,30 | 0,43 | 0,57 |
| 4 | 0,66 | | 0,58 | | 0,67 | 0,67 | 0,83 |
| 5 | 0,59 | 0,74 | 0,75 | 0,51 | 1,02 | 0,49 | 0,56 |
| 6 | 0,90 | 0,90 | 0,81 | 0,37 | 0,78 | 0,78 | 0,84 |
| 7 | 0,54 | 0,71 | 0,58 | 0,65 | 0,65 | 0,68 | 0,51 |
| 8 | 0,58 | 0,56 | 0,42 | 0,48 | 0,60 | 0,40 | 0,53 |
| 9 | 0,67 | 0,71 | 0,63 | 0,59 | 0,64 | 0,46 | 0,63 |
| 10 | 0,65 | 0,68 | 0,68 | 0,57 | 0,53 | 0,67 | 0,61 |
| 11 | 0,72 | 0,81 | 0,78 | 0,61 | 0,56 | 0,51 | 0,65 |
| 12 | 0,95 | 0,74 | 0,71 | 0,71 | 0,69 | 0,70 | 0,72 |
| Keskmine | 0,67 | 0,71 | 0,66 | 0,59 | 0,62 | 0,57 | 0,67 |

Kõikide keskmiste keskmine suhe oli 0,64. Tabelist on näha, et mõne kuu sademetes (Alam-Pedjal juuni ja detsember, Haanjas juuni ja november, Karulas juuni, Nigulas mai, Tahkusel jaanuar, aprill ja juuni) oli see suurus oluliselt suurem (suurem suhtest 0,8) ja mõne kuu sademetes (Karulas augustis, Loodil juunis, Nigulas jaanuaris ja märtsis, Otepääl märtsis ja augustis) märgatavalt väiksem (väiksem suhtest 0,43), mis võiks vihjata nendes sademetes lisandite mõningal määral mittemerelisele päritolule.

3.15 Raskmetallid Hg, Cd, Cu, Pb, Zn

Raskmetallide sisaldus 2004. aasta sademetes oli jälle märgatavalt väiksem kui eelmisel aastal ja vaid Cu ja Zn sisaldus sademetes ületas meetodi määramise alampiiri vaid veidi üle poolte analüüside puhul.

Hg kontsentratsioon küündis meetodi määramise alampiirini vaid 3 analüüsi puhul.

Võimalikust 80 sademekogumist oli Cd sisaldus suurem meetodi määramise alampiirist Alam-Pedjal 8 kuu sademetes, mujal kokku vaid kümnel korral.

Cu määramise alampiiri ei ületanud üheski paigas kõikide kuude sademed. 10 kuu sademetes ületasid meetodi määramise alampiiri vaid Alam-Pedja, 8 kuu sademetes Haanja ja Loodi ning 7 kuu Nigula sademed, teistes kohtades ületas Cu sisaldus määramise alampiiri 2 - 6 kuul.

Pb sisaldus sademetes ületas määramise alampiiri kokku 30 korral - erinevates paikades kõikus see arv ühest üheksanini.

Zn sisaldus ületas meetodi määramise alampiiri kõikidel kuudel vaid Alam-Pedjal ja Loodil (sademeid esines vaid 11 kuul) nagu 2002. ja 2003. aastatelgi, Otepää sademetes 11 kuul 12-st ja ülejäänud kohtades veel kokku 15 korral.

Seetõttu on mõõtmistulemused esitatud ja arvutatud nende keskmised kontsentratsioonid ja saastekoormused vaid nendel juhtudel, kui lisandi sisaldus oli meetodi määramise alampiirist suurem vähemalt 10 kuu sademetes. Kui saasteainete sisaldus ei ületanud meetodi määramise alampiiri, siis on saasteainete sisaldus antud tabelis **Bold** kirjas.

Tabel 27. Raskmetallide kuukeskmised kontsentratsioonid (mg/l)

| | Alam-Pedja Zn | Loodi Zn | Otepää Zn | Alam-Pedja Cu |
|-----------|---------------|-------------|-------------|---------------|
| 1 | 0,06 | 0,13 | 0,03 | 0,006 |
| 2 | 0,08 | 0,08 | 0,04 | 0,006 |
| 3 | 0,26 | 0,11 | 0,06 | 0,010 |
| 4 | 0,68 | | 0,21 | 0,013 |
| 5 | 0,30 | 0,24 | 0,06 | 0,003 |
| 6 | 0,09 | 0,07 | 0,02 | 0,001 |
| 7 | 0,12 | 0,04 | 0,09 | 0,002 |
| 8 | 0,11 | 0,04 | 0,05 | 0,002 |
| 9 | 0,08 | 0,03 | 0,13 | 0,002 |
| 10 | 0,08 | 0,05 | 0,08 | 0,001 |
| 11 | 0,27 | 0,08 | 0,22 | 0,001 |
| 12 | 0,34 | 0,08 | 0,06 | 0,007 |
| KK | 0,15 | 0,07 | 0,08 | 0,003 |

Nimetatud neljal juhul, kui oli veel mõtet arvutada keskmisi ja saastekoormusi, on raskmetallide kuukeskmised ja aasta kaalutud keskmised kontsentratsioonid koondatud tabelisse 26. Järjekordselt sisaldasid Alam-Pedja sademed kõige enam raskmetalle ning jälle oli väga oluline detsembri sademete panus. Suur oli raskmetallide sisaldus ka väga väheste sademetega aprillis.

Tabel 28. Raskmetallide saastekoormused kuude kaupa (mg/m²)

| | kZn | kZn | kZn | kCu |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | mg/m ² | mg/m ² | mg/m ² | mg/m ² |
| | Alam-Pedja | Loodi | Otepää | Alam-Pedja |
| 1 | 0,8 | 1,6 | 0,6 | 0,08 |
| 2 | 1,4 | 3,0 | 1,6 | 0,10 |
| 3 | 8,6 | 4,3 | 3,5 | 0,33 |
| 4 | 4,8 | | 2,7 | 0,09 |
| 5 | 10,5 | 9,8 | 3,7 | 0,11 |
| 6 | 13,4 | 8,8 | 1,7 | 0,15 |
| 7 | 8,9 | 6,0 | 7,6 | 0,15 |
| 8 | 8,9 | 3,3 | 4,6 | 0,16 |
| 9 | 9,8 | 3,6 | 14,8 | 0,25 |
| 10 | 5,6 | 5,8 | 7,4 | 0,04 |
| 11 | 15,4 | 5,2 | 12,3 | 0,03 |
| 12 | 14,3 | 3,5 | 3,7 | 0,29 |
| SK | 102 | 55 | 66 | 1,83 |

Tabelis on **Bold** kirjas esitatud nende kuude saastekoormused, kui lisandi sisaldus oli väiksem kui meetodi määramise alampiir.

3.16 Võimalus sademete saasteainete päritolu uurimiseks

Nagu eelmisel aastal, nii ka 2004. aastal kasutati Tahkuse võimalusi, et eraldi koguda enam saastunud sademeid saasteainete kauglevi uurimiseks. See on Tahkusel võimalik, kuna NO₂ kontsentratsiooni ja meteotingimuste sagedane registreerimine ja mõõtmistulemuste operatiivne jälgimine võimaldab eraldi koguda ja analüüsida sademeid, millega kaasneb õhus NO₂ kontsentratsiooni tõus. Tavaliselt kaasneb sellega ka sademetes keskmisest suurem lisandite kontsentratsioon. Seetõttu jätkati ka 2004. aastal Tahkusel lisaks sademete kogumisele NILU sademetemõõturiga abil sademete kogumist sademetemõõturiga O-1. Eraldatud sademetes ja ülejäänud kuu sademetes määrati iooni NO₃⁻ ja teist aastat ka SO₄²⁻ sisaldus. Sademetega kaasnevaid mürgatavaid

NO₂ kontsentratsiooni suurenemisi on esinenud põhiliselt külmematel kuudel, kui toimub ka intensiivsem kütmine. Kaasajal on võimalik uurida õhusakeste eelnevaid trajektoore eriti saastatud sademete korral ning enne ja pärast NO₂ kontsentratsiooni tõusu õhus, et saada tõepäraselt informatsiooni mõõtmiskohta saabunud suurenenud õhusaaste päritolu kohta. Seniste mõõtmiste ja ilmekamate näidete alusel saab väita, et selliseid sademeid toonud õhumassid on saabunud Tahkusele sagedamini edela-läänesuunalt kas üle Poola, Saksamaa ja Kaliningradi või üle Rootsi Stockholmi piirkonnas. Kirdesuunast saabuvate sademete korral näib oluline olevat õhumasside trajektoor Venemaa kohal, oluline näib olevat Moskva või selle ümbruse suund. Kirjeldatud meetodi võimaluste kasutamine on jätkuvalt algjärgus, sest seni kogutud andmebaas on ikka veel liialt napp, kuigi võimaldab juba välja tuua saasteainete poolest rikkamate sademete olulisemaid liikumissuundi. Meetodi paremaks kasutamiseks oleks tarvis tuulesuuna kiirel muutumisel koguda sademeid lühematel ajavahemikel kui üks ööpäev, sest paljudel juhtudel muudab ööpäevane keskmistamine efekti liiga nõrgaks (8. juuni 2004). Nõrga saju korral oleks tarvis koguda sademeid suurema pindalaga sademetemõõturi abil, sest sageli on ka ööpäevane kogunenud sademete hulk liialt väike keemilise analüüsi teostamiseks. Huvi peaks pakkuma sellistes (kõrge nitraatiooni sisaldusega) sademetes ka mõnede teiste lisandite määramine.

2004. aastal ei õnnestunud aasta alguse külmematel kuudel enamsaastunud sademeid jälgida, kuna esimesel neljal kuul oli sademeid erakordselt vähe ja ka ei esinenud väga suuri NO₂ kontsentratsiooni suurenemisi. Kuni mõnekordsed NO₂ kontsentratsiooni suurenemised esinesid sademetega lõunatuultega 21.-22. aprillil, 22. oktoobril, 13. novembril ja 5. detsembril, kusjuures sademetes oli nii NO₃⁻ iooni kui ka SO₄²⁻ iooni sisaldus suurenenud 1,5 – 2 korda kuu keskmisega võrreldes. Suhteliselt väga puhasteks (ligi 3 korda väiksema ioonisisaldusega) osutusid 8.-ndal juunil vähem kui ööpäevaga sadanud rohked sademed (47,4 mm), kuigi sadu algas paarikordse NO₂ kontsentratsiooni tõusuga.

4. KOKKUVÕTE

Töös on esitatud andmed Lõuna-Eesti seitsmes erinevas paigas kogutud sademete ja nende keemilise analüüsi tulemuste kohta. Toodud on andmed sademete pH, elektrijuhtivuse ning erinevate lisandite kontsentratsioonide kuu- ja aastakeskmiste ning saastekoormustega, mis iseloomustavad sademetega saabunud lisandite hulka Lõuna-Eestis 2004. aastal. Kuna töö on kestnud vähem kui 6 aastat, siis ei saa tulemuste põhjal teha väga kaugeleulatuvaid järeldusi, kuna tulemused sõltuvad väga suurest hulgast teguritest, kuid mõningad tendentsid juba ilmnevad.

2004. aastal oli sademete jaotus piirkonniti eelmisest aastast vähem ebahütlane, erinedes siiski kuni 25%. Kõige sademeterohkem oli jälle Nigula, sademetevaesem Haanja. Valdavalt kahanesid ka 2004. aasta sademetes lisandite kontsentratsioonid võrreldes eelmise aastaga. Ka 2004. aastal olid endiselt suhteliselt kõrged mitme lisandi kontsentratsioonid Nigula ja Karula sademetes ning ka Loodil, aga eriti rohkelt sisaldasid uuritud lisandeid Alam-Pedja sademed. Alam-Pedja sademed on viimastel aastatel muutunud üksikutel kuudel eriti lisanditerohkeiks Märkatavalt puhtamad võrreldes teiste kohtadega olid sademed Tahkusel, Haanjas ja Otepääl. Tahkusel on sademed muutunud viimase viie aasta vältel aasta-aastalt järjest puhtamaks. Aasta jooksul sademetega langenud lisandite hulk - saastekoormused aastast – oli 2004. aastal enamuse lisandite puhul suuremad Alam-Pedjas tänu kahe kuu rohketele ja suure lisandisisaldusega sademetele. Samuti oli 2004. aastal suhteliselt suur lisanditesisaldus Loodil ning, nagu tavaliselt, suhteliselt suur Nigulas ja Karulas. Eestis on valdavad edelatuuled. Seetõttu on osa lisandite puhul tõenäoliselt oluline mere mõju. Karula sademetes sageli esinevad teiste paikade omadest kõrgemad lisandikontsentratsioonid viitavad sellele, et saasteainete päritolus on oma osa edela suunal asuval Riial ja selle ümbrusel. Karula on Koiva jõe oru kaudu avatud just edelasuunast puhuvatele tuultele. Sademete suhteliselt suur hulk Karulas viitab sellele, et maapinna reljeef aitab kaasa sademete hulga jaotusele Karula kasuks. Viimasel kolmel aastal on hakanud suurema saastatusega silma paistma Alam-Pedja ja Loodi sademed. Senised mõõtmistulemused ja eriti uuringud Tahkusel on näidanud, kui võrd oluline on sademeid kandnud õhumasside eelnev trajektoor. Võib-olla mõjutas sademeid Alam-Pedjal ja Loodil vulkaaniline tegevus Islandil, mis intensiivistus

novembri alguses? Mõned eriti palju lisandeid sisaldavad sademed võivad väga tugevasti mõjutada ka pikema aja keskmisi ja aastekoormusi.

Mõõtmistulemuste mitmekesisus viitab sellele, et üksikmõõtmiste põhjal ei saa teha kaugeleulatuvaid järeldusi kogu Eestimaa kohta, sest meteoroloogilised tingimused varieeruvad siin liialt tugevasti.

Aruande koostas: Hilja Iher