TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri inistituut

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

SADEMETE KEEMILINE KOOSTIS EESTI SEIREJAAMADES AJAVAHEMIKUL 1994-2020

CHEMICAL COMPOSITION OF BULK PRECIPITATION AT ESTONIAN MONITORING STATIONS OVER THE PERIOD 1994-2020

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Kristi Rüütel

Üliõpilaskood 165133EAKI

Juhendaja: Karin Pachel

Tallinn 2021

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.
Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.
Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"26" mai 2021.

Autor: .....
/ digitaalne allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"26" mai 2021.

Juhendaja: .....
/digitaalne allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"26"mai 2021 .

Kaitsmiskomisjoni esimees Karin Pachel
/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks[1]

Mina Kristi Rüütel (sünnikuupäev: 15.08.1997)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose SADEMETE KEEMILINE KOOSTIS EESTI SEIREJAAMADES AJAVAHEMIKUL 1994-2020,

mille juhendaja on Karin Pachel,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

---

[1] *Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

_____ (*allkiri*)

_____ (*kuupäev*)

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Kristi Rüütel, 165133EAKI

Õppekava, peaeriala: EAKI02/15 - Hoonete sisekliima ja veetehnika, keskkonnakorraldus

Juhendaja: Karin Pachel, (amet, nimi, telefon)

Lõputöö teema:

SADEMETE KEEMILINE KOOSTIS EESTI SEIREJAAMADES AJAVAHEMIKUL 1994-2020

CHEMICAL COMPOSITION OF BULK PRECIPITATION AT ESTONIAN MONITORING STATIONS OVER THE PERIOD 1994-2020

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Andmebaasi analüüs: koondada ja töödelda sademete seire andmed
2. Uurida näitajate kontsentratsioone ja muutust ajas
3. Võrrelda jaamade andmed omavahel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Andmete kogumine ja töötlemine	15.04
2.	Lõputöö mustand	10.05
3.	Lõplik töö	26.05

Töö keel: eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "26" mai 2021 a

Üliõpilane: Kristi Rüütel "11"jaanuar 2021 a
/digitaalne allkiri/

Juhendaja: Karin Pachel "11" jaanuar 2021 a
/digitaalne allkiri/

Konsultant: .... "....."....20.....a
/allkiri/

Programmijuht: ..... "....."....20.....a
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA 6
1. SISSEJUHATUS 7
1.1 Ajalugu 7
1.2 Levinud saasteained ja nende allikad 8
1.3 Sademete seire 10
2. MEETODID 14
2.1 Sademete seire Eestis 14
2.2 Andmete kogumine jaamades 15
2.3 Andmetöötlus 17
3. ANALÜÜSI TULEMUSED 21
3.1 Alam-Pedja seirejaam 21
3.2 Haanja seirejaam 31
3.3 Harku seirejaam 42
3.4 Jõhvi seirejaam 52
3.5 Karula seirejaam 62
3.6 Kunda seirejaam 73
3.7 Lahemaa seirejaam 83
3.8 Loodi seirejaam 93
3.9 Lääne-Nigula seirejaam 103
3.10 Matsalu seirejaam 114
3.11 Narva seirejaam 124
3.12 Nigula seirejaam 134
3.13 Otepää seirejaam 145
3.14 Saka seirejaam 155
3.15 Tahkuse seirejaam 166
3.16 Tiirikoja seirejaam 176
3.17 Tooma seirejaam 187
3.18 Vilsandi seirejaam 198
3.19 Seirejaamade võrdlus 210
4. KOKKUVÕTE 224
SUMMARY 226
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU 228

EESSÕNA

Magistritöö on koostatud Eesti sademete seirejaamade andmetest, mida on kogunud keskkonnaagentuur. Andmete töötlemisega ja lõputöö teema sõnastusega nõustas juhendaja Karin Pachel.

Avaldan tänu minu magistritöö juhendajale Karin Pachel, kes abistas ning oli toetav minu lõputöö valmimisel.

Magistritöös on uuritud 27. aasta pikkuse vaatlusrea sademeid ja nende keemilist koostist, analüüsis on kasutatud keskkonnaseire infosüsteemist kättesaadavaid andmeid. Antud lõputööga on tahetud teada saada, missugune on sademete koostis ja missugused on erinevused eesti seirejaamade vahel.

Võtmesõnad: sademed, keemiline koostis, seirejaamad, muutus, magistritöö

1. SISSEJUHATUS

Sademed on ühed olulisemad näitajad, mis määravad eri maailmapaikade kliima iseloomu ja veevarude kujunemist. Sademed on elulise tähtsusega inimkonna puhta veega varustamises ja põllumajanduses toidu tootmiseks. Seega on sademete hulk ja kvaliteet määravad veevarude hindamisel ning otsuste tegemisel veevaru kasutamiseks.

Eestis on sademete seire osa välisõhu seire programmist, mille käigus jälgitakse ja määratakse õhu ja sademete koostist, kvaliteeti ja muutusi. Välisõhu seire koosneb kolmest seirest: välisõhu kvaliteedi seire, sademete keemia seire ja välisõhus sisalduvate raskmetallide saastetaseme hindamine. Välisõhu seire eesmärk on kindlaks teha ning prognoosida ja ennetada võimalikku kahjulikku mõju inimeste tervisele. Lisaks inimeste tervisele saab ennetada mõju taimedele ja loomadele, elukeskkonnale, kahju ehitistele ja loodusmaastikele. [1] [2]

Õhusaaste võib tekkida looduslikult, kuid ka inimtegevuste tagajärjel. Õhusaaste inimtegevuse kaudu on õhu valdkonna suurim keskkonnaprobleem. Lisaks osa saasteainest jõuab meieni õhumassidega teistest piirkondadest. Seire käigus on kõige olulisem tuvastada need saasteained, mida esineb välisõhus kõrges kontsentratsioonis. Samuti on olulised need ained, mis pole tekkinud looduslikult. [2] [3]

1.1 Ajalugu

Eestis atmosfääriuuringutel on pikad traditsioonid, eriti selle keemilisel koostisel. Alates eelmise sajandi keskpaigast on lisaks meteoroloogilistele vaatlustele regulaarselt mõõdetud ka mõned sademetes sisalduvad keemilised ühendid. Peamine eesmärk oli hankida teavet atmosfääri seisundi ja dünaamika kohta. See on ka põhjus, miks põhitähelepanu pöörati keemiliste ühendite seirele, millel on otsene mõju inimkeskkonnale. [4]

Kuna energiatootmine arenes intensiivselt ning vääveldioksiidi (SO_2) ja lämmastikoksiidi (NO_x) hulgad kiiresti kasvasid happeliste kivimite piirkondades, nagu Skandinaavia, muutus happevihmade probleem kõige olulisemaks keskkonnaprobleemiks Euroopas ja

Põhja-Ameerikas. Selle tulemusel oli Eestis korraldatud seire sademetes sisalduvate väävliühendite üle. 1970-ndatel aastatel suurte töötavate põlevkivipõhiste elektrijaamade tõttu sai Eestist riik, kus väävliühendite sisaldus ühe elaniku kohta oli äärmiselt kõrge. 1979. aastal Eesti sai Euroopa seire- ja hindamisprogrammi liikmeks, võrgustik oli loodud piiriülese õhusaaste uurimise eesmärgiga. [4]

Sademekeemia uuringu eesmärgid ja atmosfääri koostise moodustamise ja ümberkujundamise probleemid on aastate jooksul muutunud. Kuid saasteainete koormuste jälgimine, eriti väävliühendid, on olnud olulisim probleem. 1980-ndate lõpus ja 1990-ndate alguses püüti hinnata atmosfääri lisandite ruumilisi seaduspärasusi ja nende mõju keskmiste igakuiste sademete pH-le. [4]

1990. aastateni Eestis pole uuritud CO_2 ja muid kasvuhoonegaaside heitkoguseid. Esimesed uuringud algasid aastal 1995. [4]

Enne 1994. aastat mõõdetud sademete keemiliste ainete andmed, kahjuks, pole kättesaadavad, kuna andmed õhusaaste kohta Nõukogude Liidus olid konfidentsiaalsed. Pärast taasiseseisvumist 1991. aastal tehti keskkonnaseire ümberkorraldamise, olid kasutusele võetud uued meetodid ja seadmed. Ning alates 1994. aastast on olemas sademete keemiliste ühendite kohta võrreldav andmebaas, mis on avalik. [5]

1.2 Levinud saasteained ja nende allikad

Sademed on Riigi Ilmateenistuse mõistes atmosfäärist maapinnale langev vesi vedelas või tahkes olekus (vihm, uduvihm, lörts, lumi, jms. Sademetest kujuneb teatud tingimustel sademevesi. Sademevee saasteained pärinevad erinevatest allikatest. Kuid õhusaaste liikumispanevad jõud on otseselt seotud inimtegevusega. Kõige levinumad sademevee saasteained on setted, raskmetallid, orgaanilised ained, toiteained ja mikroorganismid. Need tekivad paljudest asjaoludest / nende tekkimiseks on suur hulk võimalusi: tolmu ja mustuse kogunemisest, sõidukite rehvide kulumisest, liikluse ja tööstuse heitkogusest, katuste ja pindade oludest, ehitus- ja kaubandustegevustest. Samuti saasteained tekivad maanteede kasutamisest, tehastest, loomade ja lindude väljaheidetest ning erinevatest leketest. [6]

Vihmavees lahustunud keemiliste koostisosade täpset päritolu on raske hinnata, peamiselt sellepärast, et vihmavee koostis oleneb dünaamika ja mikrofüüsikaliste protsesside keerukatest vastastikmõjudest. Üldiselt näitab sademevee keemiline koostis lahustunud keemiliste ainete allikat ning saasteainete kohalikku ja piirkondlikku levikut. [5]

Aluskatioonid eralduvad atmosfääri osakestena looduslike protsesside, näiteks pinnase erosiooni, meresoola jne kaudu. Samuti ka mitmete inimtegevuste kaudu, nagu materjalide käitlemine ja ladustamine ning põllumajandus. Lisaks nende hulka kuuluvad selliste kütuste nagi kivisüsi ja puit põletamine ning erinevad tööstusprotsessid. Heide näeb välja erineva jaotuse suuruse ja koostisega osakestena. Mitmete heitmetüüpide puhul ei ole suurus ja iseloom eriti teada. [7]

Katioonid pärinevad looduslikest allikatest, näiteks meresoolast eralduvad Mg ja Na, mullatolmust Ca, K, Mg ja Na ja põlevkivi lendtuhast Ca, K, Mg ja Na. Eestis on kõrge karbonaadisisaldusega lähtematerjalidest arenenud mullad, mis on muldade hapestamisel eeliseks, samuti see toob kaasa madala aluskatioonide sadestumise. Pealegi tulenev mineraalrikastest põlevkivipõhistest suurtest elektrijaamadest ja keemiatööstustest leeliseline õhusaaste põhjustab Eestis mitmeid ainulaadseid keskkondi, eriti võrreldes Põhjamaadega. [5]

Peamised kaltsiumi allikad Euroopas on tsemendi-, raua- ja terastehased ning söe põletamine nii suurte kui ka väikeste katelde puhul. Lõuna ja Kagu-Eestis looduslikes piirkondades on suhteliselt suur kaltsiumi koormus, mille põhjuseks on kruusateed (umbes 62%) ja umbes 25-aaststelt teekatetelt pärit maanteetolm. [5], [8]

Inimtegevus on väävli- ja lämmastikoksiidide atmosfääri eraldumise põhjustaja. Seejärel gaasid muutuvad tugevateks väävel- ja lämmastikhapeteks ning põhjustavad happevihmasid. Metallid tavaliselt sattuvad atmosfääri tööstusest. [5], [9]

Peamised vääveldioksiidi allikad on väävlit sisaldavate kütuste põletamine ja tööstuslikud protsessid. Fossiilkütused – kütteõli, kivisüsi ja diisliõli sisaldavad väävlit erineval määral. Kütuste põletamisel väävel esitab anorgaanilisi või orgaanilisi ühendeid, oksüdeerib vääveldioksiidiks ja paisub atmosfääri gaasina. [5], [10]

Lämmastikuühendid eralduvad atmosfääri lämmastikoksiidide ja ammooniumina. Enamik lämmastikoksiidid eralduvad inimtegevuse tõttu – transpordi ja tööstusega seotud fossiilkütuste põletamisel. Suur tase lämmastikdioksiidi on põlemisõhus hapniku

ja lämmastiku vahelise reaktsiooni tulemus. Lämmastik kütuses aitab kaasa, kuid ainult mõnel määral. Tööstuslikud protsessid, nagu väetise tootmine ja mõnede anorgaaniliste baaskemikaalide tootmine annavad enamikus piirkondades koguheitesse samuti vähemal määral kaasa. Lämmastikmonoksiid on peamine koos lämmastikdioksiidiga eralduv ühend. Lämmastikdioksiidide heiteandmed hõlmavad paljude inimtekkeliste tegevuste, näiteks transpordi, kütte- ja elektritootmise ning tööstuse heitkoguseid. Lisaks aitavad laevad märkimisväärselt kaasa lämmastikoksiidide heitkogusele. [5], [11]

Ammoniaak on väga oluline kogu lämmastiku sadestumise protsessis ning mere ja maismaa ökosüsteemide eutrofeerumise olukorra osas. Ammoniaagi heitkogused tulenevad peamiselt põllumajanduse ja sõnniku praktikatest põllumajanduses. Ammoniaagi heitkoguste hinnangud on ebakindlamad kui väävli ja lämmastikoksiidide heitkogused. [5]

Maapinnale lähedasele põhjavee koostise kujunemisel on määrava tähtsusega sademete keemiline koostis. Pinna- ja põhjavees esinevad samad ioonid, mis sisalduvad vihmas ja lumes. Need on kaalium, kaltsium, kloriid, magneesium, naatrium, nitraat, sulfaat, vesinikkarbonaad jt. Ioonid satuvad atmosfääri erinevate loodusprotsesside kaudu. Merelt paisatavate veepiiskadega satuvad õhku kaalium, kloriid ja naatrium. Koos tolmuga satuvad atmosfääri ka kaltsium, karbonaatioon ja magneesium. Suurem osa atmosfääris leiduvast nitraat- ja sulfaatioonist on sattunud atmosfääri koos tööstusheitmetega, need võivad olla tehase suits ning muud tahked ja gaasilised heitmed. Põllumajandusest satuvad atmosfääri lämmastikuühendid. Atmosfääri alumistes kihtides õhulämmastiku (N_2) ja osooni (O_3) ühinemisel moodustub nitraat.

1.3 Sademete seire

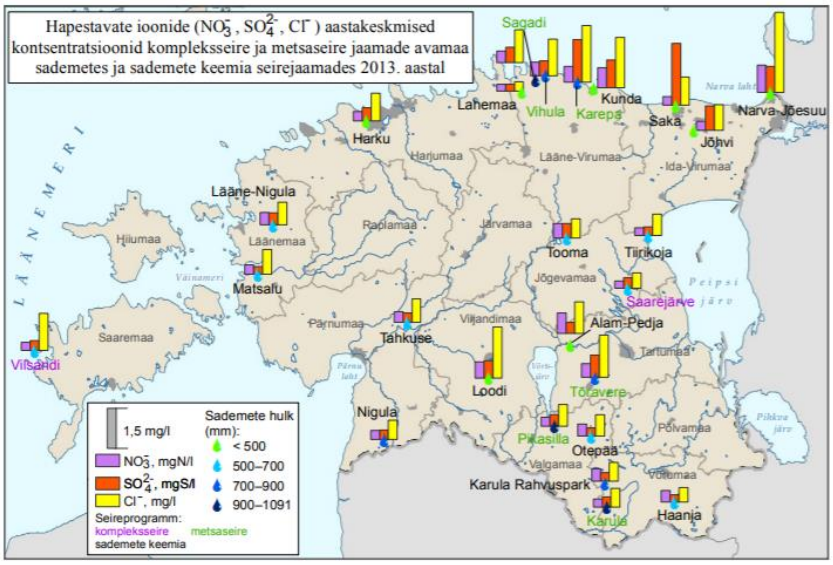
Sademete seire tulemused võimaldavad hinnata inimtegevuse mõju keskkonnale, samuti prognoosida keskkonnas aset leidvaid võimalikke muutuseid. [1]

Sademete seireandmete alusel on analüüsitud, et pikemaajaliselt on sademed nii Eestis kui ka mujal Euroopas muutunud puhtamaks. Sama näitavad ka õhuseire tulemused. Olenevalt aastast tulemusi mõjutavad erinevad faktorid. Näiteks sademete hulk, tööstuspiirkondadest leviv saaste hulk, maastikute põlengud jt loodusjuhtumid. [1]

Tavaliselt Eestis on sademete hulk aasta teises pooles suurem, kui aasta alguses. Lisaks on sademete hulk Lõuna-Eestis suurem kui Põhja-Eestis. Eesti pikaajaline (aastatel 1961-2015) keskmine aasta sademete hulk on 672 mm aastas, seda nimetatakse ka aasta sademete hulga normiks. [1]

Elektrijuhtivus iseloomustab kõige üldisemalt sademetes sisalduvate ioonide hulka. Elektrijuhtivuse tõusmisel, tõuseb ka ioonide summaarne kontsentratsioon. Omakorda see sõltub sademete hulgast. On väidetud, et mida väiksem on kuu sademete hulk, seda suurem on lahustunud lisaainete kontsentratsioon. [1]

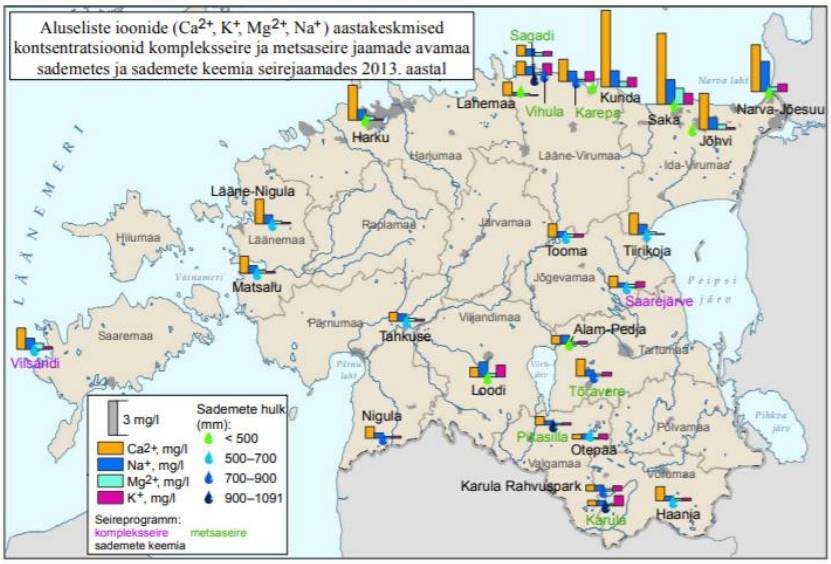
Sademete seires on saasteainetest olulised hapestavad parameetrid, nagu sulfaatväävel, nitraatlämmastik ja kloriid. Kui hinnatakse looduslike sademete happesust, siis võetakse kriteeriumiks, et normaalse happesusega vee pH on 5,6-6,1. Tavaliselt talvekuudel on sademed happelisemad. Lisaks 2013. aasta seiretulemuste kokkuvõte kinnitab, et Kirde-Eestis (Saka, Kunda ja Narva seirejaamad) on SO_4-S sadenemiskoormused suuremad. Kloriidide sadenemiskoormuste järgi on tehtud järeldus, et sademetes domineerivad mereveest pärinevad kloriidid. Selle tõttu kloriidi kõrgemad depositsioonid on seirejaamades, mis paiknevad ranniku lähedal. [1], [12]



Kaart 1. Hapestavate ioonide (NO3 - , SO4 ²- , Cl-) aastakeskmised kontsentratsioonid kompleksseire ja metsaseire jaamade avamaa sademetes ja sademete keemia seirejaamades 2013. aastal. [12]

Oluline roll sademete reaktsiooni tasakaalustamisel on aluselistel katioonidel: kaltsium, kaalium, naatrium ja magneesium. Põhja-Eestis, eriti Ida-Virumaal on kõrgemad kaltsiumi kontsentratsioonid ning Lõuna-Eestis madalamad. Katioonidest kõige madalama kontsentratsiooniga on kaalium, sammuti magneesiumi kontsentratsioonid

võrreldes teiste katioonidega on suhteliselt madalad. Jaamades, mis asuvad tuultele avatud mereranniku lähedal ning Ida-Virumaal on tihti naatriumi kontsentratsioonid kõrgemad. Eeltoodud kokkuvõtted on välja toodud kaardil nr 2. Sammuti reeglina Na kontsentratsioon on kõrgem aasta esimeses pooles. Eesti keskkonnaseire 2011-2015 aruandest selgub, et kõrgendatud katioonide saaste Kirde-Eestis on mõjunud kahjustavalt sealsetele rabadele. Kuid samas see on leevendanud Kirde-Eesti happetundlike ökosüsteemide olukorda. [1]



Kaart 2. Aluseliste ioonide (Ca^{2+}, K^+, Mg^{2+}, Na^+) aastakeskmised kontsentratsioonid kompleksseire ja metsaseire jaamade avamaa sademetes ja sademete keemia seirejaamades 2013. aastal. [12]

Välisõhuseire programmide sh sademete seire käigus jälgitakse ka raskmetallide taset: kaadmium, vask, plii ja tsink. Lisaks seitsmes seirejaamas (Karula, Kunda, Lahemaa, Narva, Nigula, Tiirikoja, Tooma) kuus korda aastas sademete proovidest määratakse elavhõbeda sisaldust. Tavaliselt raskmetallide sisaldus Ida-Virumaa seirejaamades on kõrgem. Mõned aastad on Tooma ja Loodi seirejaamades tuvastatud kõrgemad plii ja tsingi sisaldused ning kaadmiumi sisaldus on mõnevõrra suurem võrreldes teiste seirejaamadega Narva jaamas. [1]

Eesti keskkonnaseire 2011-2015 aruande andmetel on aastal 2015 Eesti välisõhku eraldunud 28,43 tonni pliid. On analüüsitud, et suurem osa sellest tekkis energeetikas kütuste põletamisel – 91,9% ja 1% maanteetranspordist. Välisõhku eralduv plii kogus on võrreldes aastaga 1990 kahanenud kuni 86,2%. See on põhjustatud kolme faktoriga: Eestis on vähenenud elektri ja tsemendi toodang, on kaasajastatud püüdeseadmed, mida kasutatakse energeetikas ja tööstuses ning transpordisektoris on kasutusele võetud pliivaba mootorkütus. Lisaks aastal 2015 on välisõhku eraldunud 0,5 tonni

elavhõbedat ja 0,7 tonni kaadmiumi. Need raskmetallid on tekkinud energeetikas kütuste põletamisel. Sarnaselt pliile on ka elavhõbe ja kaadmiumi kogused võrreldes 1990. aastaga kahanenud. Sammuti elektri- ja tsemenditoodangu vähenemine ning energeetikas ja tööstuses kasutatavate püüdeseadmete kaasajastamine on põhjustanud õhku paisatava kaadmiumi koguse 83% võrra vähendamist ning elavhõbeda koguse 53% võrra vähendamist. [1]

2. MEETODID

2.1 Sademete seire Eestis

Sademetekeemia uuringute seireprogrammi viib läbi Eesti Keskkonnauuringute Keskus (EKUK). Sademetekeemia uuringuid hakati tegema aastal 1994 viies hüdrometeoroloogia jaamas. Need olid Harku, Jõhvi, Kunda, Tooma ja Tiirikoja jaamad. Aastal 1996 lisandusid Saka ja Lääne-Nigula jaamad ja 1999. a. Matsalu jaam. 2007. aasta lõpus lisandus Narva-Jõesuu seirejaam. [14]

Alates aastast 1999 alustas sademeproovide andmete kogumist Tartu Keskkonnauuringud. Andmeid koguti ja analüüsiti seitsmes Lõuna-Eesti seirejaamas. Need on Alam-Pedja, Haanja, Karula, Loodi, Nigula, Otepää ja Tahkuse. Aastal 2009 sai Tartu Keskkonnauuringutest Eesti Keskkonnauuringute Keskuse Tartu filiaal. [15]

2013. aasta lõpus kolis Narva-Jõesuu jaam Narva vanale lennuväljale, kuid 2015. aastal antud jaamal lõppes koostöö vaatlejaga, kes kogus proove ning jaam kolis oma senisest kohast Narva linna. [15]

Lisaks kasutab EKUK saasteainete arvutamisel Vilsandi ja Lahemaa seirejaamade andmeid. Vilsandi ja Lahemaa seirejaamad kuuluvad rahvusvahelisse EMEP (The European Monitoring and Evaluation Program) võrgustikku. Vilsandi seirejaam kuulub komplekseirejaamade hulka. Mõlemas seirejaamas alustati mõõtmistega juba alates aastast 1989. Alates aastast 1994 teostatakse Vilsandi jaamas mõõtmisi automaatanalüsaatoritega, aga Lahemaa seirejaamas alustati pidevmõõtmistega aastal 2001. [15], [16]

Alates aastast 1994 ning kuni 2019. aastani Eesti sademeteseire võrgustikku kuulus 18 seirejaama. 2019. aasta algusest Eesti sademeteseirejaamade võrgustik töötab vähendatud mahus. Alam-Pedja, Karula, Loodi, Matsalu, Otepää ja Saka jaamades on sademete proovide kogumine lõpetatud. Samuti on osades jaamades analüüsitavate ainete nimekirja on vähendatud. [15]

Alates 2019. aastast Eestis sademete seire toimub 11 sademete seirejaamas (tabel 1) ja kahes kompleksseirejaamas: Saarejärve ja Vilsandi jaamad. (Joonis 1) Samuti seiratakse sademete keemilist koostis 6 metsaseirejaamas: Karepa, Karula, Pikasilla, Sagadi, Tõravere ja Vihula jaamad. [17]

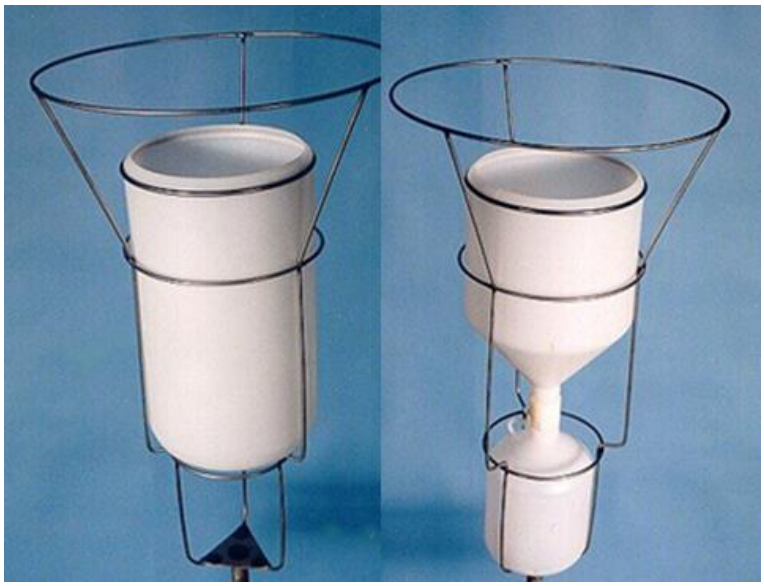
Joonis 1. Sademete- ja kompleksseire jaamad Eestis alates aastast 2019 [15]

Tabel 1. Eesti sademeteseire mõõtejaamade asukohtade koordinaadid [15], [17]

Mõõtejaam	Koordinaadid		Keskkonnaregistri kood
	X	Y	
Harku	6584611	534244	SJA1387000
Lääne-Nigula	6543647	489730	SJA3550000
Tooma	6528036	630905	SJA4117000
Tahkuse	6487957	554273	SJA3345000
Lahemaa	6599085	609145	SJA7713000
Tiirikoja	6528857	670277	SJA6259000
Jõhvi	6581651	693371	SJA1554000
Kunda	6598888	643165	SJA4998000
Haanja	6400650	682885	
Nigula	6430764	542474	SJA2695000
Narva	6587881	737803	SJA9267000

2.2 Andmete kogumine jaamades

Sademeid koguvad jaamades vaatlejad, kes on saanud spetsiaalse väljaõppe. Sademete kogumiseks kasutatakse kogujaid, mis vastavad Euroopas saasteainete kaugkannet uuriva EMEP-programmi standarditele. (Joonis 2)



Joonis 2. Sademete kogumisnõud. Vasakul lume kogumiseks ja paremal vihmavee kogumiseks. [14]

Kogumislehtri läbimõõt on 20 cm ning see on paigaldatud kõrgusele 1,5-2 m maapinnast. Vaatlejad koguvad sademeid ööpäevasel põhimõttel ning säilitavad need külmkapis. Seejärel saadetakse ühe kuu keskmise proovi analüüsimiseks Eesti Keskkonnauuringute Keskuse akrediteeritud laboratooriumisse Tallinnasse või Tartusse. Tallinna laboris analüüsitakse Põhja- ja Lääne-Eesti jaamade seireproove ning Tartu laboris Lõuna-Eesti seirejaamade proove. Sademete parameetrite määramiseks kasutatakse erimeetodeid, mis on kajastatud tabelis 2. [14]

Tabel 2. Meetodid, mida kasutatakse sademete parameetrite määramiseks [15]

Määratav näitaja	Meetod
pH	ISO 10523
SO_4^{2-}, Cl^-, NO_3-N	EVS-EN ISO 10304-1
Ca^{2+}, K^+, Mg^{2+}, Na^+, NH_4-N	EVS-EN ISO 14911, EVS-EN ISO 11732
Cd, Cu, Pb, Zn, As, Ni	EVS-EN ISO 17294-2
elektrijuhtivus	EVS-EN 27888
Leelisus (HCO_3^-)	EVS-EN ISO 9963-1
Püld	EVS-EN ISO 6878, sec 7, ISO 15681-2
Nüld	EVS-EN ISO 11905-1, ISO 29441
Hg	EVS-EN ISO 17852
Lahustunud orgaaniline süsinik (DOC)	EVS-EN 1484

Lahemaa jaamast analüüsitakse ööpäeva keskmiseid sademete proove, kuid raskmetalli puhul analüüsitakse ühe nädala sademete proove. Alates 2019. aastast Vilsandi jaamast moodustatakse üldanalüüsideks avamaalt kuukeskmiseid proove ning raskmetallide

puhul proovid moodustatakse ühe kuu sademetest. Enne 2019. aastat Vilsandi jaamast analüüsiti nädala keskmiseid proove. [15], [18]

Sademete seire analüüsitulemusi kajastatakse iga aastaselt Sademete seire aasta aruandes ning tulemused on ka üles laetud riiklikusse keskkonnaseire infosüsteemi KESE. Kuna Vilsandi ja Lahemaa seirejaamad kuuluvad rahvusvahelisse EMEP võrgustikku, siis nendest seirejaamadest kogutud kõikide sademete proovide analüüsitulemused esitatakse rahvusvahelisse EMEP andmebaasi. Need analüüsitulemused tuleb esitada spetsiaalses formaadis 31. juuliks. [15]

2.3 Andmetöötlus

Töö käigus autor on analüüsinud 18 jaama andmeid. Iga jaama andmed on võetud riiklikust keskkonnaseire infosüsteemist KESE. KESE on andmekogu, kuhu koondatakse keskkonnaseire programm ja keskkonna uuringute-projektide raames kogutud keskkonnaseisundi andmed. Üleslaetud aruanded ja programmide raames kogutud andmed on avalikud ja neid saab kätte infosüsteemi sisse logimata. [19], [20]

Antud infosüsteemi laetakse üles iga aasta kohta kogutud sademete seire käigus andmeid, kust saab leida mis programmi järgi on andmed võetud, kes on vastutav partner ja isik, seirekoha koordinaadid KKR, mis näitajaid on analüüsitud ning mis gruppi see kuulub, iga proovi koodi ja proovi võtja. Samuti on leitav informatsioon seireaja kohta, proovivõtumeetodi ja analüüsistandardi ning mõõdetud arvväärtuste ja nende ühikute kohta.

KESEsse laetakse üles ka teiste seireprogrammide tulemusel saadud andmeid ja aruandeid. Need on lihtsasti leitavad programmi või seiretöö nimetuste järgi. Antud infosüsteemis on leitavad ka seireandmetele antud hinnangud ja kaart, kust saab leida seirekohtade andmeid.

Töö autor on oma töös läbi töödelnud 18 seirejaama avalike andmeid. Need on Alam-Pedja, Haanja, Harku, Jõhvi, Karula, Kunda, Lahemaa, Loodi, Lääne-Nigula, Matsalu, Narva, Nigula, Otepää, Saka, Tahkuse, Tiirikoja ja Tooma sademeteseire jaamad ning Vilsandi kompleksseirejaam. Iga jaama kohta andmete kogus erineb, kuna on puudu

mõne kuu andmed. Üks põhjustest on see, et mõni kuu on langenud liiga vähe sademeid ning nende alusel pole võimalik analüüse teha. [15]

Antud töös on läbi töödeldud 17 parameetrit. Füüsikalis-keemilistest näitajatest vees on antud töös analüüsitud kaalium, kaltsium, kloriid, magneesium, naatrium, nitraatlämmastik, sulfaatväävel, sademete hulk, pH, ammooniumlämmastik, üldfosfor, üldlämmastik ning ohtlikest ainetest on analüüsitud metallid: tsink, plii, vask ja kaadmium.

Osades jaamades on ohtlike ainete analüüsiga alustatud jaama käivitamisest, teised mitu aastad hiljem, alates aastast 1999. Üldfosforit analüüsitakse üheksas seirejaamas. Need on Haanja, Karula, Kunda, Lahemaa, Narva, Tiirikoja, Tooma, Vilsandi ja Nigula jaamad. Üldfosfori proove on tehtud kord kahes kuus ning suuremas osas nendest jaamadest üldfosforit hakati analüüsima aastast 2015. Üldlämmastik on analüüsitud vaid kompleksseire jaamas Vilsandis. Üldlämmastiku proovid on tehtud kord kuus aastatel 2004-2018. Teiste füüsikalis-keemiliste näitajate proovid on võetud kord kuus.

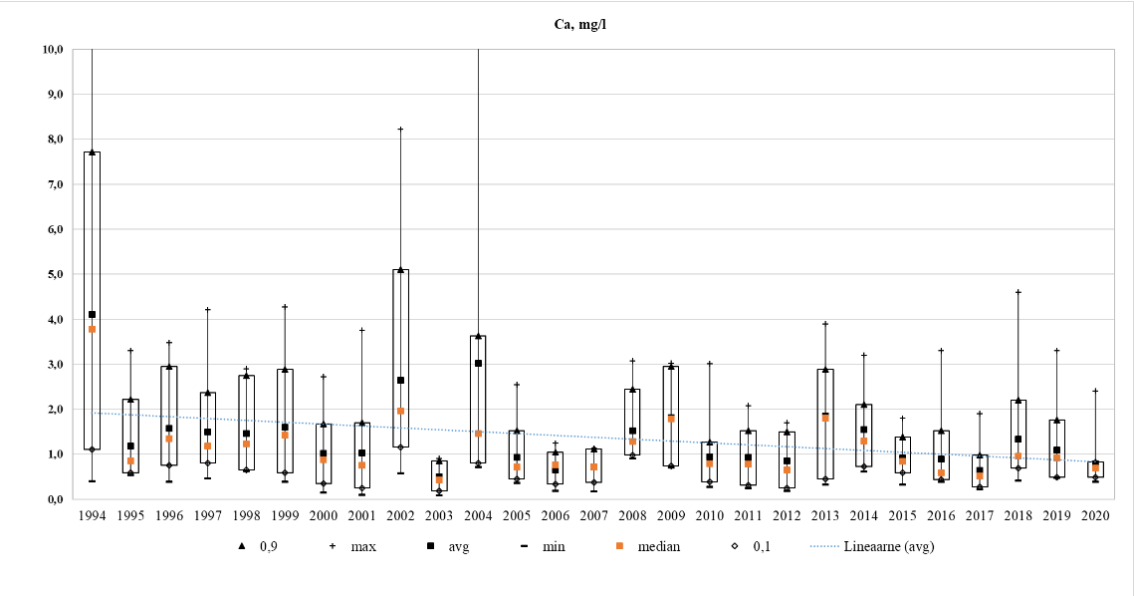
Antud töö autor on analüüsinud eelnimetatud näitajaid igas jaamas. Autor on jaotanud saadud andmed aastate kaupa ning arvutanud aastate maksimumi, miinimumi ja keskmised väärtused, mediaani ning protsentuaalsed väärtused 0,9 ja 0,1 puhul.

Tabel 3. Andmete jaotusaastate kaupa ja aastate maksimumi, miinimumi, keskmise väärtuse, mediaani ja protsentuaalsete väärtuste 0,9 ja 0,1 arvutused

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
kuu																											
I	4,17	1,2	1,3	1,33	0,71	0,39	1,09	0,69	2,152	0,423	2,17	0,722	0,76	0,176	0,97	1,79	0,98	0,25	0,72	1,2	2	1,2	0,61	1	0,81	0,51	2,4
II	0,4	0,84	1,2	0,93	0,64	0,57	1,08	1,04	1,153	0,447	1,53	2,54	0,85	0,36	0,91	2,01	0,36	1,54	0,18	2,2	1,3	1,4	0,47	0,44	0,69	0,48	0,68
III	1,08	0,88	2,42	4,21	1,37	1,85	1,21	0,52	2,34	0,435	0,714	1,56	0,78	0,757	1,12	1,78	0,64	1,43	1,4	2,7	1,3	0,91	1,6	0,57	0,82	1,1	0,76
IV	3,98	0,9	3,48	2,37	1,99	2,96	0,642	0,81	5,25	0,86	19	1,16	0,76	1,13	1,89	2,62	3,01	2,08	1,5	0,33	2,1	0,59	0,71	0,66	0,74	3,3	0,83
V	3,57	0,58	0,8	1,34	0,63	0,78	0,68	0,49	8,215	0,32	3,79	0,718	1,04	0,76	2,5	3,03	1,06	1,03	1,5	3,9	1,8	0,68	3,3	1,9	4,6	1,1	0,53
VI	8,02	0,68	3,01	1,18	1,1	0,76	0,15	0,22	0,577	0,4	0,777	0,445	1,24	1,13	1,29	1,27	0,64	0,29	0,51	2,23	1	0,83	0,58	0,46	2,3	1,8	0,58
VII	3,21	0,752	0,75	0,81	0,9	1,58	0,38	1,483	1,435	0,77	1,107	1,02		0,51	3,08	2,98	0,91	0,52	0,4	1,4	2,1	0,86	0,73	0,47	1,3	1,4	0,62
VIII	4,01	3,3	1,56		0,75	0,97	1,639	0,506	1,825	0,9	1,85	0,36	0,426	1,07	1,25	2,28	1,3	0,51	0,24	0,4	0,62	1	0,44	0,79	1,2	0,92	0,7
IX	12,02	0,75	1,39	1,15	1,48	2,15	2,717	0,101	1,24	0,78	1,26	0,739	0,406	0,68	1,31	1,71	0,28	0,66	0,38	1,4	0,7	0,33	0,81	0,55	1,1	0,67	0,76
X	1,4	0,54	1,17	0,95	2,9	1,29	1,68	0,985	2,107	0,42	1,4	0,521	0,362	0,51	1,28	0,9	0,93	0,9	0,58	2,9	1,1	0,79	0,39	0,4	0,41	0,51	0,73
XI	5,01	1,51	1,46	1,79	2,24	1,55	0,34	1,717	3,786	0,09	1,64	0,629	0,332	0,88	1,58	0,73	0,68	1,42	1,7	0,89	3,2	1,8	0,49	0,23	1,4	0,47	0,39
XII	2,4	2,3	0,39	0,46	2,8	4,27	0,658	3,76	1,6	0,17	1,09	0,72	0,192	0,6	1,11	0,7	0,58	0,47	1,2	2,6	1,3	0,64	0,51	0,26	0,69	0,91	0,48

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
avg	4,105833	1,186	1,5775	1,501818	1,459167	1,593333	1,022167	1,026833	2,64	0,50125	3,027333	0,927833	0,64982	0,713583	1,524167	1,816667	0,9475	0,925	0,859167	1,845833	1,543333	0,919167	0,886667	0,644167	1,338333	1,0975	0,788333
min	0,4	0,54	0,39	0,46	0,63	0,39	0,15	0,101	0,577	0,09	0,714	0,36	0,192	0,176	0,91	0,7	0,28	0,25	0,18	0,33	0,62	0,33	0,39	0,23	0,41	0,47	0,39
max	12,02	3,3	3,48	4,21	2,9	4,27	2,717	3,76	8,215	0,9	19	2,54	1,24	1,13	3,08	3,03	3,01	2,08	1,7	3,9	3,2	1,8	3,3	1,9	4,6	3,3	2,4
median	3,775	0,86	1,345	1,18	1,235	1,42	0,88	0,75	1,966	0,429	1,465	0,721	0,76	0,7185	1,285	1,785	0,795	0,78	0,65	1,8	1,3	0,845	0,595	0,51	0,96	0,915	0,69
0,9	7,719	2,221	2,951	2,37	2,744	2,879	1,6759	1,6936	5,1036	0,852	3,628	1,52	1,04	1,124	2,439	2,944	1,276	1,529	1,5	2,88	2,1	1,38	1,521	0,979	2,21	1,76	0,823
0,1	1,112	0,59	0,755	0,81	0,647	0,589	0,344	0,247	1,1617	0,185	0,8083	0,4526	0,332	0,375	0,984	0,747	0,382	0,308	0,254	0,449	0,73	0,595	0,443	0,274	0,69	0,483	0,485

Antud arvutuste alusel on tehtud iga parameetri kohta graafikud, kus on näha, kuidas muutub näitaja kontsentratsioon aastate jooksul antud jaamas.



Joonis 3. Näitaja kontsentratsioon pikaajalisel vaatlusperioodil

Samuti on arvutatud iga näitaja puhul jaamade kaupa kõikide aastate maksimum, miinimum ja aasta keskmised väärtused, mediaan ja protsentuaalsed väärtused 0,9 ja 0,1.

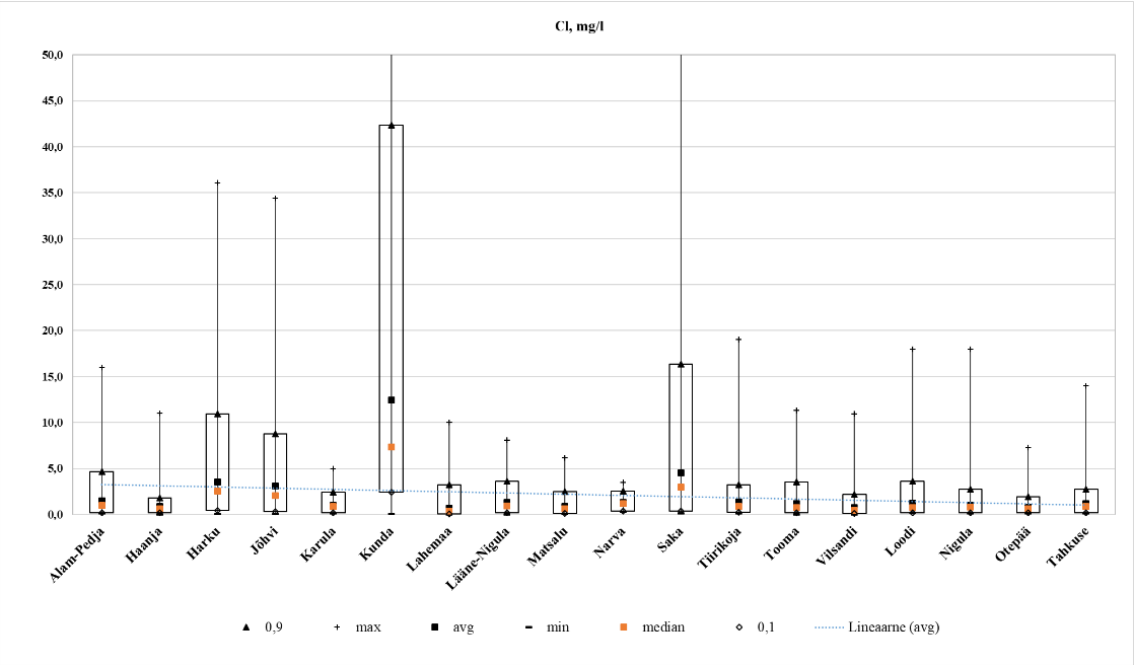
Tabel 4. Jaama pikaajaliste aastate maksimumi, miinimumi, keskmise väärtuse, mediaani ja protsentuaalsete väärtuste 0,9 ja 0,1 arvutused

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	JAAMA
avg	4,105833	1,186	1,5775	1,501818	1,459167	1,593333	1,022167	1,026833	2,64	0,50125	3,027333	0,927833	0,64982	0,713583	1,524167	1,816667	0,9475	0,925	0,859167	1,845833	1,543333	0,919167	0,886667	0,644167	1,338333	1,0975	0,788333	1,3729
min	0,4	0,54	0,39	0,46	0,63	0,39	0,15	0,101	0,577	0,09	0,714	0,36	0,192	0,176	0,91	0,7	0,28	0,25	0,18	0,33	0,62	0,33	0,39	0,23	0,41	0,47	0,39	0,09
max	12,02	3,3	3,48	4,21	2,9	4,27	2,717	3,76	8,215	0,9	19	2,54	1,24	1,13	3,08	3,03	3,01	2,08	1,7	3,9	3,2	1,8	3,3	1,9	4,6	3,3	2,4	19
median	3,775	0,86	1,345	1,18	1,235	1,42	0,88	0,75	1,966	0,429	1,465	0,721	0,76	0,7185	1,285	1,785	0,795	0,78	0,65	1,8	1,3	0,845	0,595	0,51	0,96	0,915	0,69	0,88
0,9	7,719	2,221	2,951	2,37	2,744	2,879	1,8759	1,6936	5,1036	0,852	3,628	1,52	1,04	1,124	2,439	2,944	1,276	1,529	1,5	2,88	2,1	1,38	1,521	0,979	2,21	1,76	0,823	3,2218
0,1	1,112	0,59	0,755	0,81	0,647	0,589	0,344	0,247	1,1617	0,185	0,8083	0,4526	0,332	0,375	0,984	0,747	0,382	0,308	0,254	0,449	0,73	0,595	0,443	0,274	0,69	0,483	0,485	0,266

Nende andmete alusel on tehtud tabelid ja graafikud, kust on näha, aastatel 1994-2020 näitaja kontsentratsioon erinevates jaamades.

Tabel 5. Ühe parameetri kohta maksimumi, miinimumi, keskmise väärtuse, mediaani ja protsentuaalsete väärtuste 0,9 ja 0,1 arvutused kõikidest seirejaamadest.

	Alam-Pedja	Haanja	Harku	Jõhvi	Karula	Kunda	Lahemaa	Lääne-Nigula	Matsalu	Narva	Saka	Tiirikoja	Tooma	Vilsandi	Loodi	Nigula	Otepää	Tahkuse
avg	1,46944697	0,856293	3,518037	3,103918	0,987835	12,43144	0,673753	1,3002651	0,877922	1,309806	4,546915	1,3729	1,173377	0,715036	1,268574	1,020711	0,784006	1,155541
min	0,1	0,02	0,039	0,04	0,1	0,04	0,02	0,02	0,04	0,31	0,09	0,09	0,01	0,005	0,16	0,13	0,12	0,1
max	16	11	36,1	34,4	5	71	10	8,06	6,13	3,5	170	19	11,3	10,92	18	18	7,3	14
median	1,005	0,62	2,55	2,025	0,84	7,35	0,37169	0,92	0,6325	1,175	3	0,88	0,76	0,44	0,77	0,8025	0,5925	0,845
0,9	4,638	1,813	10,9274	8,791	2,434	42,3836	3,256057	3,5736	2,4998	2,56	16,328	3,2218	3,5384	2,1644	3,577	2,758	1,938	2,713
0,1	0,2	0,2	0,4184	0,3108	0,2066	2,392	0,044906	0,202	0,12969	0,3625	0,37782	0,266	0,16076	0,092888	0,2076	0,2	0,2	0,2



Joonis 4. Näitaja kontsentratsiooni võrdlus jaamade vahel pikaajalisel vaatlusperioodil

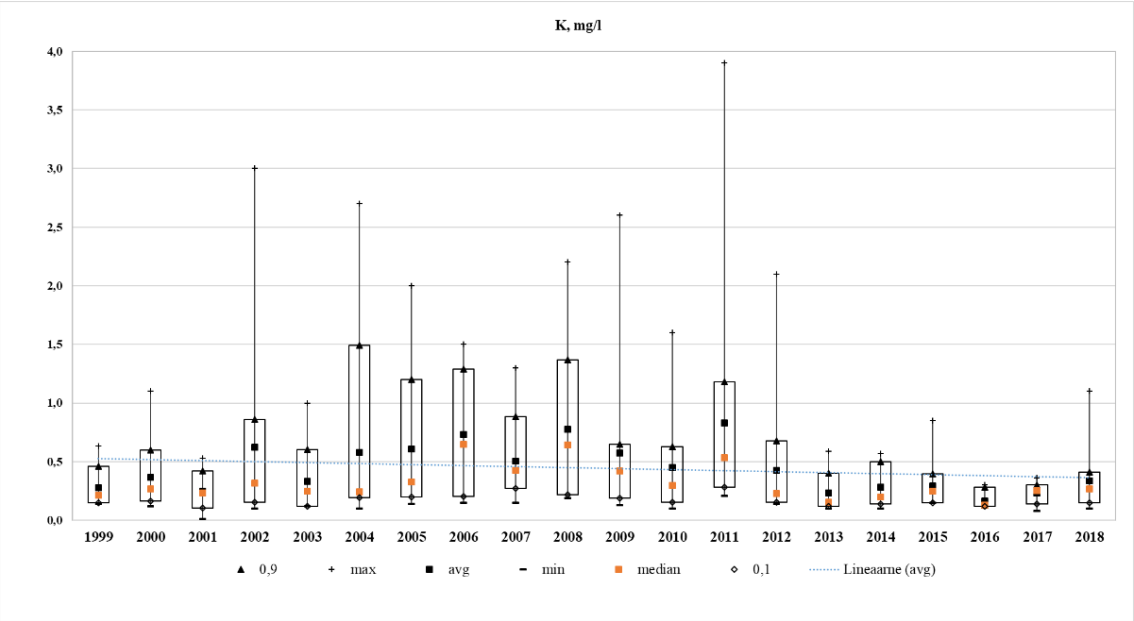
Saadud arvutuste alusel on autor teinud analüüsi.

3. ANALÜÜSI TULEMUSED

Antud osas on esile toodud autori poolt tehtud analüüsi tulemused. Seitseteist erinevat parameetrit on analüüsitud kaheksateistkümnes seirejaamas aastatel 1994-2020. Iga parameetri kohta on arvutatud aasta keskmine, maksimum, miinimum, mediaan väärtused. Lisaks iga näitaja kohta on arvutatud 10 ja 90 protsentiilid. Iga parameetri kohta saadud arvutuste tulemused on esitatud graafikutel, mis annavad ülevaate näitajate kontsentratsioonidest erinevates seirejaamades. Samuti on arvutatud igas jaamas iga parameetri kohta aastate vahemiku miinimum, maksimum, mediaan ja keskmised väärtused ning 10 ja 90 protsentiilid. Ka nende arvutuste alusel on koostatud graafikud, mis näitavad kuidas iga parameetri kontsentratsioon eri jaamas erineb.
Analüüsi tulemused on esitatud kahe vaatenurga alt. Esiteks on analüüsitud iga parameetri kontsentratsioon igas jaamas ning teiseks on tehtud parameetrite võrdlus jaamade vahel.

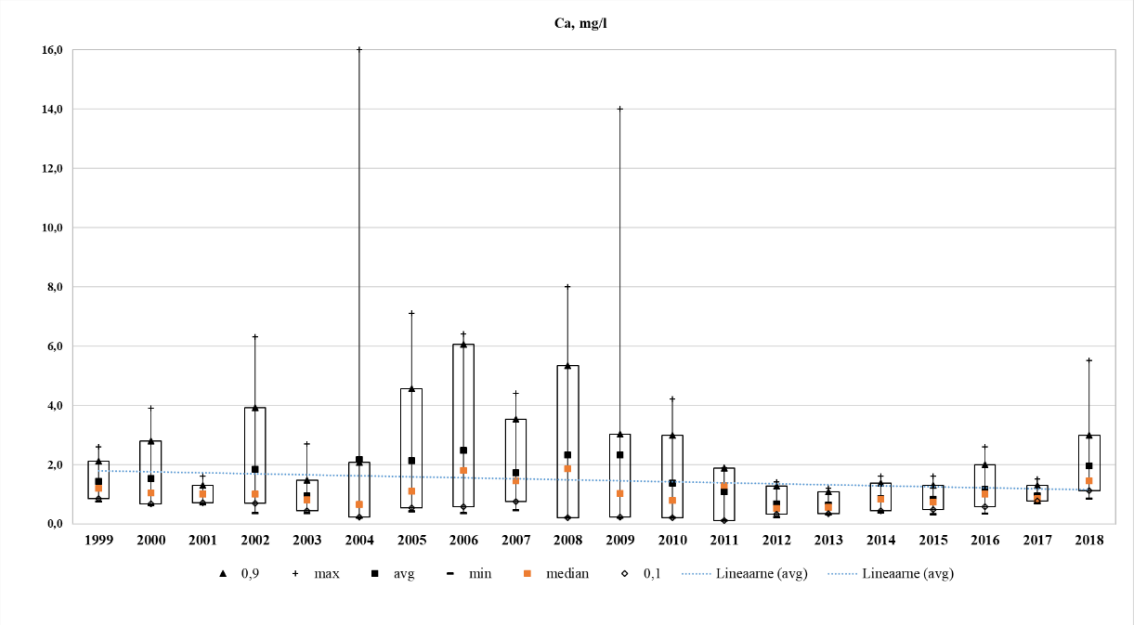
3.1 Alam-Pedja seirejaam

Alam-Pedja seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1999 ning kuni 2018. aasta lõpuni. Kahekümne aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,44 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2011. aastal 3,9 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli 2001. aastal maikuus. Antud graafikul on näha, et kaaliumi (K) sisaldus sademevees on viimastel aastatel vähenenud. Ajavahemikul 2002 kuni 2012 täheldati kõrgemaid kontsentratsioone. Alates aastast 2013 püsis K kontsentratsioon keskmiselt alla 0,34 mg/l ning maksimaalne K väärtus sellel ajavahemikul oli 2018 aastal 1,1 mg/l.



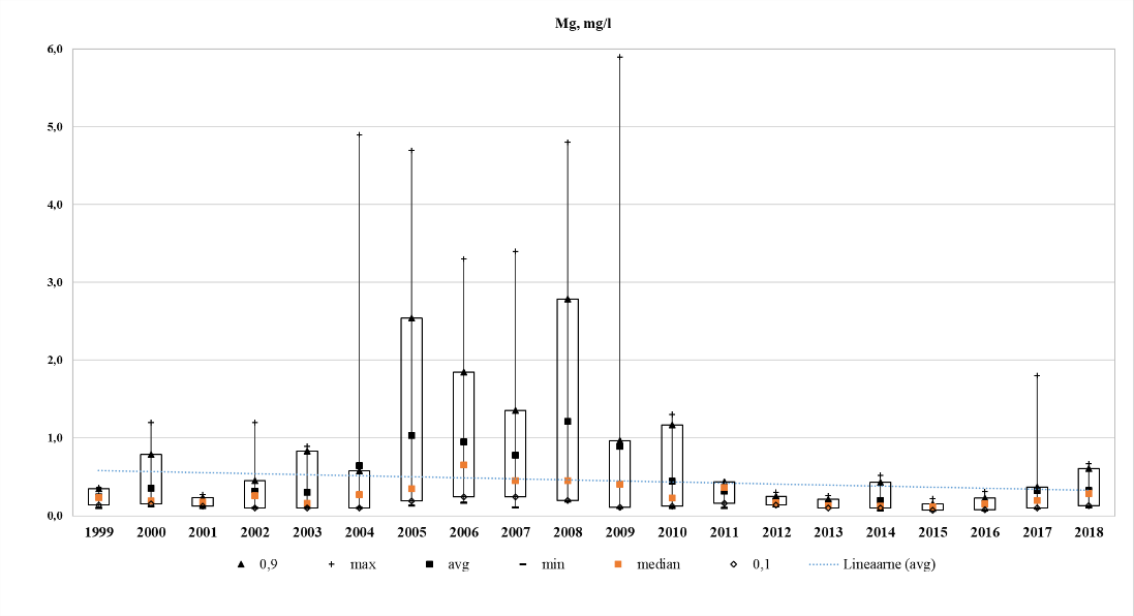
Joonis 5. Kaaliumi kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 1,47 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2004. aastal detsembris 16 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,1 mg/l) oli 2011. aastal jaanuaris. Alam-Pedja jaamast võetud proovide alusel on näha, et kaltsiumi sisaldus sademetes alates aastast 2011 oli langemas ning aastatel 2012-2017 kaltsiumi kontsentratsioon oli alla 1 mg/l. 2018. aastal on Ca kontsentratsioon sademevees suurenenud ning 2018. aastal keskmine väärtus on 1,94 mg/l ning maksimaalne on 5,5 mg/l.



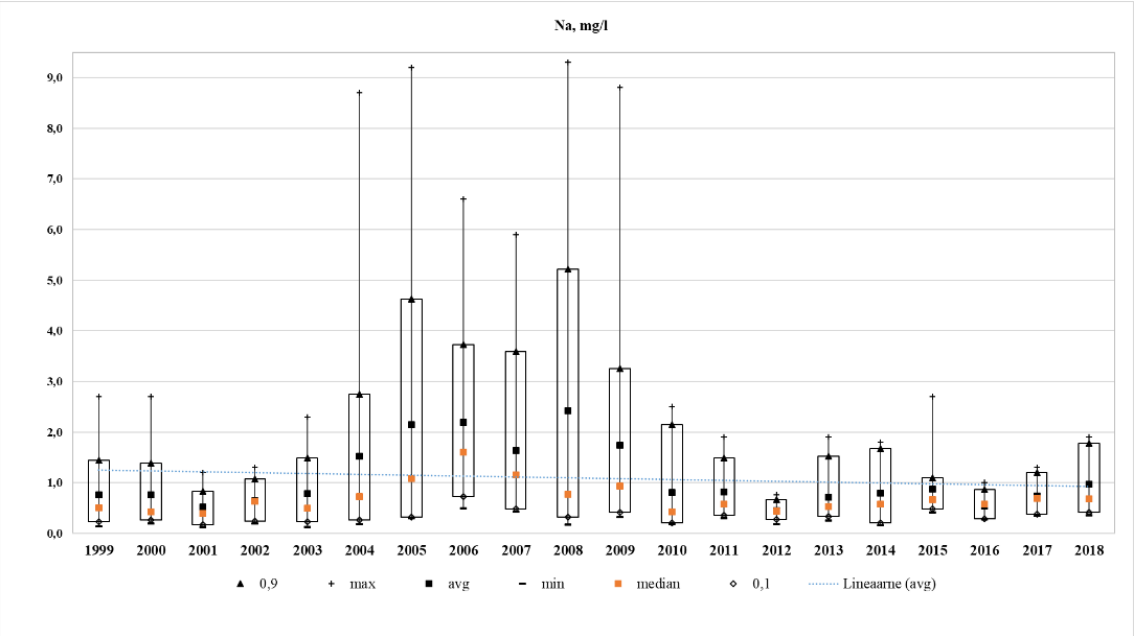
Joonis 6. Kaltsiumi kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,46 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal maikuus 5,9 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,06 mg/l) oli 2015. aastal septembris. Magneesiumi puhul on näha, et aastatel 2004-2009 magneesiumi kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest aasta keskmisest (0,46 mg/l) kontsentratsiooni väärtusest kõrgem. Alates aastast 2010 magneesiumi kontsentratsioon on langemas ning aastatel 2012-2016 keskmine kontsentratsioon oli alla 0,2 mg/l. Aastatel 2017 ja 2018 keskmine Mg kontsentratsioon sademetes oli 0,33 mg/l, mis on samuti alla jaama keskmist kontsentratsiooni väärtust.



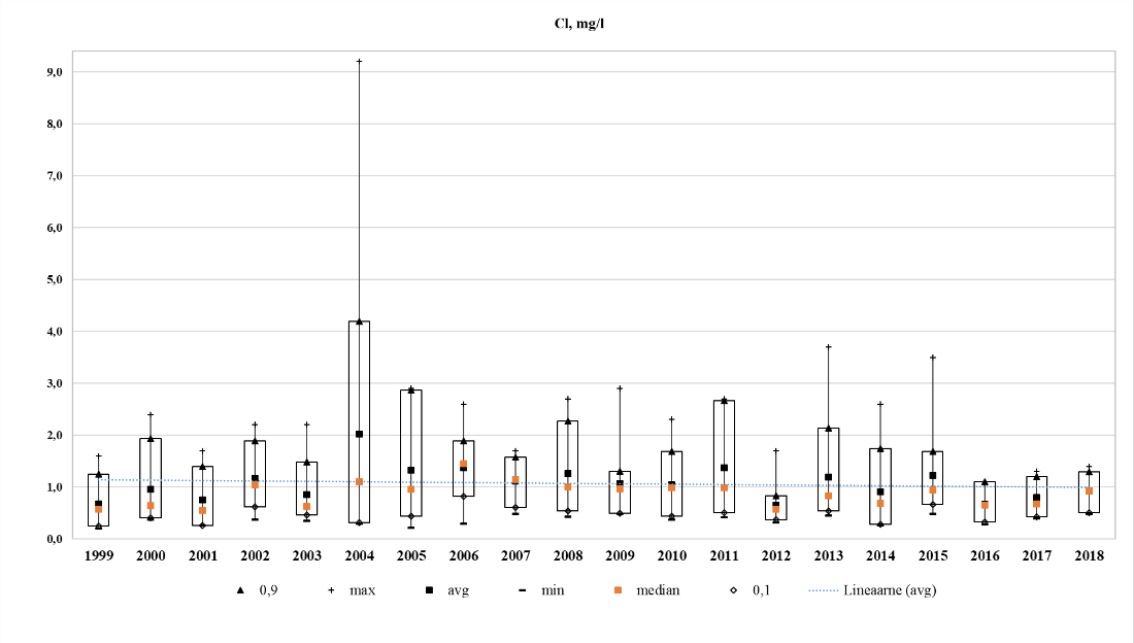
Joonis 7. Magneesiumi kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 1,09 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal detsembris 9,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,12 mg/l) oli 2001. aastal maikuus. Aastatel 2004-2009 oli Na sisaldus jaama pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem, kuid alates 2010. aastast hakkas naatriumi sisaldus langema ning see oli kuni 2018. aastani alla 0,97 mg/l.



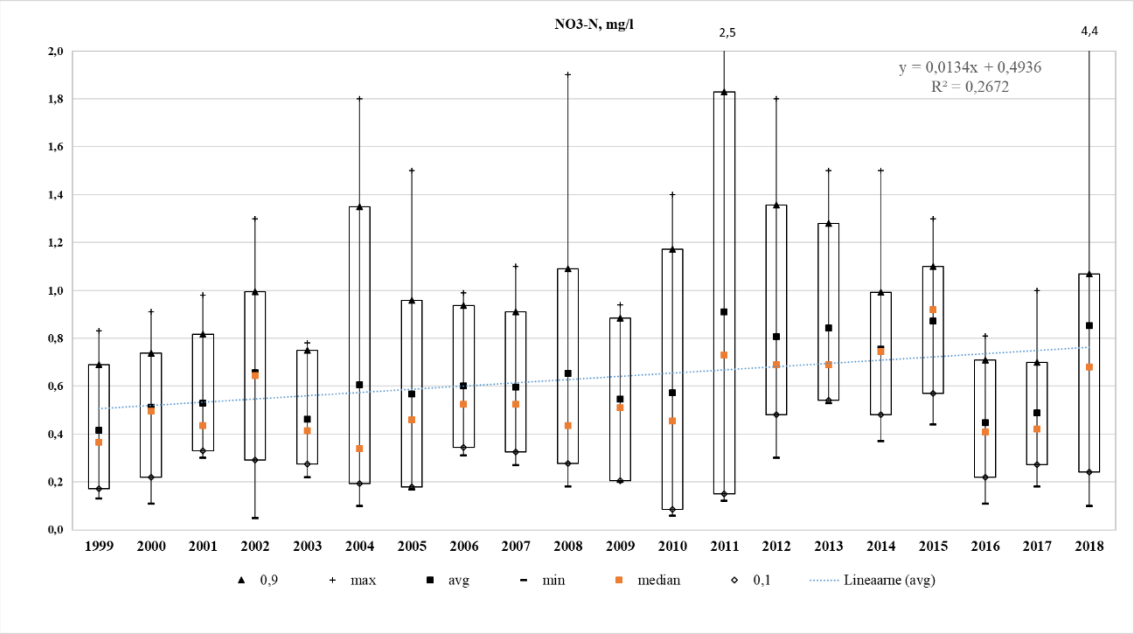
Joonis 8. Naatriumi kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 1,07 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2004. aastal detsembris 9,2 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,21 mg/l) oli 1999. aastal maikuus. Aastatel 2004-2009 Cl kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem, see jäi vahemikku 1,07-2,02 mg/l. 2010-2015 aastatel kloriidi sisaldus vahemikkus 0,66-1,37 mg/l ning alates aastast 2016 see jõudis alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni.



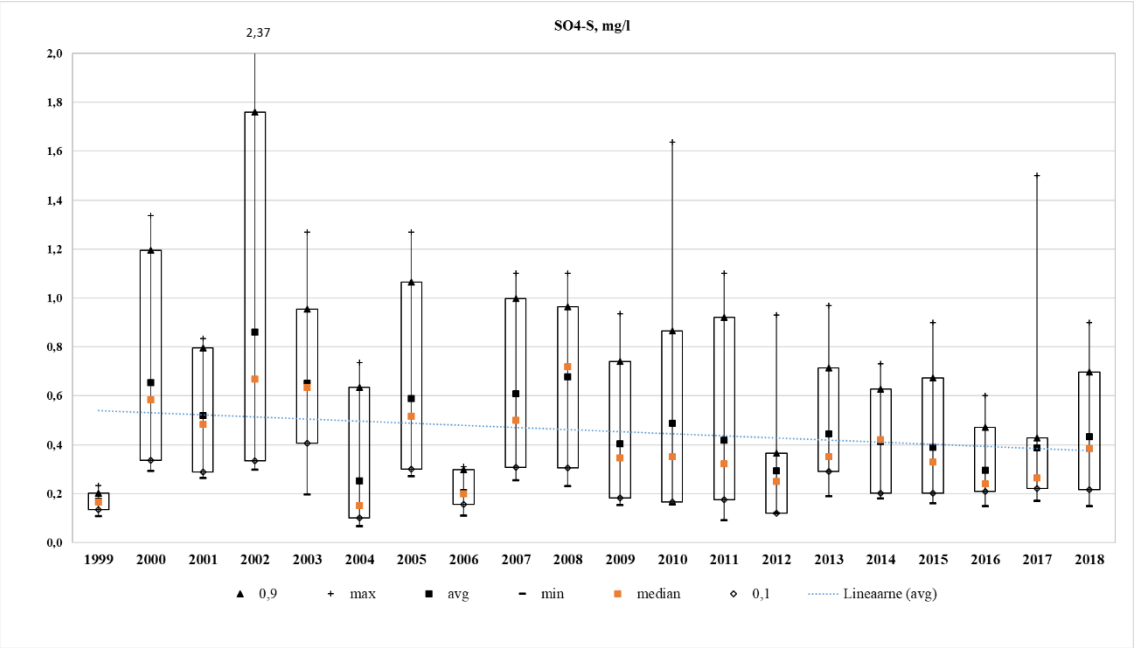
Joonis 9. Kloriidi kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,63 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal maikuus 4,4 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli 2002. aastal juulikuus. Aastatel 1999-2010 oli aasta keskmine aine kontsentratsioon alla jaama pikaajalist keskmist, välja arvatud aastad 2002 ja 2008, millal NO_3-N sisaldus sademetes oli 0,66 mg/l. Alates 2011. aastast on NO_3-N sisaldus sademetes tõusnud ning püsinud 2015. aasta lõpuni jaama pikaajalisest aasta keskmisest (0,63 mg/l) suuremana ning see oli vahemikus 0,75-0,91 mg/l. Aastatel 2016 ja 2017 aasta keskmine aine kontsentratsioon jõudis taaskord alla jaama keskmist, kuid 2018. aastal NO_3-N aasta keskmine kontsentratsioon sademetes oli 0,85 mg/l. NO_3-N aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,27, mis tähendab, et nitraatlämmastiku kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra tõusnud.



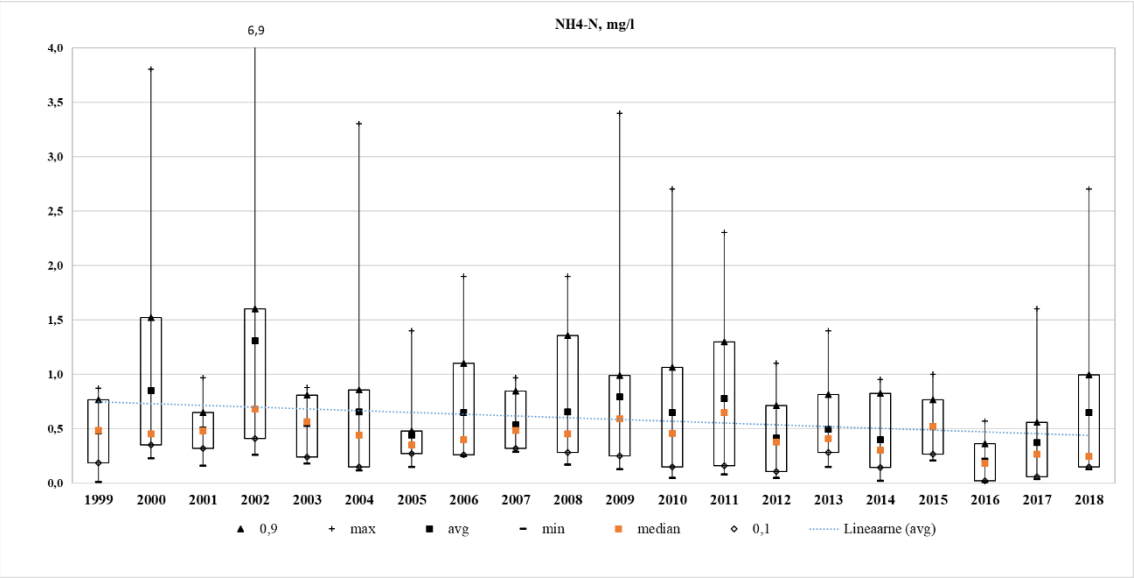
Joonis 10. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,46 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal augustis 2,37 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,07 mg/l) oli 2004. aastal juunikuus. Aastatel 2000-2003 oli SO_4-S kontsentratsioon sademetes üle jaama pikaajalise keskmise, aastatel 2004-2010 see jäi vahemikku 0,2-0,67 mg/l. Aastast 2011 aasta keskmine SO_4-S sisaldus oli alla jaama pikaajalist aasta keskmist sisaldust pidevalt 2018. aasta lõpuni.



Joonis 11. Sulfaatväävli kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

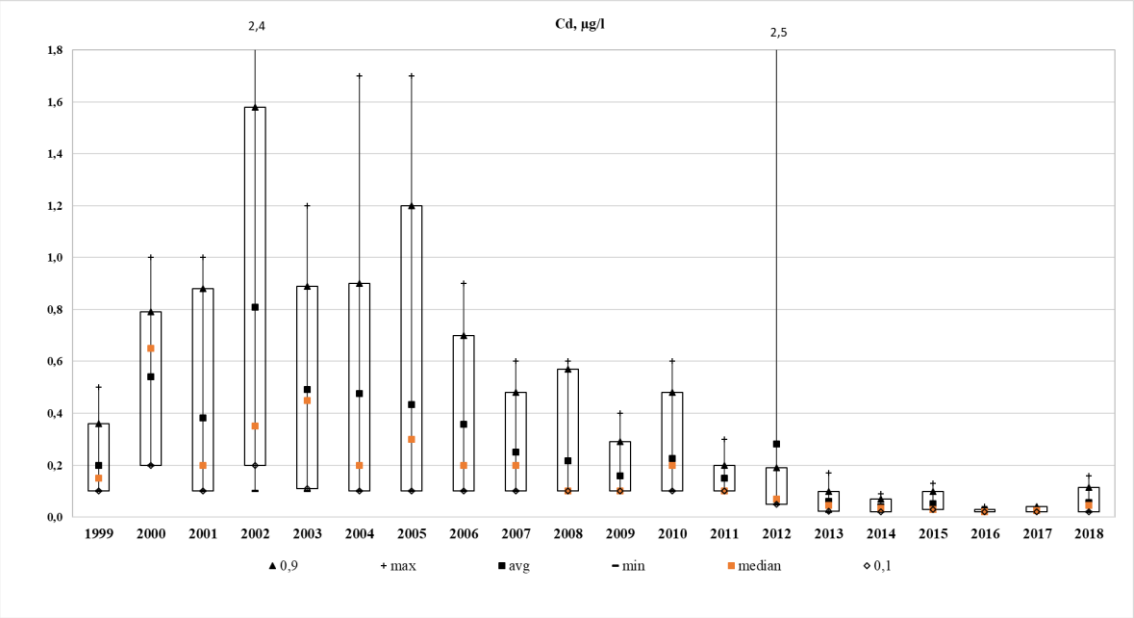
Kahekümne aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,59 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal augustis 6,9 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli 2016. aastal septembris. Aastatel 1999-2007 NH_4-N aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikkus 0,44-1,31 mg/l. Alates aastast 2008 aine sisaldus sademetes oli stabiilselt 2011. aasta lõpuni jaama pikaajalisest keskmises suurem, st ületas 0,59 mg/l. Aastast 2012 aine kontsentratsioon jõudis alla jaama pikaajalise aasta keskmise ning püsis sellisena kuni 2017. aasta lõpuni. 2018. aastal see oli 0,65 mg/l.



Joonis 12. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

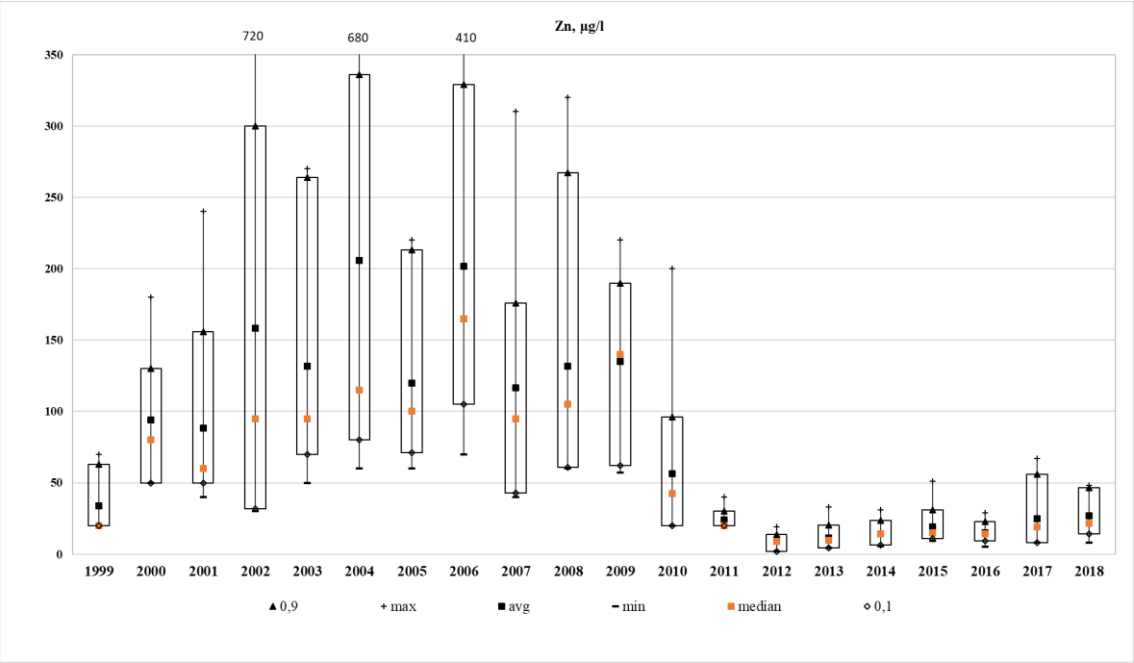
Ohtlikke ainete määramise standard on aastast 2013 muutunud. Alates 2013. aastast Eestis raskmetalle määratakse standardi: EVS-EN ISO 17294-2:2004 järgi. Koos sellega on muutunud ka määramistäpsus, see on paranenud. Mõnedes seirejaamades paranes raskmetallide analüüside määramistäpsus alates 2010. aastast.

Kahekümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,26 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal jaanuaris 2,5 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 µg/l) oli mõõdetud aastatel 2013-2018. Aastatel 2000-2006 aasta keskmine aine kontsentratsioon ületas jaama pikaajalist aasta keskmist. Aastast 2006 Cd sisaldus sademetes hakkas langema, ning aastast 2007 Cd kontsentratsioon on jõudnud alla jaama keskmise, st alla 0,26 µg/l. Alates aastast 2013 aine maksimaalsed kontsentratsioonid on jäänud alla 0,17 µg/l.



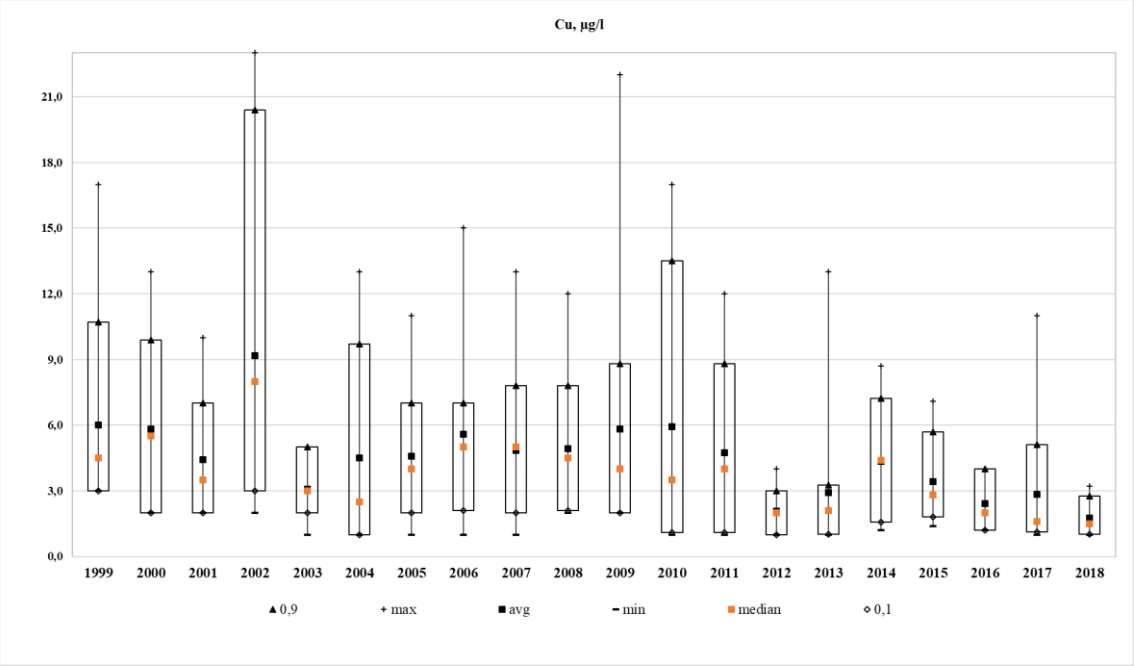
Joonis 13. Kaadmiumi kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 80,9 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal aprillis 720 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (2 µg/l) oli mõõdetud aastal 2012 jaanuaris, veebruaris ja märtsis. Aastal 1999 oli Zn kontsentratsioon 33,75 µg/l. Alates aastast 2000 on Zn sisaldus sademetes tõusnud ning kuni 2009. aasta lõpuni on olnud jaama pikaajalise aasta keskmisest suurem. Alates 2010. aastast jõudis see alla jaama keskmise ning alates 2011. aastast püsis Zn kontsentratsioon alla 27 µg/l. Alates aastast 2011 aine maksimaalsed kontsentratsioonid on jäänud alla 70 µg/l.



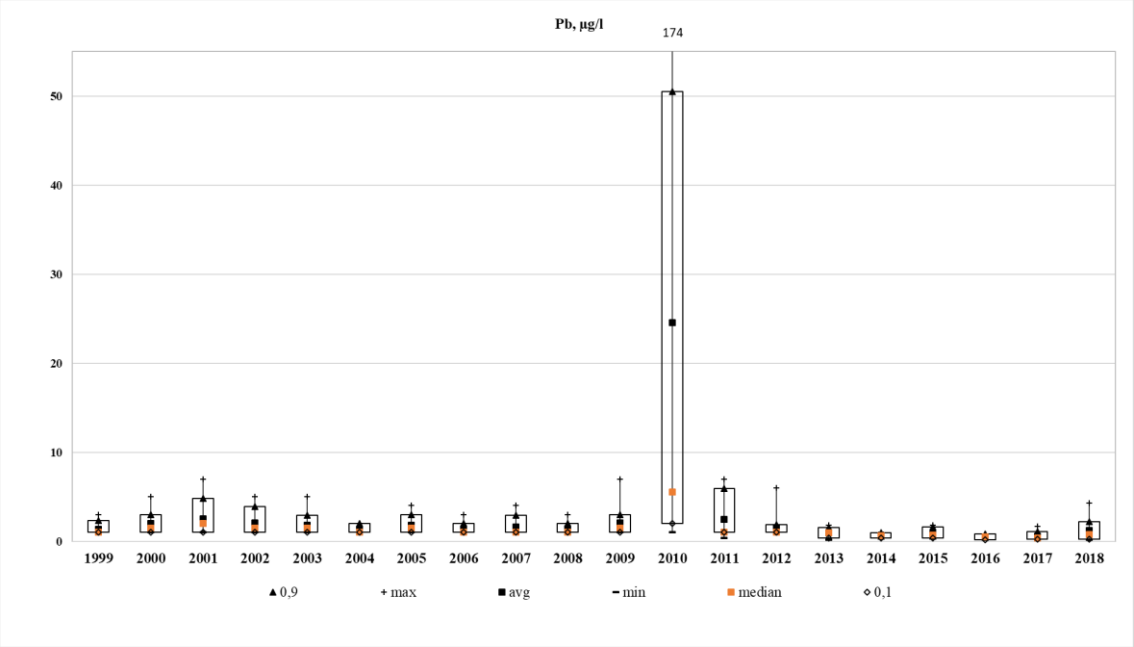
Joonis 14. Tsingi kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 4,46 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal jaanuaris 23 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1 µg/l) oli mõõdetud aastatel 2003-2007, 2010-2013, 2017-2018. Aastatel 1999-2005 aasta keskmine aine sisaldus sademetes oli vahemikkus 3,08-9,17 µg/l. Aastatel 2005-2011 oli aasta keskmine vase kontsentratsioon pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem, ning aastal 2012 see jõudis alla kahekümne aasta keskmise kontsentratsiooni ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni.



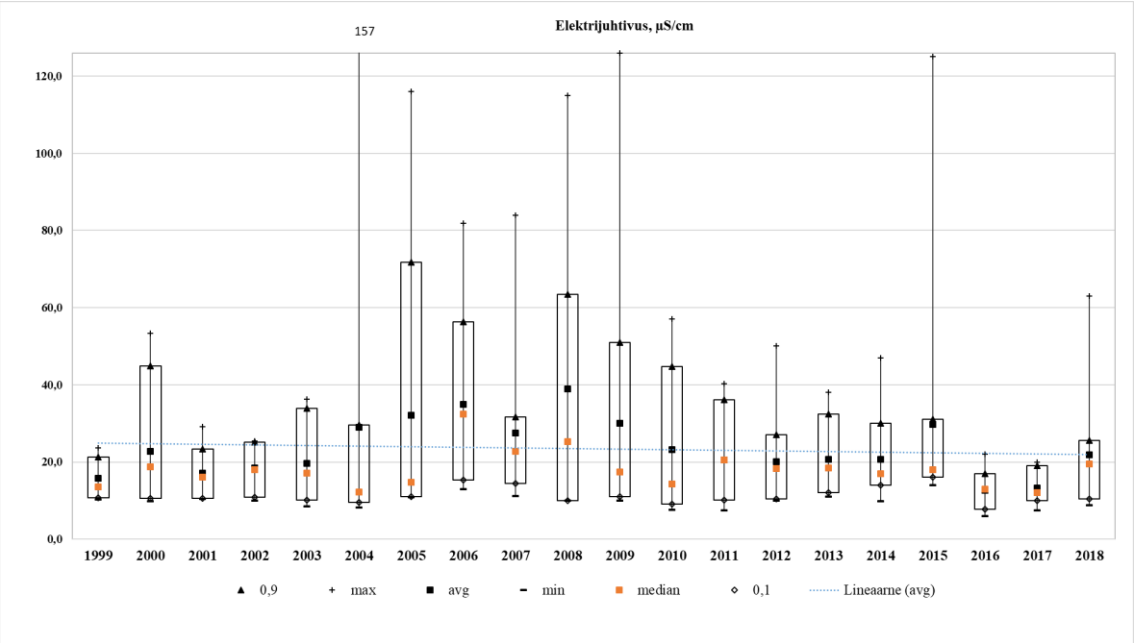
Joonis 15. Vase kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 2,63 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal jaanuaris 174 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,14 µg/l) oli mõõdetud 2016. aasta augustis. Aasta 2010 on kahekümne aasta jooksul ainus aasta, mille plii keskmine sisaldus on jaama pikaajalisest keskmisest suurem ning see oli 24,58 µg/l.



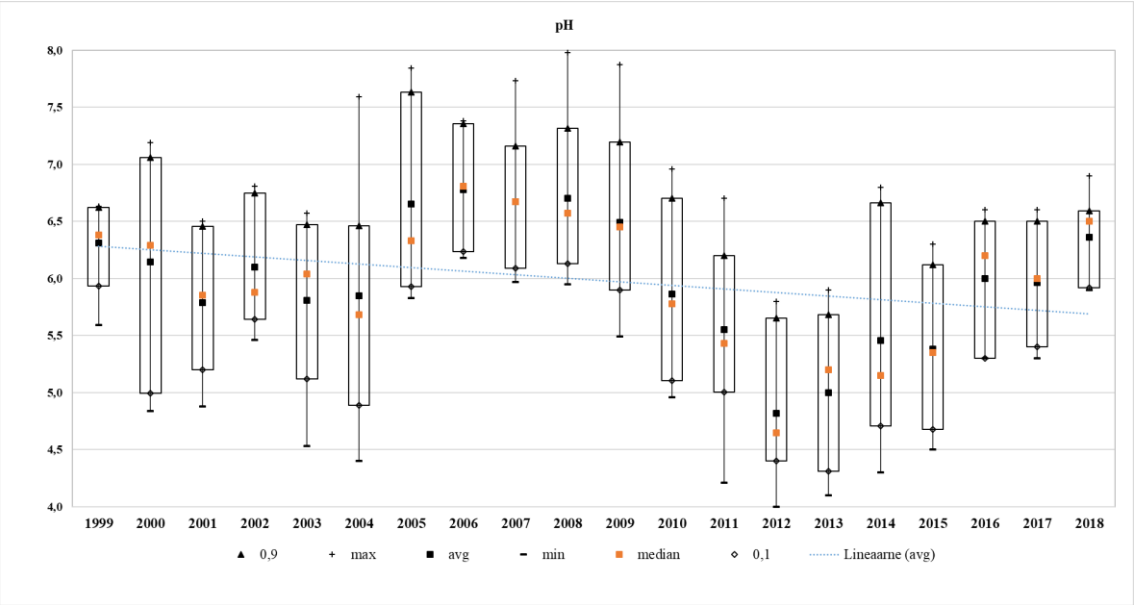
Joonis 16. Plii kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine elektrijuhtivuse kontsentratsioon on 23,44 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2014. aastal detsembris 157 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (5,9 µS/cm) oli mõõdetud 2016. aasta augustis. Aastatel 1999-2003 elektrijuhtivus sademetes oli alla jaama pikaajalise keskmise, kuid aastatel 2004-2009 elektrijuhtivus oli kahekümne aasta keskmise kontsentratsioonist (23,44 µS/cm) kõrgem. Alates 2010. aastast elektrijuhtivus sademetes on vähenenud ning püsinud alla jaama pikaajalise keskmise kuni 2018. aasta lõpuni, va aasta 2015, millal aasta keskmine aine kontsentratsioon tõusis kuni 29,73 µS/cm.



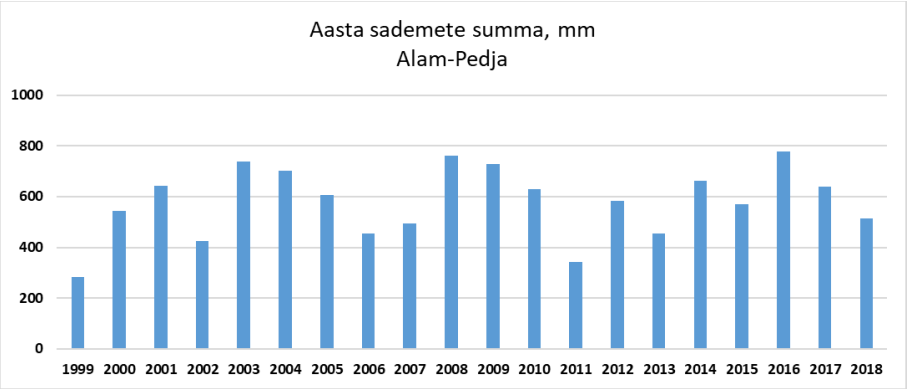
Joonis 17. Elektrijuhtivus Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine pH on 5,98, mis tähendab, et Alam-Pedja seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide piiris. Aastatel 2000-2004 oli aasta keskmine pH vahemikkus 5,79-6,15, mis tähendab nõrka kontsentratsiooni happelist ainet, mis on keskmiste normide (5,6-6,1) [1] piiris. Aastatel 2005-2009 aasta keskmine pH oli vahemikkus 6,49-6,78. Aastatel 2010-2011 ja 2016-2017 sademete pH oli normide piiris, aga aastatel 2012-2015 pH oli alla 5,46, mis tähendab, et sel ajavahemikul sademed olid normist happelisemad.

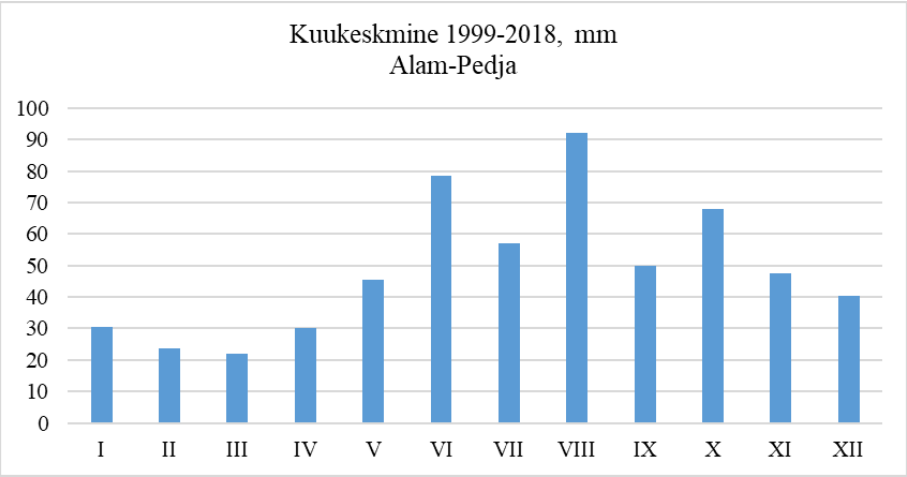


Joonis 18. pH kontsentratsioon Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

Sademete hulga analüüsi puhul ma ei võta arvesse 1999. aasta sademete summat, kuna meile on kättesaadavad sademete hulga andmed alates maikuust. Üheksateistkümne aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2016, millal aasta jooksul oli 777 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2016. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 2003 (737 mm), 2004 (701 mm), 2008 (760 mm) ja 2009 (730 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 2011. aasta, millal sadas vaid 343 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 92,24 mm, norm – 83 mm) ja juuni (kuukeskmine 78,40 mm, norm – 58 mm) ning kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 22,00 mm, norm – 37 mm).



Joonis 19. Aasta sademete summa Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

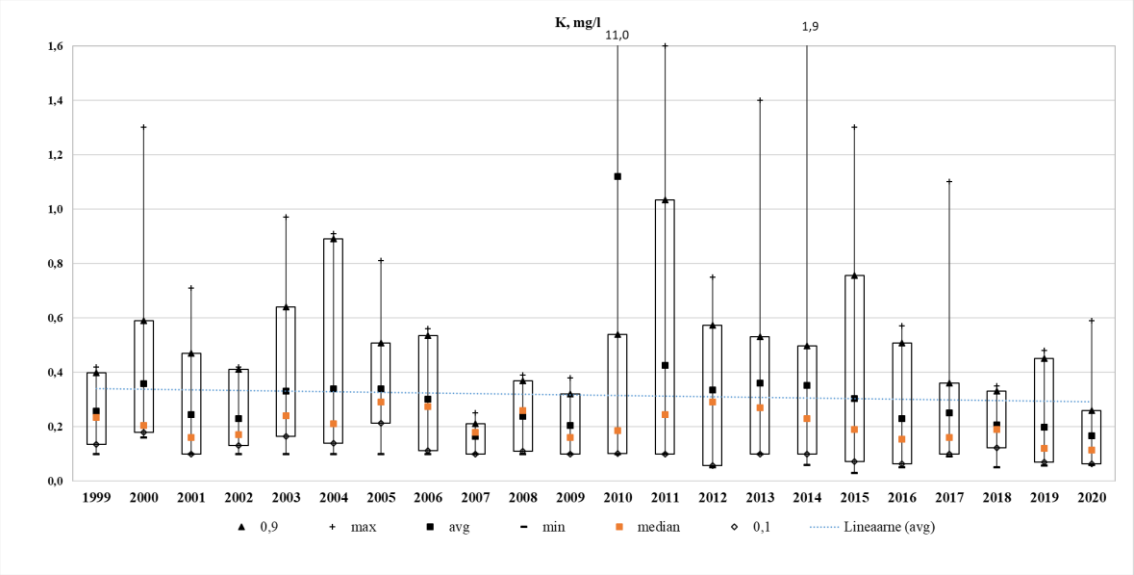


Joonis 20. Kuukeskmine sademete hulk Alam-Pedja seirejaamas aastatel 1999-2018

3.2 Haanja seirejaam

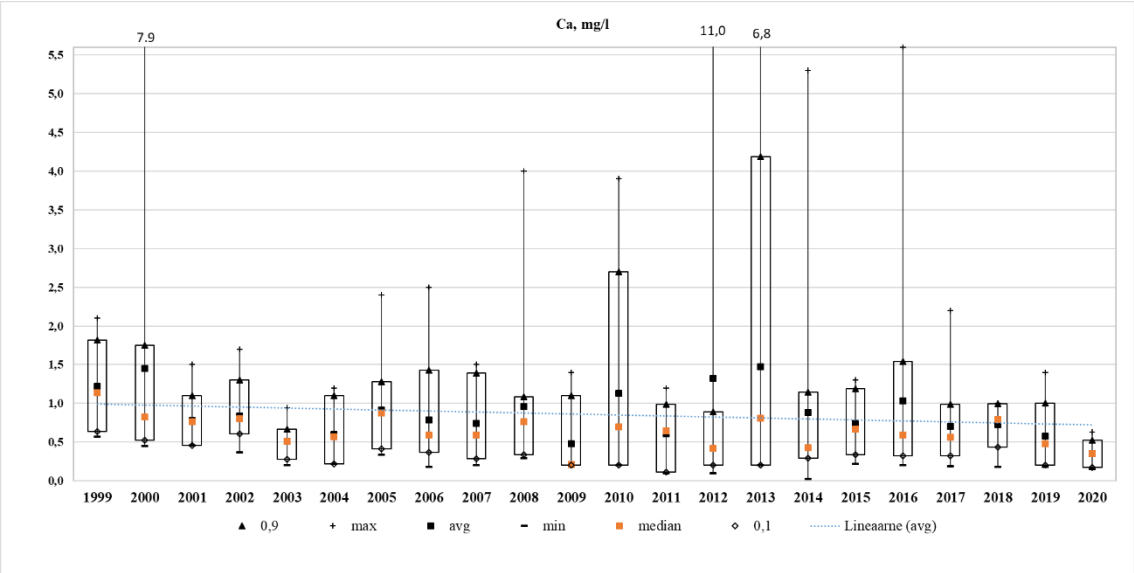
Haanja seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1999 ning antud seirejaam töötab tänapäevani. Kahekümne kahe aasta keskmine kaaliumi (K)

kontsentratsioon on 0,32 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal maikuus 11 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli 2015. aastal novembris. Aastatel 1999-2002 oli K kontsentratsioon vahemikkus 0,23-0,36 mg/l. Aastal 2003 K sisaldus hakkas kasvama, kuid 2006. aastal see jõudis alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena 2009. aastani. 2010. aastal aasta keskmine K kontsentratsioon sademetes kasvas ning püsis jaama pikaajalise aasta keskmisest suuremana kuni 2014. aasta lõpuni. Aastatel 2015-2020 kaaliumi kontsentratsioon jõudis taas alla jaama keskmise.



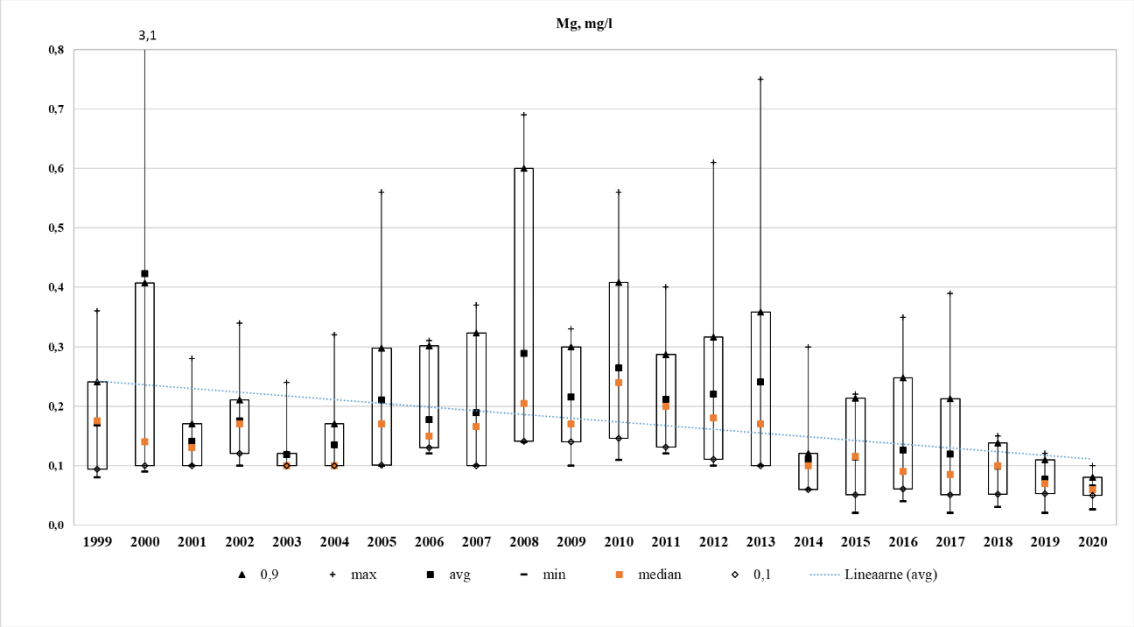
Joonis 21. Kaaliumi kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 0,86 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal juulis 11 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli 2014. aastal veebruaris. Alates 1999 aastast ning tänapäevani aasta keskmine Ca kontsentratsioon püsib 0,35 mg/l ja 1,48 mg/l vahel. Aastatel 2001-2004 oli aasta keskmine Ca kontsentratsioon alla jaama pikaajalise keskmise. Aastatel 2005-2016 on kaltsiumi sisaldus sademetes püsinud vahemikkus 0,48-1,48 mg/l. Alates 2017. aastast on aine kontsentratsioon jõudnud taaskord alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



Joonis 22. Kaltsiumi kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

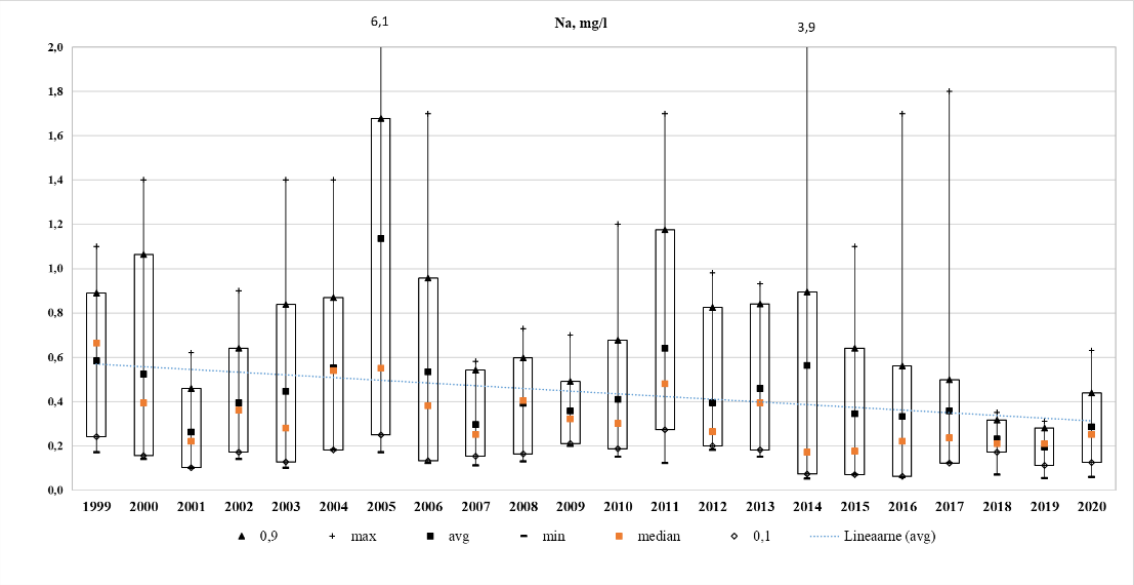
Kahekümne kahe aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,18 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2000. aastal maikuus 3,1 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2015, 2017 ja 2019 novembris ja detsembris. Aastatel 2001-2004 ning 2014-2020 Mg keskmine kontsentratsioon oli pikaajalisest aasta keskmisest kontsentratsioonist madalam. Aastatel 2005-2013 aasta keskmine aine sisaldus sademetes oli vahemikus 0,19-0,29 mg/l, va aasta 2006, millal aasta keskmine aine kontsentratsioon oli 0,18 mg/l.



Joonis 23. Magneesiumi kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

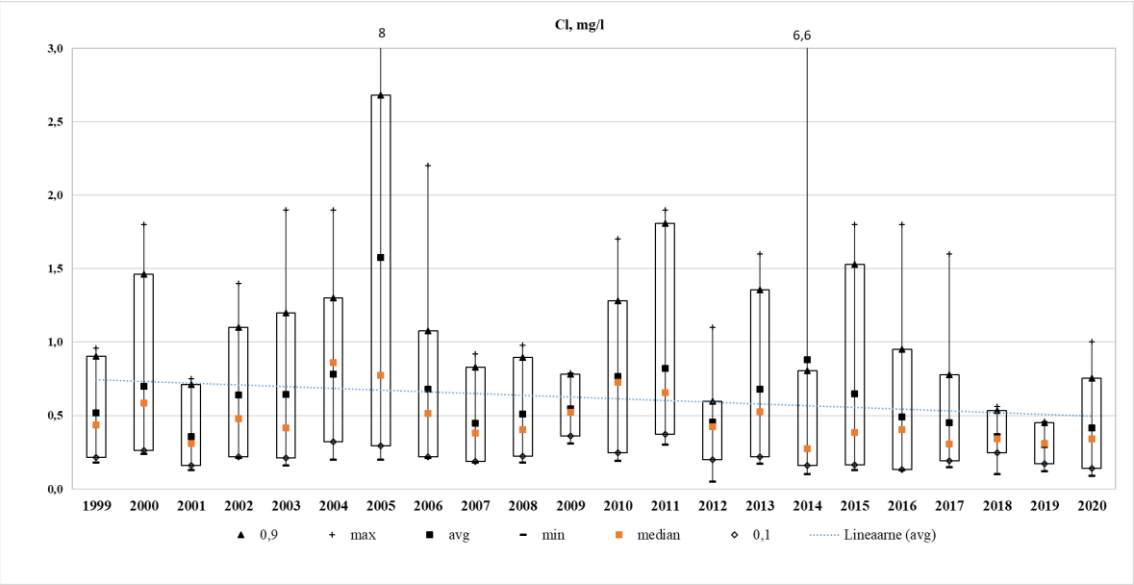
Kahekümne kahe aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,44 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal märtsis 6,1 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon

(0,05 mg/l) oli aastal 2014 augustis. Aastatel 2001-2003 oli Na kontsentratsioon alla jaama pikaajalise keskmise aasta kontsentratsiooni. Aastatel 2004-206 oli aine sisaldus sademetes tõusnud, kuid 2007. aastal see jõudis taas alla jaama keskmise. Aastatel 2011-2014 aasta keskmine naatriumi kontsentratsioon oli vahemikus 0,4-0,64 mg/l. Alates aastast 2015 on Na kontsentratsioon alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



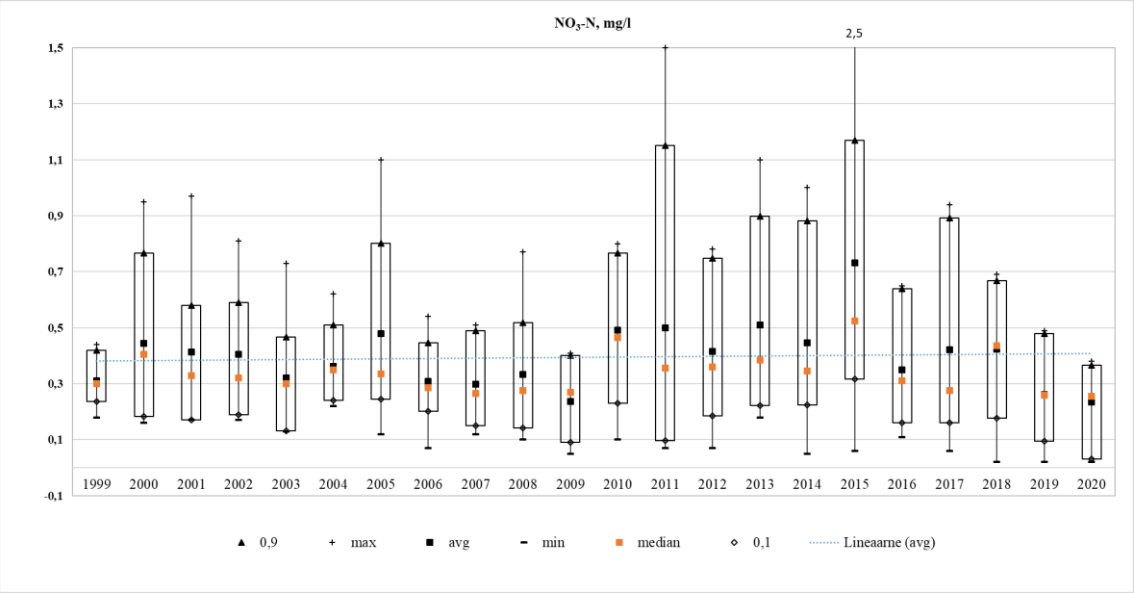
Joonis 24. Naatriumi kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 0,62 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal märtsis 8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli 2012. aastal juulikuus. Aastatel 2002-2006 oli aasta keskmine Cl kontsentratsioon sademetes üle jaama pikaajalise aasta keskmise. Aastal 2007 see langes ning püsis alla jaama keskmist kuni 2009. aasta lõpuni. Aastatel 2010-2015 oli Cl sisaldus tõusnud ning ületas pikaajalise keskmise, va aasta 2012, millal aasta keskmine oli 0,45 mg/l. Alates 2016. aastast on kloriidi kontsentratsioon taaskord jõudnud alla kahekümne kahe aasta keskmise kontsentratsiooni ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



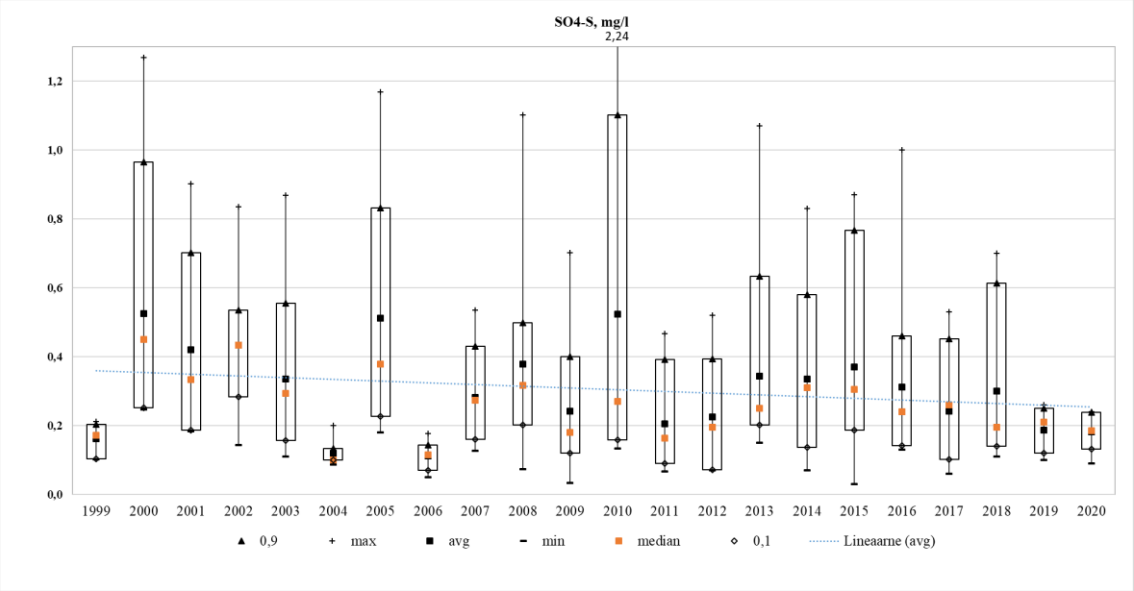
Joonis 25. Kloriidi kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,40 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal juunis 2,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2018-2020 suvekuudel. Aastatel 2000-2002 oli aasta keskmine aine kontsentratsioon jaama pikaajalise keskmisest suurem. 2003. aastal jõudis see alla jaama keskmise ning püsis sellisena kuni 2009. aasta lõpuni, va aasta 2005, millal aine kontsentratsioon tõusis kuni 0,48 mg/l. Aastast 2010 NO_3-N kontsentratsioon suurenes ning oli jaama pikaajalisest kontsentratsioonist suurem kuni 2018. aasta lõpuni, va 2016. aasta. Aastal 2019 aasta keskmine nitraatlämmastiku sisaldus sademetes jõudis taas alla jaama keskmise ning püsis selliseana 2020. aasta lõpuni.



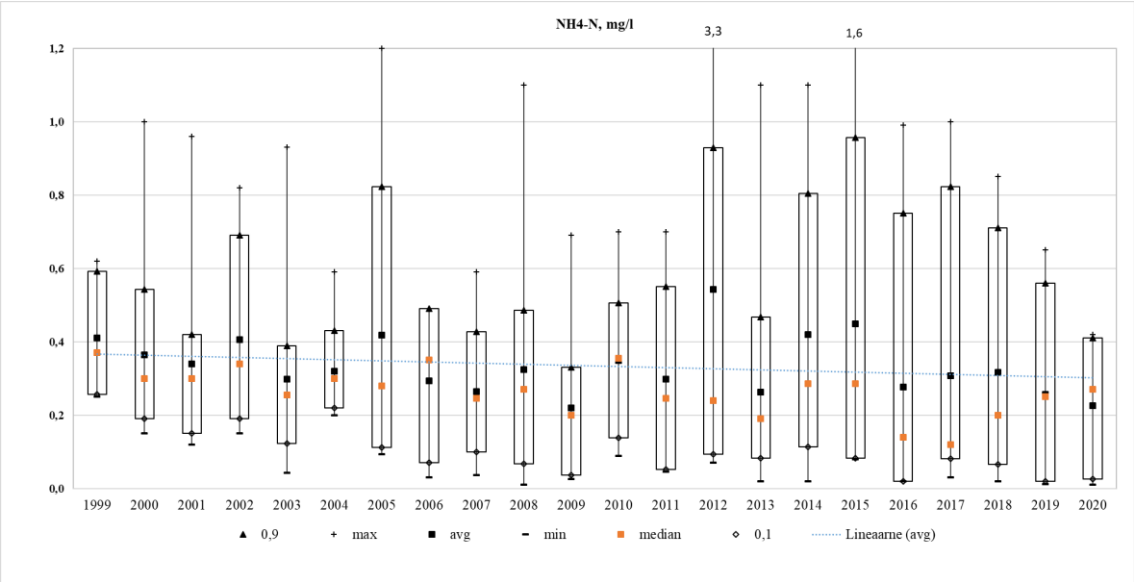
Joonis 26. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,31 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal maikuus 2,24 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2009 jaanuaris. SO_4-S oli aastatel 2000-2003 üle jaama pikaajalise aasta keskmise. Aastatel 2004-2012 oli selle kontsentratsioon vahemikus 0,11-0,52 mg/l. Aastast 2013 sulfaatväävli sisaldus sademetes oli taas pidevalt üle jaama keskmise kuni 2016. aasta lõpuni. 2017. aastal jõudis aine kontsentratsioon alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



Joonis 27. Sulfaatväävli kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

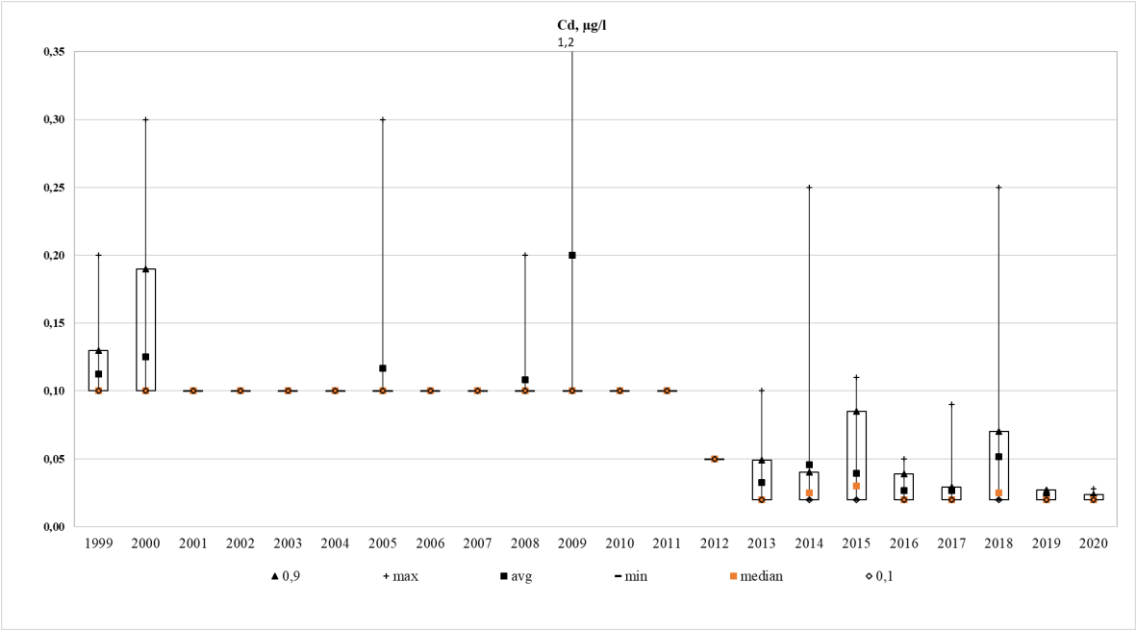
Kahekümne kahe aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,33 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal augustikuus 3,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastatel 2008 ja 2020 mai ja augustis. Aastatel 1999-2002 oli NH_4-N kontsentratsioon jaama pikaajalisest aasta keskmisest suure. Aastal 2003 see vähenes ning oli alla jaama keskmist kuni 2009. aasta lõpuni, va aasta 2005, millal aasta keskmine ammooniumlämmastiku kontsentratsioon oli 0,42 mg/l. Aastatel 2010-2015 oli aine kontsentratsioon vahemikus 0,26-0,54 mg/l. Aastal 2016 NH_4-N sisaldus sademetes jõudis taaskord alla jaama pikaajalise keskmise ja püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



Joonis 28. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

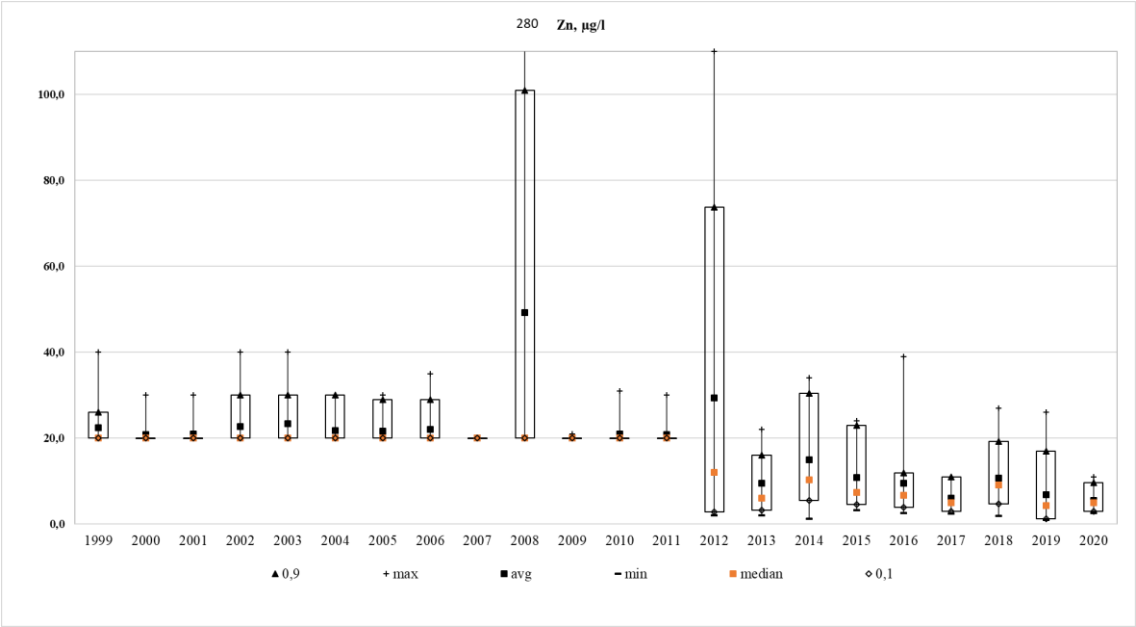
Haanja jaamas hakati alates 2020. aasta aprillist mõõtma üldfosforit. Selle keskmine väärtus on 0,03 mg/l, maksimaalne sisaldus (0,66 mg/) oli mõõdetud oktoobris ja novembris, kuid minimaalne Püld (0,011 mg/l) kontsentratsioon oli mõõdetud detsembris.

Kahekümne kahe aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,08 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal maikuus 1,2 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,02 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, püsib aastast 2013 kuni 2020. Aastatel 2001-2004, 2006-2007, 2010 ja 2011 oli Cd aasta keskmine sisaldus stabiilselt 0,1 µg/l, mis on määramistäpsus. Aastast 2012 Cd sisaldus on langenud, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega, ning Cd aasta keskmine kontsentratsioon on alla 0,06 µg/l. Alates aastast 2013 minimaalne Cd sisaldus püsib 0,02 µg/l.



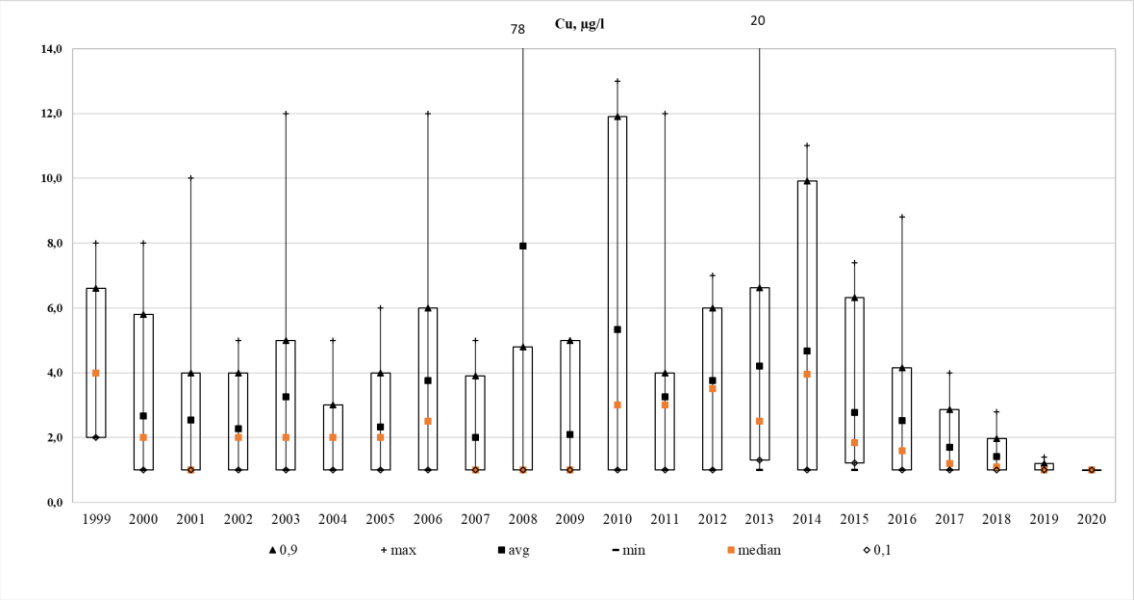
Joonis 29. Kaadmiumi kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 18,65 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal maikuus 280 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 1 µg/l oli mõõdetud aastal 2019 augustis. Alates aastast 2013 on Zn aasta keskmine väärtus võrreldes varasemate aastatega üsna väike, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega. See jääb alla 15 µg/l. Aastatel 1999-2011 minimaalne Zn kontsentratsioon püsis stabiilselt 20 µg/l, mis on määramistäpsus ning maksimaalne väärtus oli vahemikus 30-40 µg/l, va 2008. aasta, millal oli fikseeritud kõrgeim Cd väärtus kahekümne kahe aasta jooksul. Alates aastast 2012 aine minimaalsed kontsentratsioonid on jäänud alla 3,5 µg/l.



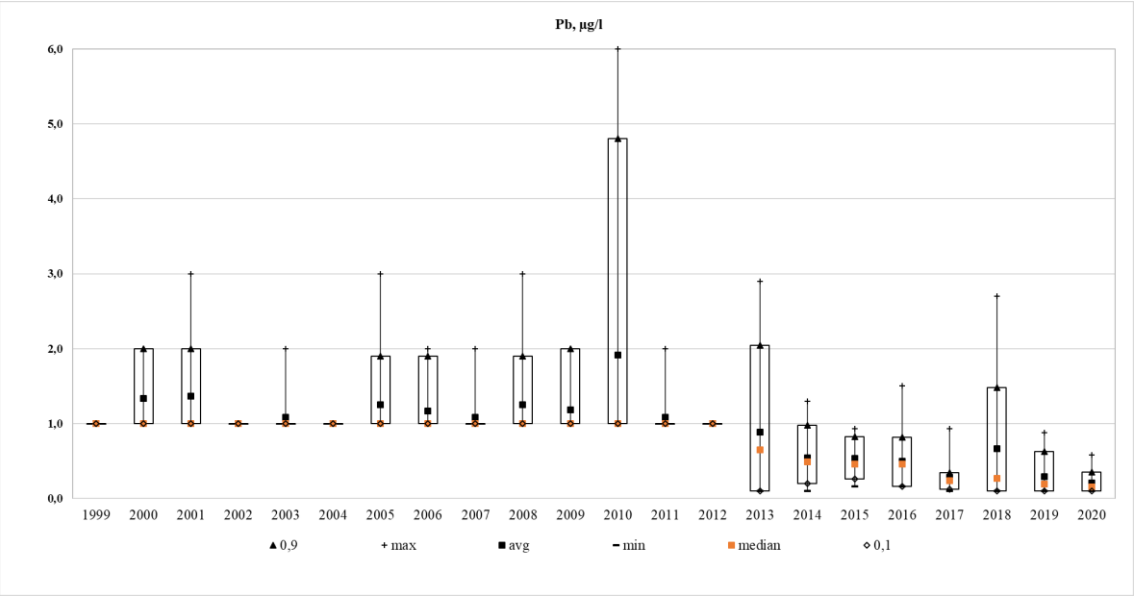
Joonis 30. Tsingi kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 3,02 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal maikuus 78 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1 µg/l) oli mõõdetud aastatel 2000-2020. Cu keskmine kontsentratsioon oli aastatel 1999-2009 üsna stabiilne, see jäi vahemikku 2-4 µg/l, va aasta 2008, millal keskmine Cu sisaldus oli 7,92 µg/l. Vase sisaldus oli alates aastast 2015 langemas ning keskmine sisaldus on püsis alla jaama pikaajalist keskmist kontsentratsiooni 2020. aasta lõpuni.



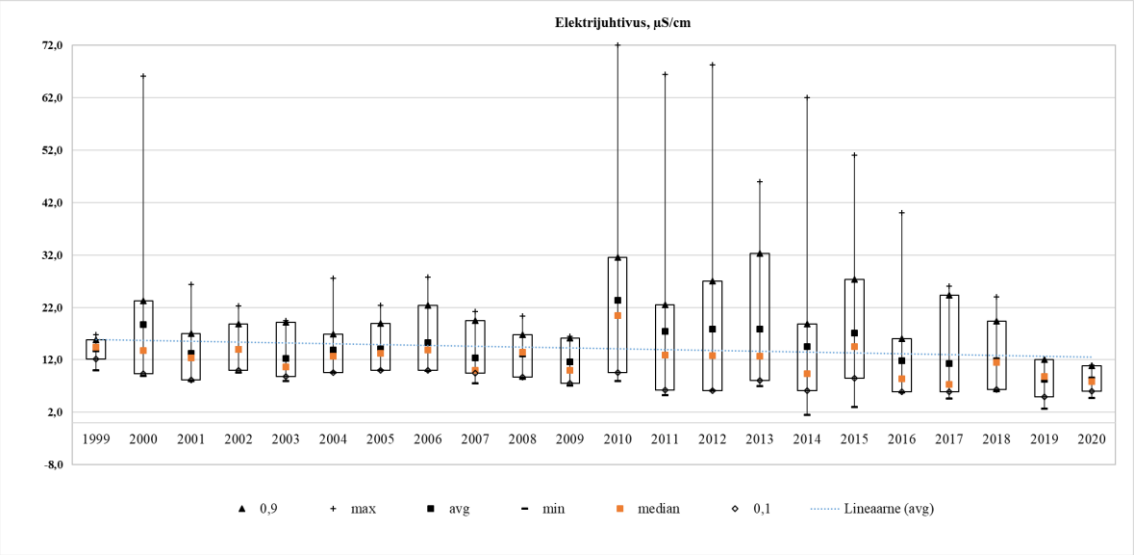
Joonis 31. Vase kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,94 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal jaanuaris 6 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,1 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli mõõdetud aastatel 2013-2014, 2017-2020 suvekuudel. Alates aastast 2013 aasta keskmine Pb kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega. Aastatel 1999-2012 minimaalne Pb kontsentratsioon püsis stabiilselt 1 µg/l ning maksimaalne väärtus oli vahemikus 1-3 µg/l, va 2010. aasta, millal oli fikseeritud kõrgeim plii väärtus kahekümne ühe aasta jooksul. Alates aastast 2013 aine minimaalsed kontsentratsioonid on jäänud alla 0,16 µg/l.



Joonis 32. Plii kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

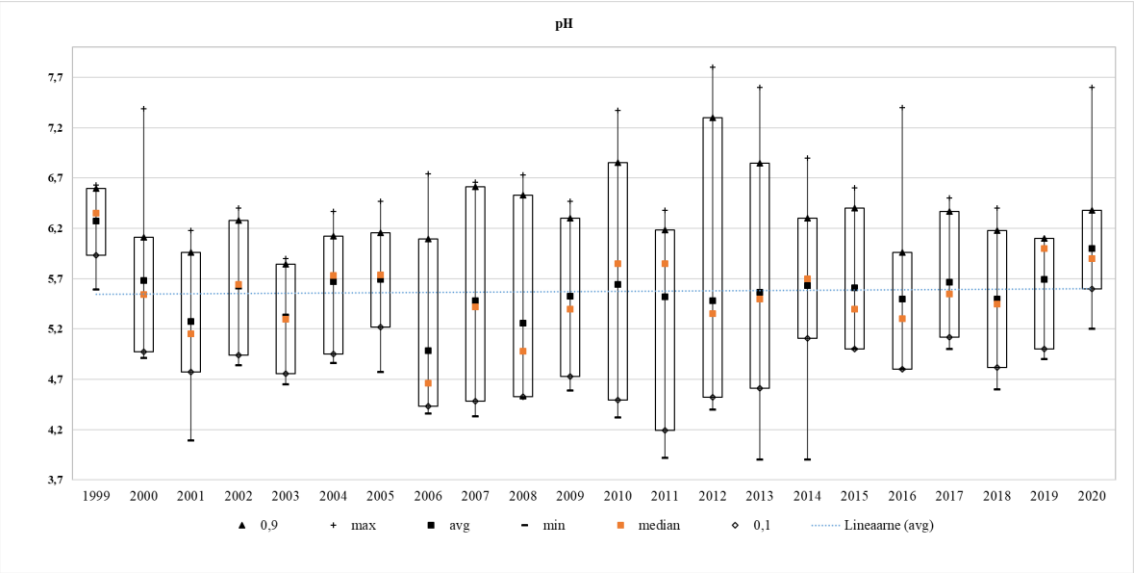
Kahekümne kahe aasta keskmine elektrijuhtivus on 14,19 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal maikuus 72,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (1,5 µS/cm) oli mõõdetud aastal 2014 veebruaris. Aastatel 2010-2015 elektrijuhtivus oli pikaajalise keskmise kontsentratsioonist (14,19 µS/cm) kõrgem. Alates aastast 2016 elektrijuhtivus on vähenenud ning 2020. aasta lõpuni püsis alla jaama pikaajalise keskmise. Aastatel 2001-2009 elektrijuhtivus oli 11,56-15,24 µS/cm vahel.



Joonis 33. Elektrijuhtivus Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

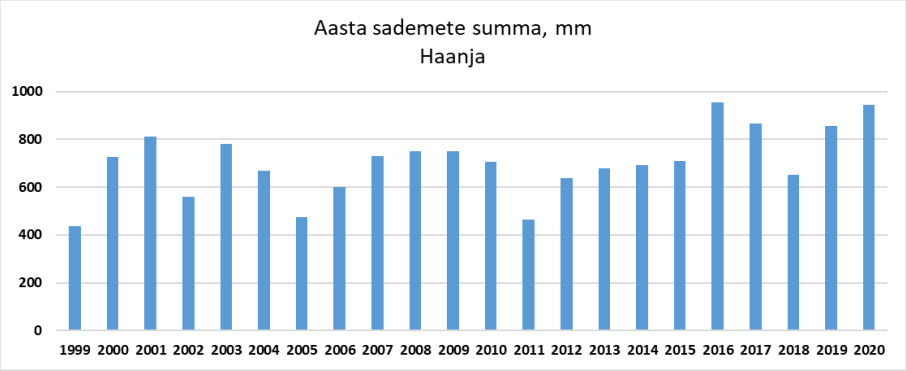
Sademete vesinikueksponent jääb 3,9 ja 8 piirides. pH kahekümne kahe aasta keskmine väärtus on 5,57, mis jääb normide piiri (5,6-6,1) ning on nõrgalt happeline keskkond. Maksimaalne pH (7,8) oli mõõdetud aastal 2012 augustis, mis tähendab, et sademed olid sel ajal neutraalsed ning see jäi normist kõrgemal. Samal aastal oli aga kuu

keskmine 5,48, mis ka ei ole normide piiris. Aastatel 2019-2020 on olnud keskmine pH normide piiris.

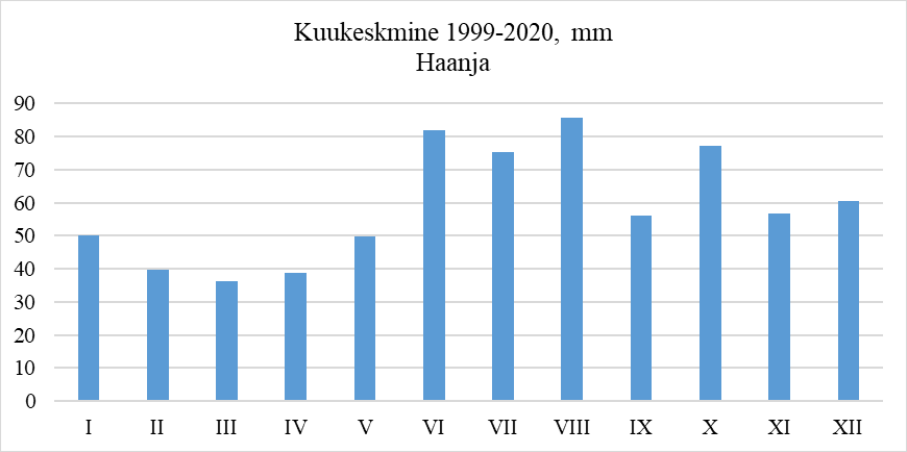


Joonis 34. pH kontsentratsioon Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

Sademete hulga analüüsi puhul ma ei võta arvesse 1999. aasta sademete summat, kuna meile on kättesaadavad sademete hulga andmed alates maikuust. Kahekümne ühe aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2016, millal aasta jooksul oli 955 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2016. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 2000-2001, 2003, 2007-2010, 2013-2017 ja 2019-2020 . Kõige sademete vaesem aasta oli 2011. aasta, millal sadas 465 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 85,8 mm, norm – 83 mm) ja juuni (kuukeskmine 82,00 mm, norm – 58 mm) ning kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 36,2 mm, norm – 37 mm).



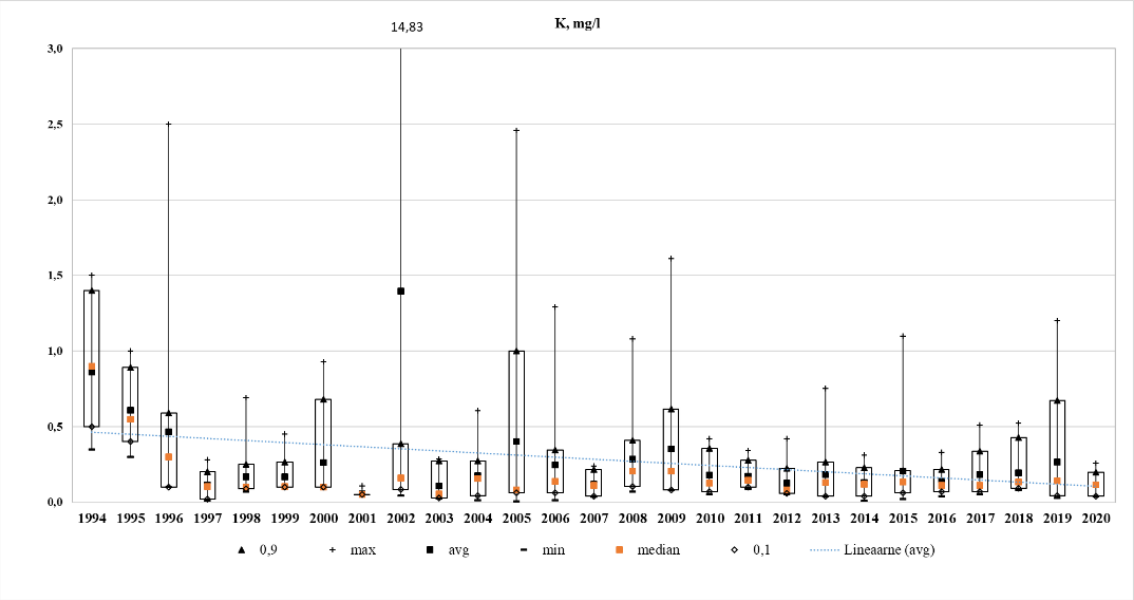
Joonis 35. Aasta sademete summa Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020



Joonis 36. Kuukeskmine sademete hulk Haanja seirejaamas aastatel 1999-2020

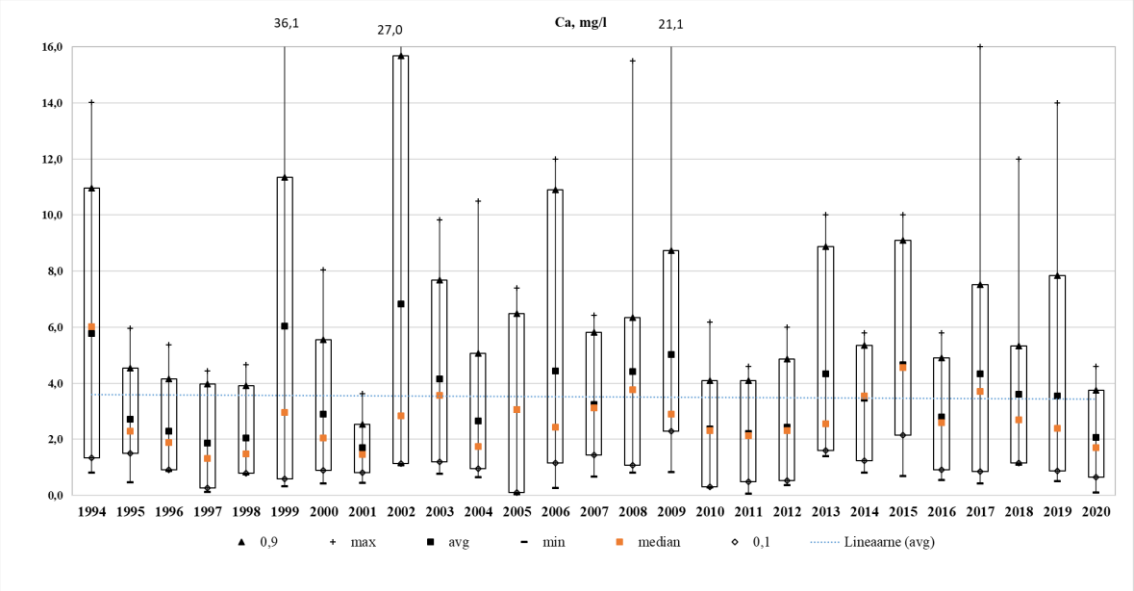
3.3 Harku seirejaam

Harku seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1994 ning see töötab tänapäevani. Kahekümne seitsme aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,28 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal maikuus 14,83 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli 2005. aastal veebruaris. Aastatel 1994-1996 K kontsentratsioon ületas jaama pikaajalise keskmise. Aastast 1997 aine sisaldus sademetes on langenud ning püsis 2007. aastani alla jaama keskmise. Välja arvatud aastad 2002 ja 2005, millal aasta keskmine aine kontsentratsioon oli 1,40 mg/l ja 0,40 mg/l. Aastatel 2008-2009 aasta keskmine K sisaldus oli vahemikus 0,29-0,35 mg/l. Aastatel 2010-2020 K kontsentratsioon püsis alla jaama pikaajalise keskmise.



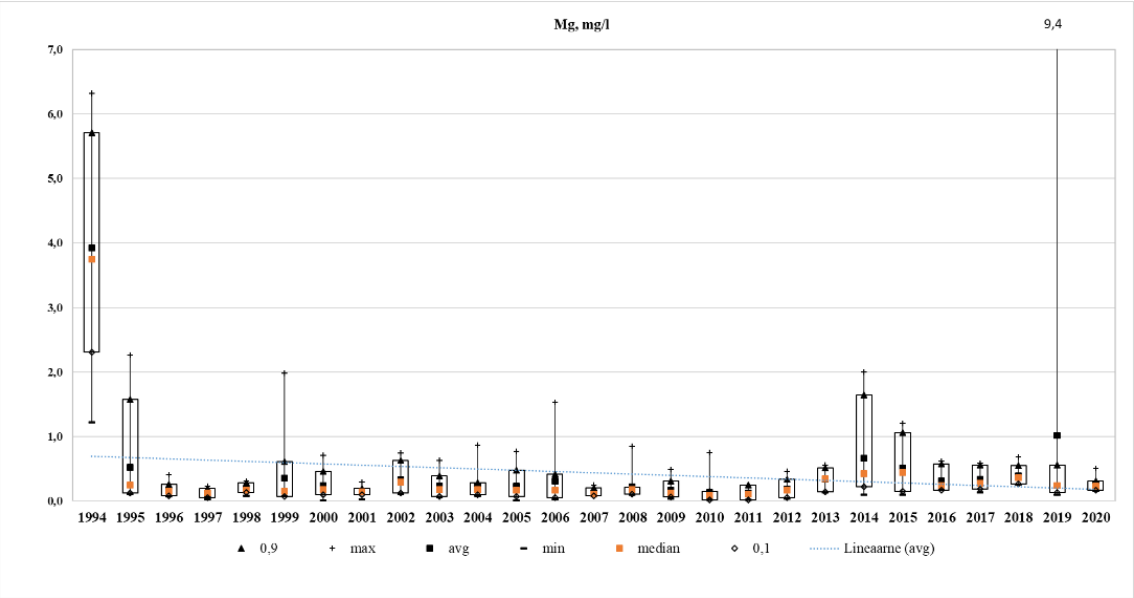
Joonis 37. Kaaliumi kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 3,52 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal maikuus 36,1 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,039 mg/l) oli 2005. aastal veebruaris. Aastatel 1995-2001 aasta keskmine Ca kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist kontsentratsiooni, va aasta 1999, millal aasta keskmine aine sisaldus oli tõusnud kuni 6,05 mg/l. Aastatel 2002-2016 Ca kontsentratsioon sademetes oli vahemikus 2,2-6,83 mg/l. Aastatel 2017-2019 Ca sisaldus oli 3,56-4,34, mis tähendab, et aine kontsentratsioon oli jaama keskmisest suurem. 2020. aasta keskmine Ca sisaldus oli 2,07 mg/l.



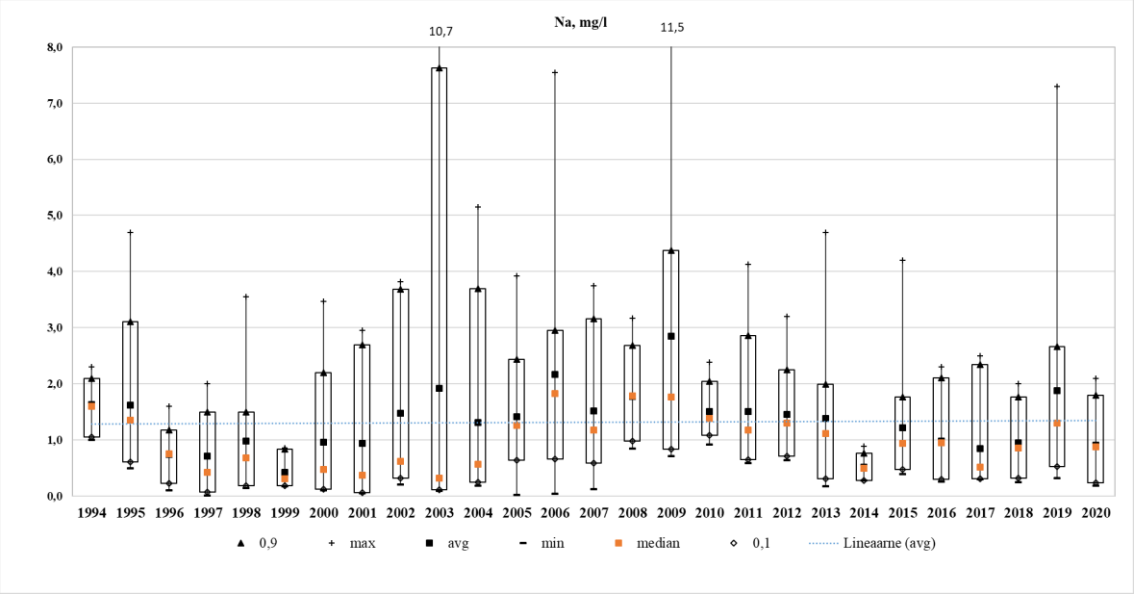
Joonis 38. Kaltsiumi kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,44 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal novembris 9,4 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli 2005. aastal veebruaris. Aastatel 1996-2013 Mg aasta keskmine oli alla jaama pikaajalise keskmise kontsentratsiooni. Aastatel 2014-2015 see tõusis vahemikku 0,52-0,67 mg/l. Aastal 2016 Mg kontsentratsioon jõudis taas alla jaama keskmise ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni. 2019. aastal Mg aasta keskmine kontsentratsioon oli 1,02 mg/l. 2020. aastal magneesiumi aasta keskmine kontsentratsioon oli 0,26 mg/l, mis on alla pikaajalise keskmise.



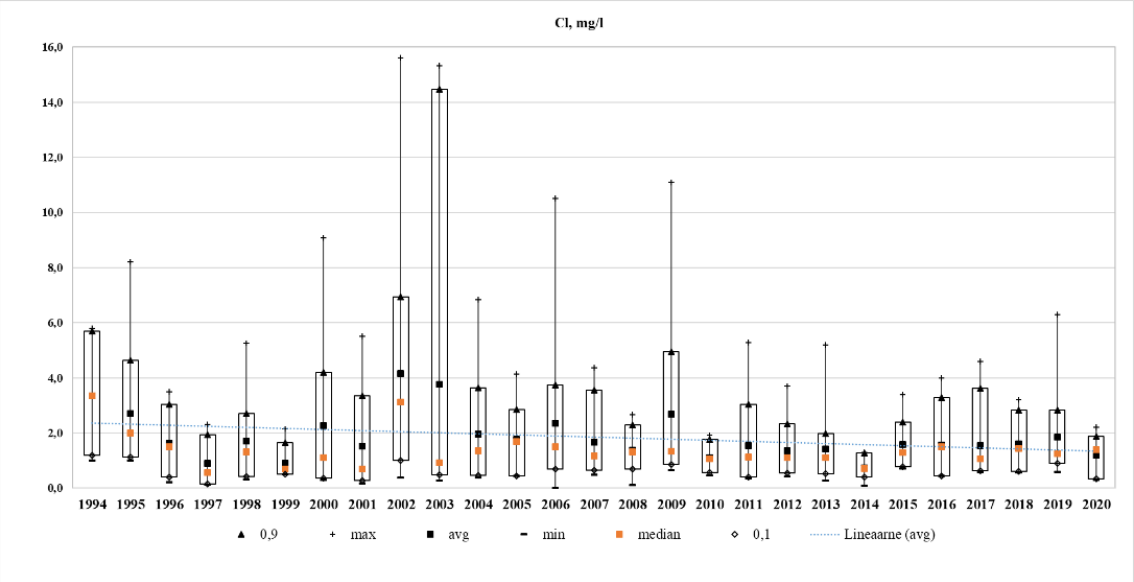
Joonis 39. Magneesiumi kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 1,32 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal aprillis 11,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli 1997. aastal juulis. Aastatel 2002-2013 oli Na sisaldus sademetes jaama pikaajalisest keskmisest (1,32 mg/l) kõrgem, va aasta 2004, millal aasta keskmine kontsentratsioon võrdus jaama pikaajalise keskmisega. Alla jaama keskmise väärtuse jõudis Na sisaldus 2014. aastal ning see oli kuni 2018. aastani. Aastal 2019 Na sisaldus kasvas, ning aasta keskmine oli 1,87 mg/l. 2020. aastal keskmine Na kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalise naatriumi kontsentratsiooni, see oli 0,91 mg/l.



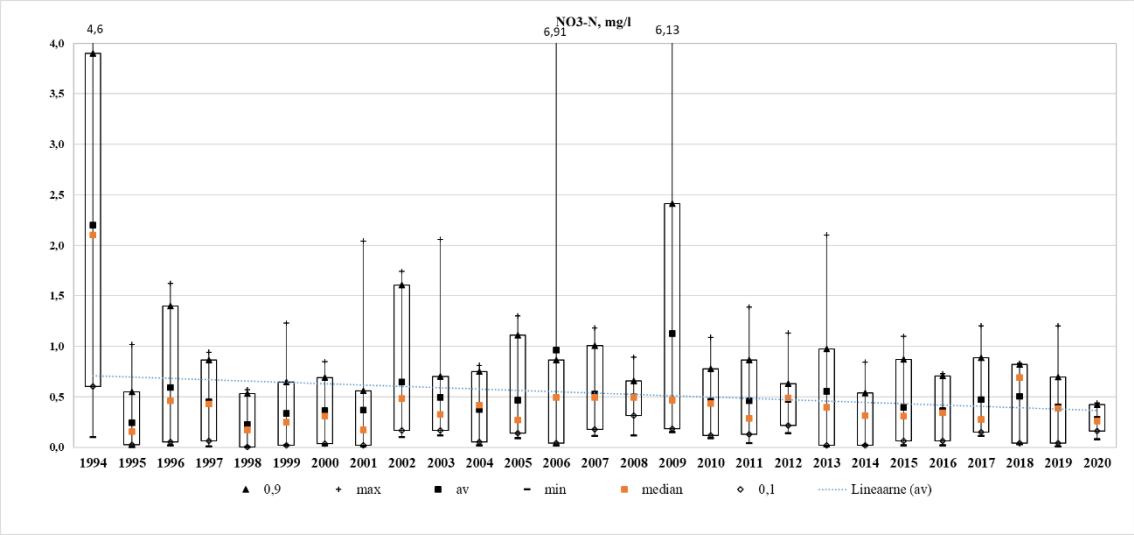
Joonis 40. Naatriumi kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 1,86 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal augustis 15,62 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli 2006. aastal novembris. Aastatel 1996-1999 oli Cl kontsentratsioon alla jaama pikaajalist keskmist. Aastatel 2000-2009 Cl sisaldus sademetes oli vahemikus 1,37-4,16 mg/l. Aastast 2010 Cl kontsentratsioon jõudis alla jaama pikaajalise keskmise kontsentratsiooni ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



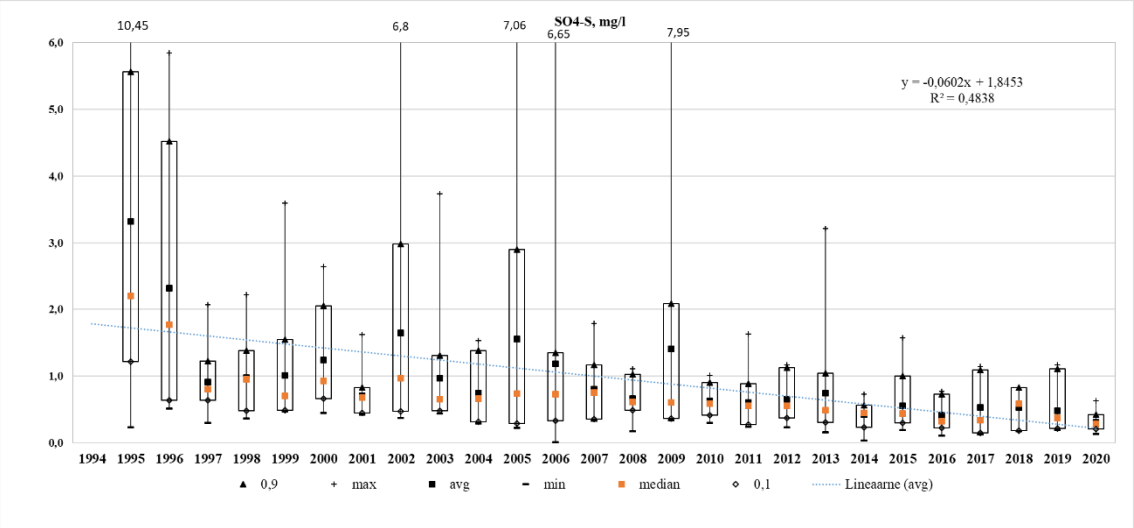
Joonis 41. Kloriidi kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,54 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal jaanuaris 6,91 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,001 mg/l) oli 1998. aastal juunikuus. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli aasta keskmine NO_3-N kontsentratsioon pidevalt alla jaama pikaasjalise aasta keskmist, välja arvatud kuus aastat: 1994, 1996, 2002, 2006, 2009 ja 2013.



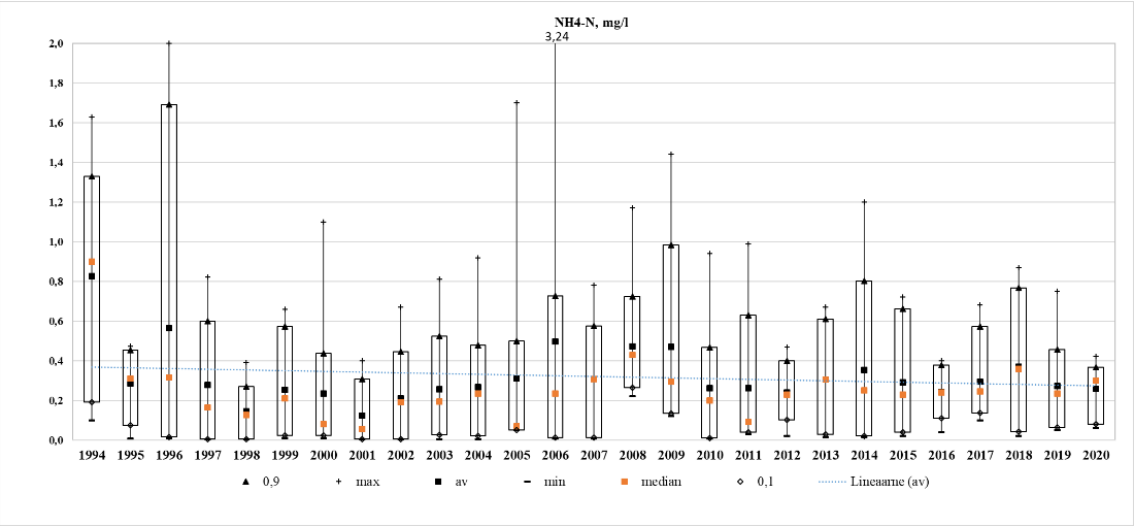
Joonis 42. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

Sulfaatväävlit hakati Harku seirejaamas uurima alates 1995. aastast. Kahekümne kuue aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,97 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1995. aastal jaanuaris 10,45 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli 2006. aastal novembris. Aastatel 1995-2009 sulfaatväävli kontsentratsioon sademetes oli vahemikus 0,66-3,32 mg/l. Alates aastast 2010 ning kuni 2020. aasta lõpuni SO_4-S sisaldus oli alla jaama pikaajalise aasta keskmise kontsentratsiooni, st alla 0,97 mg/l. SO_4-S aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,48, mis tähendab, et sulfaatväävli kontsentratsioon Harku seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 43. Sulfaatväävli kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

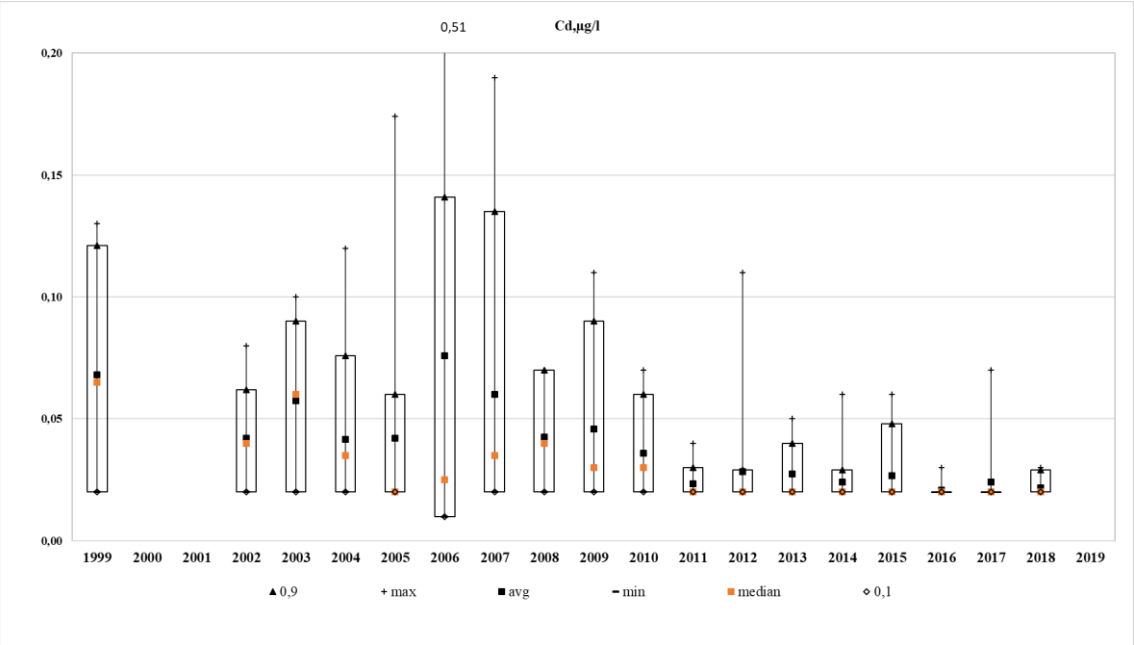
Kahekümne seitsme aasta keskmine ammooniumlämmastik (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,32 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal jaanuaris 3,24 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastatel 1997, 1998, 2001-2004 suvekuudel. Aastatel 1994-1996 NH_4-N kontsentratsioon oli vahemikus 0,28-0,83 mg/l. Alates aastast 1997 aine sisaldus sademetes oli alla jaama pikaajalise keskmise ning see püsis 2005. aasta lõpuni. Aastatel 2006-2009 aasta keskmine aine kontsentratsioon oli vahemikus 0,31-0,50 mg/l. Aastal 2010 NH_4-N kontsentratsioon jõudis taas alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni, va aastad 2014 ja 2018, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 0,35-0,37 mg/l.



Joonis 44. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

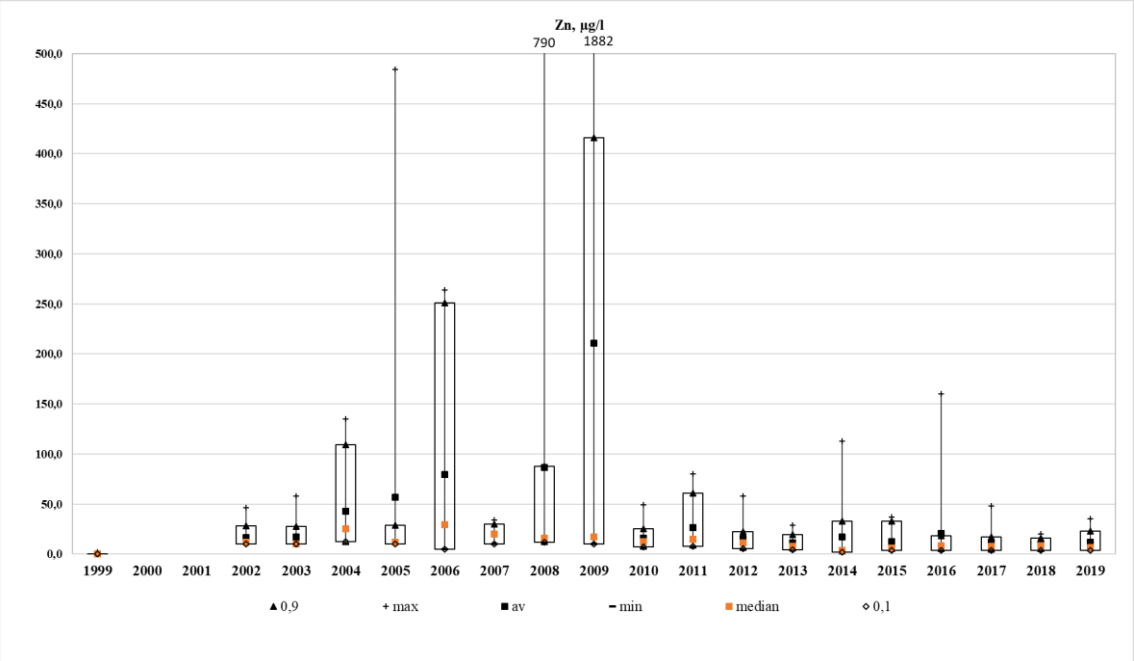
Ohtlike aineid Harku seirejaamas hakati uurima aastast 1999, kuid 2000. aastal oli see peatatud ning uuesti alustati ohtlike ainete mõõtmisega aastal 2002. Pole kättesaadavad andmed ohtlike ainete puhul ka viimastel aastatel.

Kaheksateistkümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,04 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal jaanuaris 0,51 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l, mis on määramistäpsus) oli 2006. aastal suvekuudel. Aastatel 1999, 2002-2009 Cd aasta keskmine kontsentratsioon oli pikaajalisest keskmisest suurem. Aastast 2006 Cd sisaldus oli langemas, ning aastast 2010 Cd kontsentratsioon jõudis alla jaama keskmise, st alla 0,039 µg/l, ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni. Minimaalne Cd sisaldus püsis 0,02 µg/l, va aasta 2006, millal oli mõõdetud minimaalne Cd kontsentratsioon.



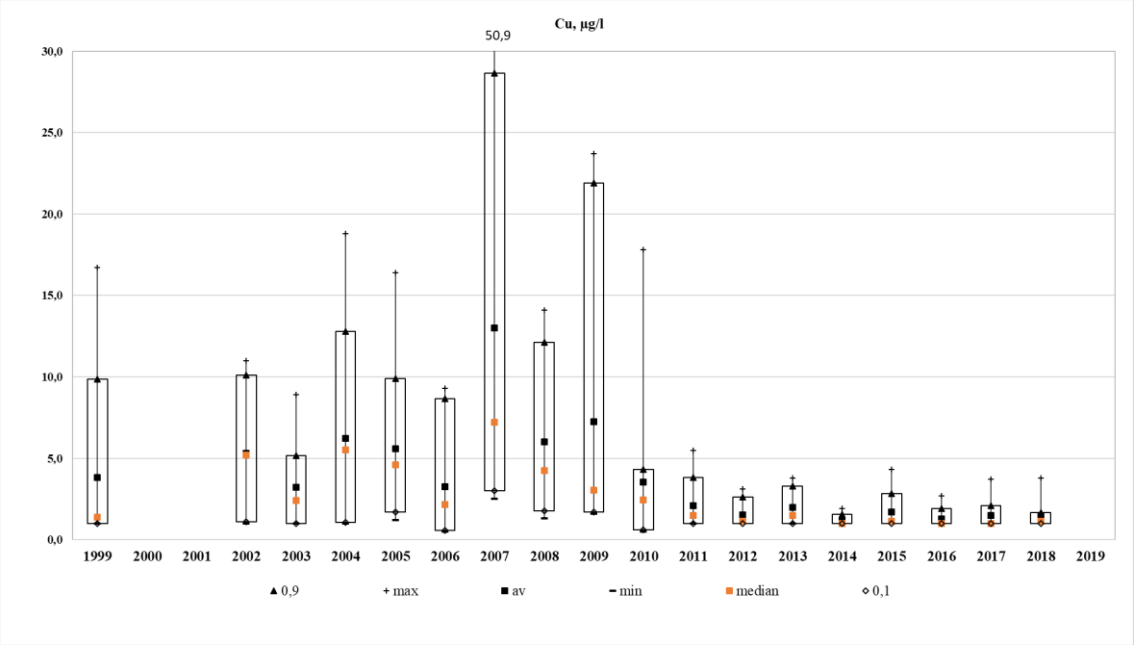
Joonis 45. Kaadmiumi kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1999-2018

Üheksateistkümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 35,86 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal mais 1822 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l, mis on määramistäpsus) oli 1999. aastal suve- ja talvekuudel. Aastatel 1999, 2002-2003 aasta keskmine Zn kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalise keskmise. Aastast 2004 see hakkas tõusma ning 2009. aasta lõpuni püsis üle pikaajalise keskmise, va aasta 2007, millal aasta keskmine Zn kontsentratsioon oli 19,98 µg/l. Alates aastast 2010 on Zn kontsentratsioon alla 26,15 µg/l.



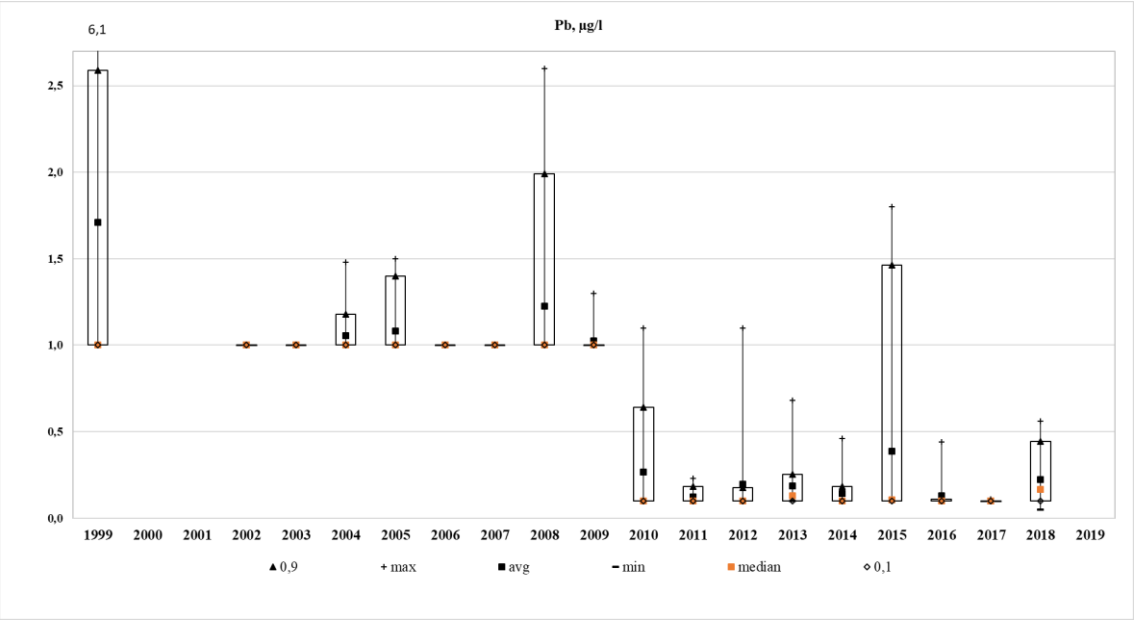
Joonis 46. Tsingi kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1999-2019

Kaheksateistkümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 3,89 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2007. aastal aprillis 50,9 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l) oli aastatel 2006 ja 2010 kevadkuudel. Aastatel 2002-2009 aasta keskmine Cu kontsentratsioon oli jaama pikaajalise keskmisest suurem. Vase aasta keskmine kontsentratsioon on alates 2010. aastast langenud ning kuni 2018. aastani on püsinud alla pikaajalist keskmist, st alla 3,89 µg/l. Alates aastast 2012 minimaalne aine maksimaalne aine kontsentratsioon oli alla 4,3 µg/l.



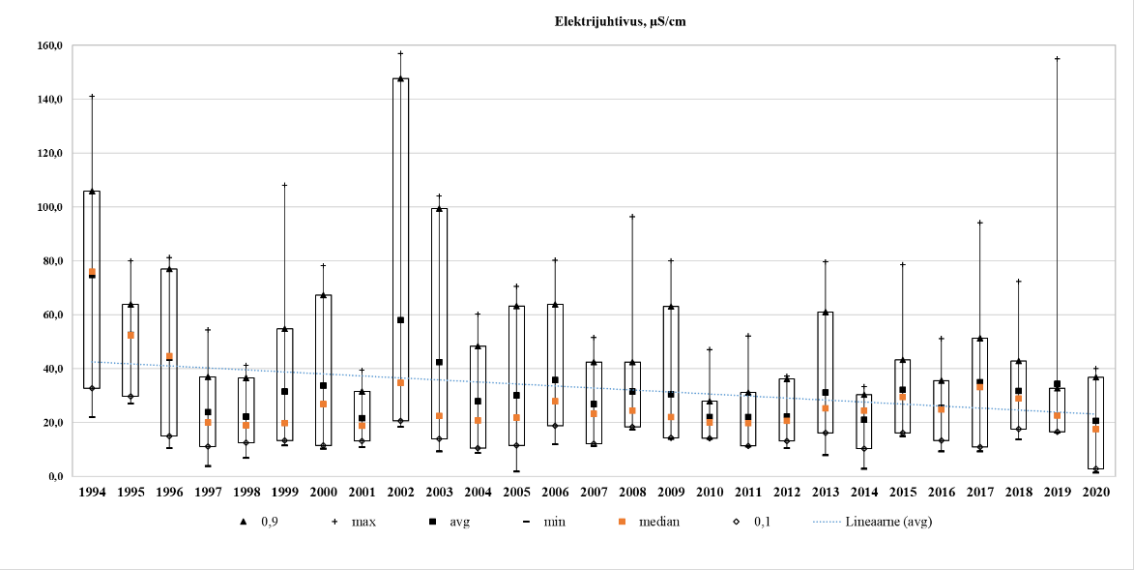
Joonis 47. Vase kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1999-2018

Kaheksateistkümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,66 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal mais 6,1 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,05 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastal 2018 septembris. Plii maksimaalne kontsentratsioon aastatel 2002-2018 oli kuni 1,8 µg/l, va aasta 2008, mille maksimaalne sisaldus oli 2,6 µg/l. Aasta keskmine kontsentratsioon oli pidevalt aastatel 1999-2009 jaama pikaajalise keskmisest suurem. Aastal 2010 Pb aasta keskmine kontsentratsioon jõudis alla 0,66 µg/l ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni. Tõenäoliselt see on seotud määramismetoodika täpsustumisega. Aastatel 1999-2009 aasta minimaalne plii kontsentratsioon oli iga aasta pidevalt 1 µg/l, aastast 2010 oli minimaalsena mõõdetud 0,1 µg/l ning 2018. aastal see oli 0,05 µg/l.



Joonis 48. Plii kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1999-2018

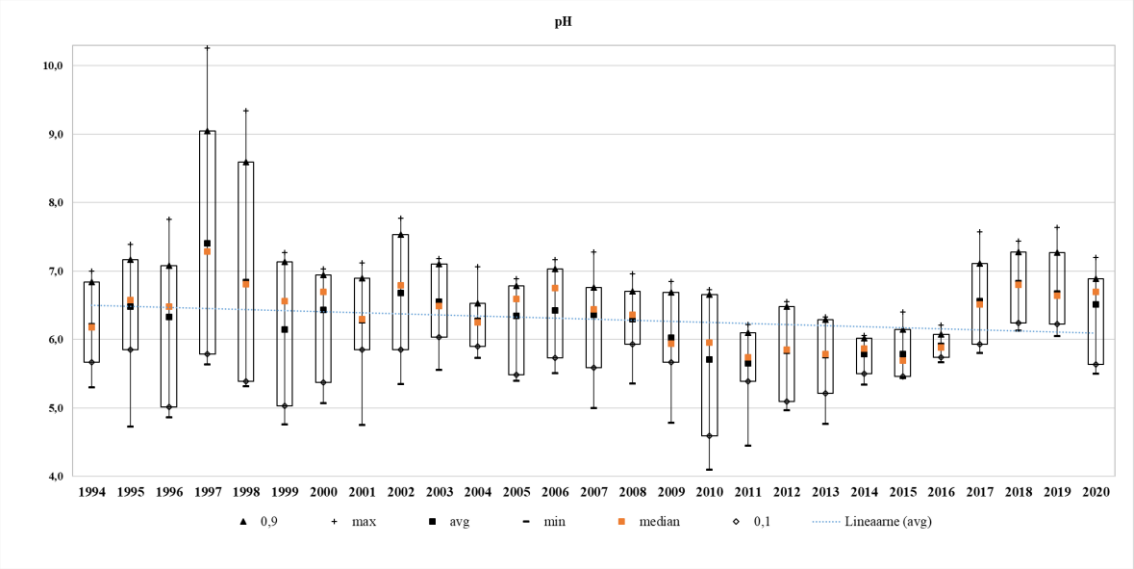
Kahekümne seitsme aasta keskmine elektrijuhtivus on 32,8 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal aprillis 157 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (1,5 µS/cm) oli aastal 2020 juulis. Aastatel 1994-1996 elektrijuhtivus oli pikaajalisest keskmisest suurem. Aastatel 1997-2006 elektrijuhtivus oli vahemikus 21,59-57,93 µS/cm. Alates aastast 2007 elektrijuhtivus on langenud ning jõudis taaskord alla 27. aasta keskmise kontsentratsiooni ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni, va aastad 2017 ja 2018, millal elektrijuhtivus tõusis kuni 35 µS/cm.



Joonis 49. Elektrijuhtivus Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

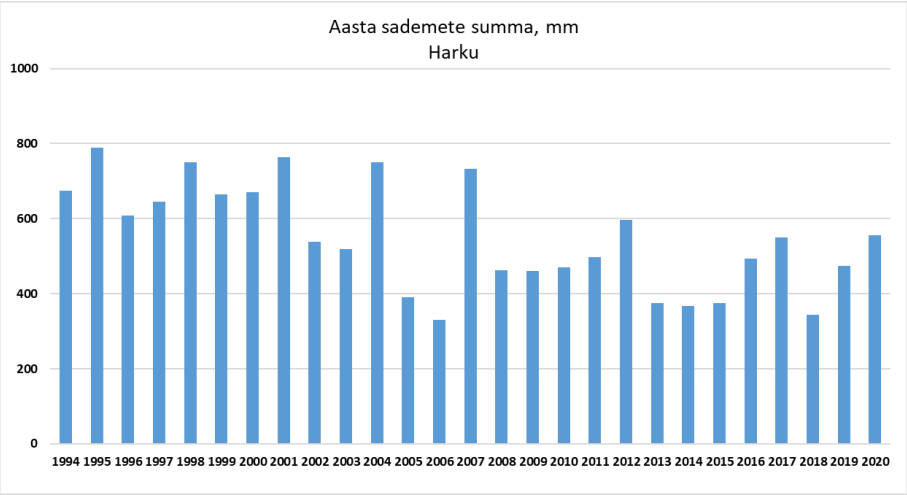
Sademete vesinikueksponent jääb 4 ja 10,3 piirides. 27. aasta keskmine pH on 6,30, mis tähendab, et Harku seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt

happeline ning on natuke normidest kõrgem. Kõrgeim pH kontsentratsioon oli mõõdetud 1997. aastal aprillis – 10,26, mis tähendab, et sel ajal sademed olid aluselised. Aastatel 1994-200 oli keskmiselt pH 6,02-6,8 piirides (va 1997.a), mis tähendab nõrka kontsentratsiooni happelist ainet ning on neutraalsele keskkonnale ligidal, kuid see jääb keskmiste normidest (5,6-6,1) välja. Aastatel 2010-2016 pH oli 5,71-5,91 piirides, mis tähendab nõrka happelist kontsentratsiooni ja see jäi ka normide piiridesse. Alates 2016 aastast on keskmiselt pH 5,96-6,36 piirides, mis tähendab, et sademed on nõrgalt happeline. Aastatel 2017-2020 oli pH normist suurem ning see oli 6,51-6,82 piiris.

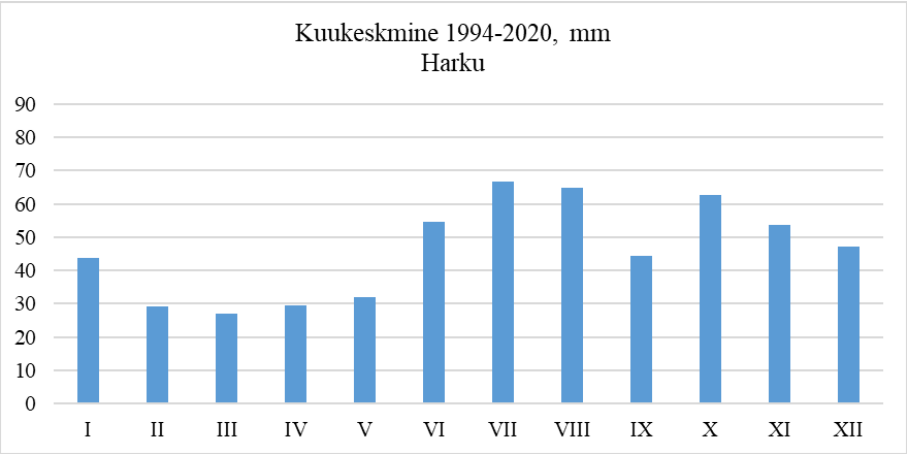


Joonis 50. pH kontsentratsioon Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 1995, millal aasta jooksul oli 789,6 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 1995. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 1994 (675,2 mm), 1998 (749,4 mm), 2001 (764,1 mm), 2004 (750,7 mm) ja 2007 (732,5 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 2006. aasta, millal sadas vaid 330,8 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud juuli (kuukeskmine 66,79 mm – norm 73 mm) ja august (kuukeskmine 66,79 mm, norm – 83 mm) kuid need sademete hulga jäid Eesti normidest alla. Ning kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 27,04 mm, norm – 37 mm).



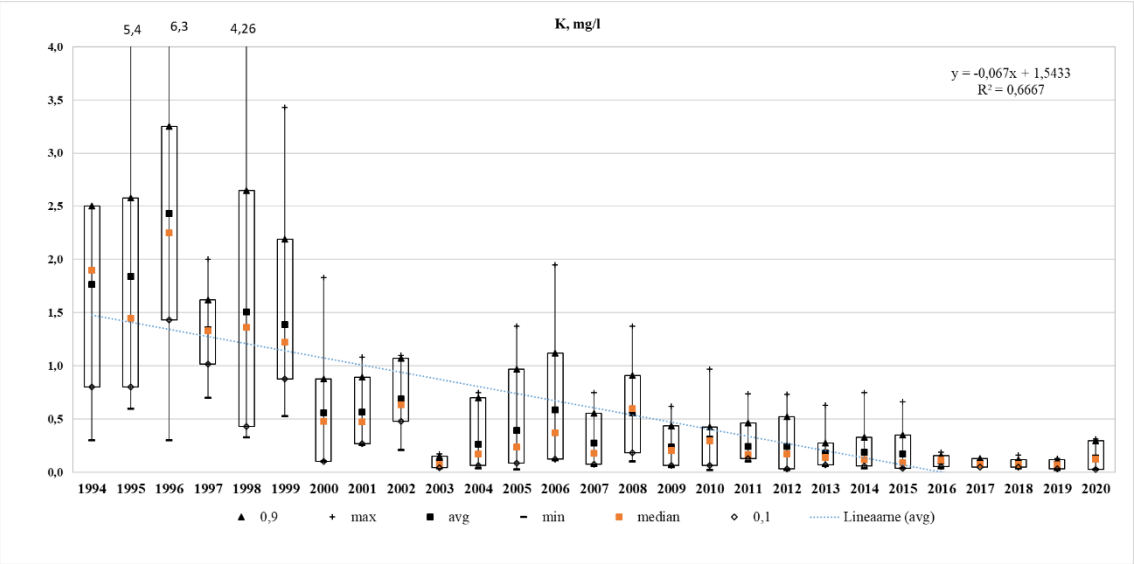
Joonis 51. Aasta sademete summa Harku seirejaamas aastatel 1994-2020



Joonis 52. Kuukeskmine sademete hulk Harku seirejaamas aastatel 1994-2020

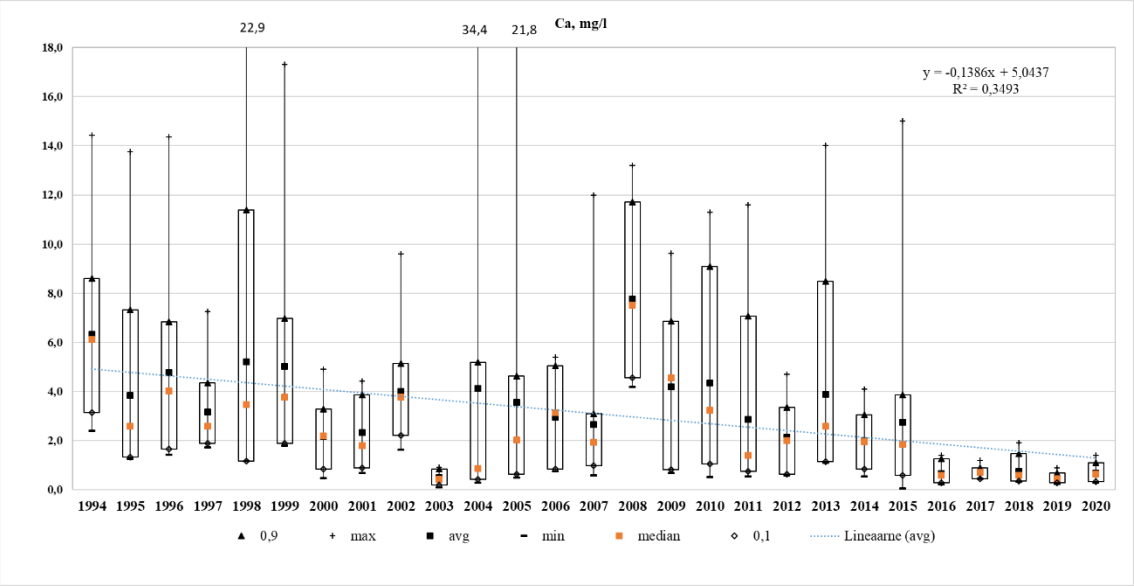
3.4 Jõhvi seirejaam

Jõhvi seirejaamas hakati proove võtma alates aastast 1994 ning see töötab tänapäevani. Kahekümne seitsme aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,61 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1996. aastal märtsis 6,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2010, 2012 ja 2019. Aastatel 1994-1999 keskmine K sisaldus oli 1,33-2,43 mg/l piiris, mis on jaama pikaajalisest keskmisest suurem. Alates 2000. aastast jäi K kontsentratsioon pikaajalisest keskmisest kontsentratsioonist alla, va aasta 2002, mille keskmine sisaldus oli 0,69 mg/l. K aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,67, mis tähendab, et kaaliumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



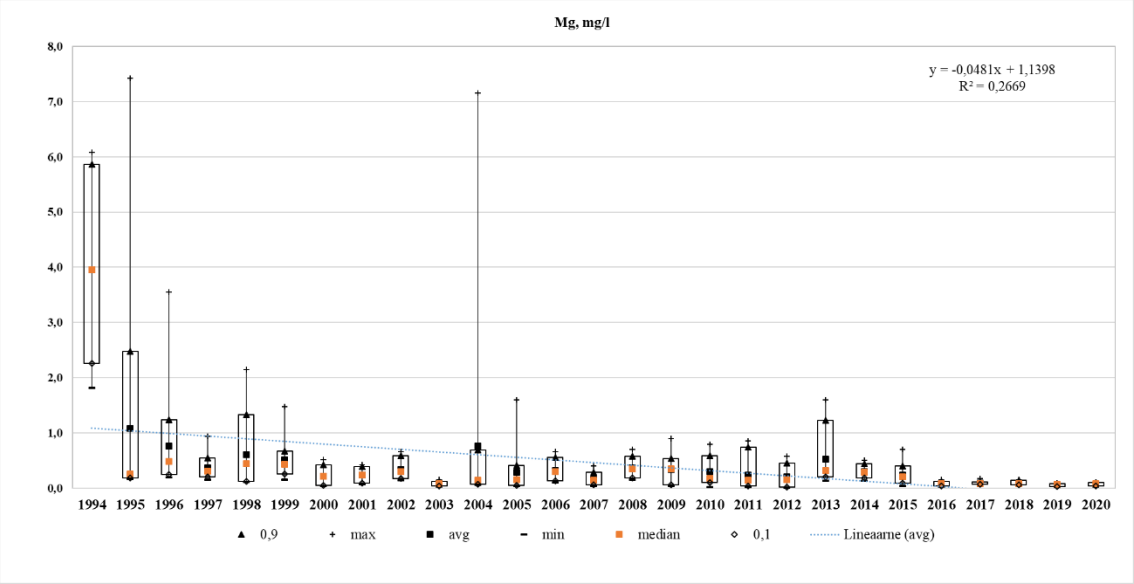
Joonis 53. Kaaliumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 3,1 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2004. aastal aprillis 34,4 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,04 mg/l) oli aastal 2015 juunis. Aastatel 1994-1999 Ca kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest suurem. Aastal 2000 Ca sisaldus sademetes vähenes ning oli alla jaama keskmist. Aastatel 2000-2007 aasta keskmine kaltsiumi kontsentratsioon oli vahemikus 0,5-7,77 mg/l. Aastal 2011 Ca kontsentratsioon jõudis taas alla jaama pikaajalise keskmise kontsentratsiooni ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni, va aasta 2013, millal aasta keskmine kontsentratsioon oli 3,89 mg/l. Ca aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,35, mis tähendab, et kaltsiumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



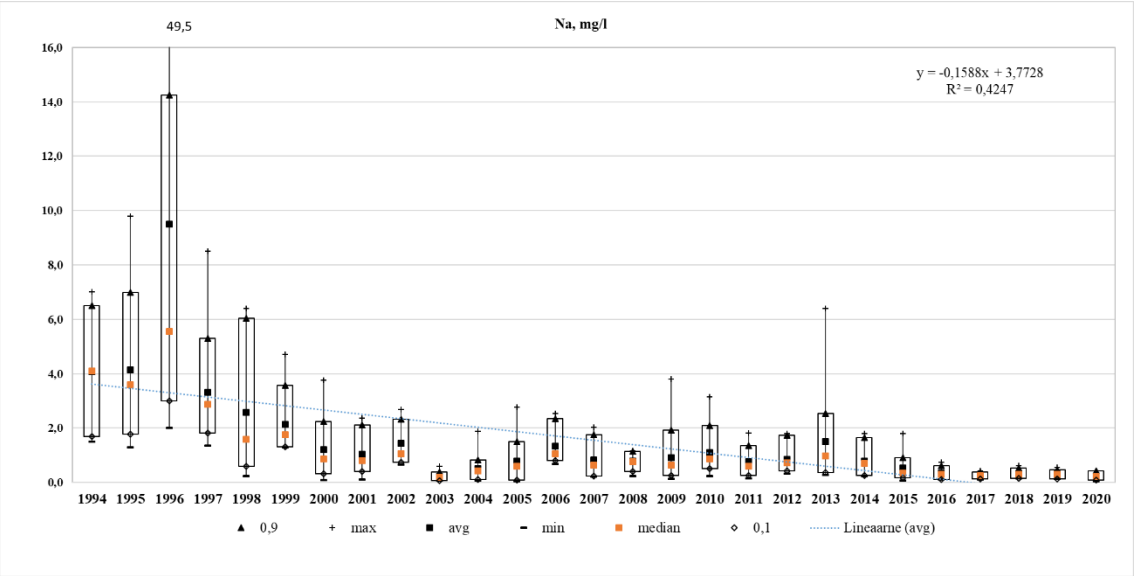
Joonis 54. Kaltsiumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,47 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1995. aastal jaanuaris 7,42 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2012 septembris. Aastatel 1994-1999 oli aasta keskmine Mg kontsentratsioon jaama pikaajalisest keskmisest suurem, va aasta 1997, millal aasta keskmine aine sisaldus sademetes oli 0,37 mg/l. Aastal 2000 aasta keskmine magneesiumi kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni. Välja arvatud aastad 2004 ja 2013, millal aasta keskmised kontsentratsioonid olid 0,76 mg/l ja 0,52 mg/l. Mg aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,27, mis tähendab, et magneesiumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



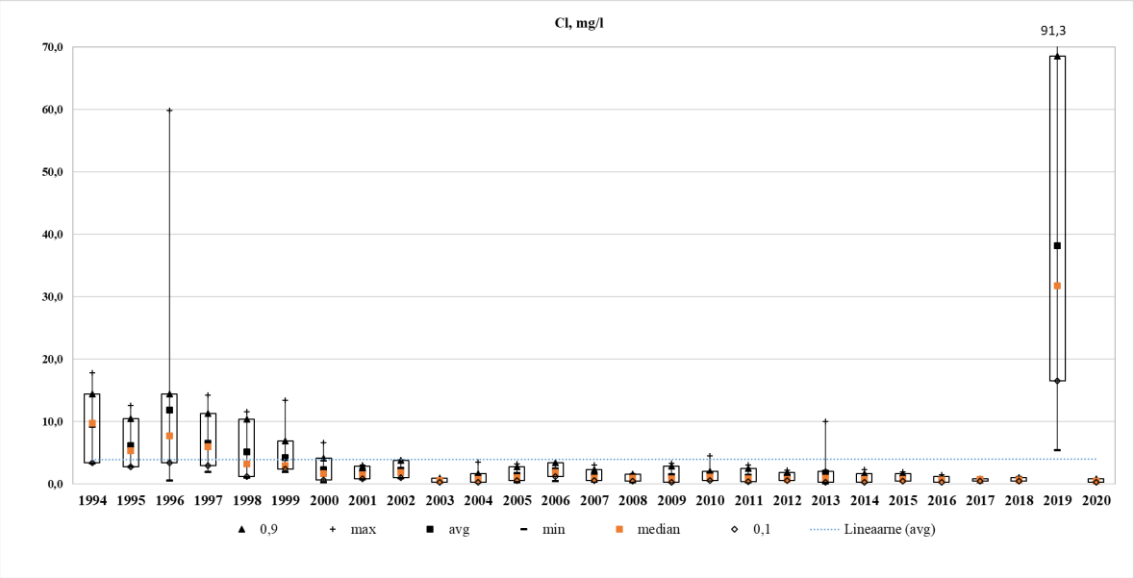
Joonis 55. Magneesiumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 1,55 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1996. aastal maikuus 49,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,04 mg/l) oli aastal 2005 augustis. Aastatel 1994-1999 oli Na sisaldus jaama pikaajalisest keskmisest kõrgem. Alates 2000. aastast on Na kontsentratsioon langenud ning püsis alla jaama pikaajalist keskmist kuni 2020. aasta lõpuni. Na aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,42, mis tähendab, et naatriumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 56. Naatriumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

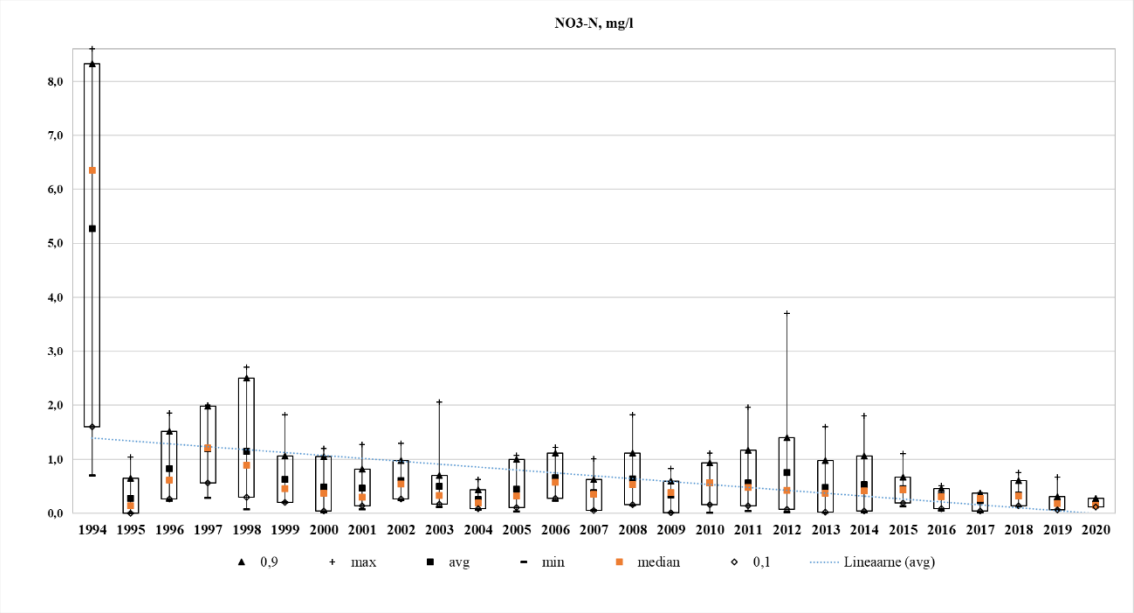
Kahekümne seitsme aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 3,90 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal oktoobris 91,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,04 mg/l) oli aastal 2013 jaanuaris. Aastatel 1994-1999 oli aasta keskmine Cl sisaldus 4,19-11,82 piiris, mis on pikaajalise keskmisest suurem. Alates aastast 2000 aasta keskmine Cl sisaldus langes ning kuni 2020. aastani see oli alla jaama pikaajalist keskmist, va aasta 2019, millal aasta keskmine kontsentratsioon oli 38,11 mg/l.



Joonis 57. Kloriidi kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

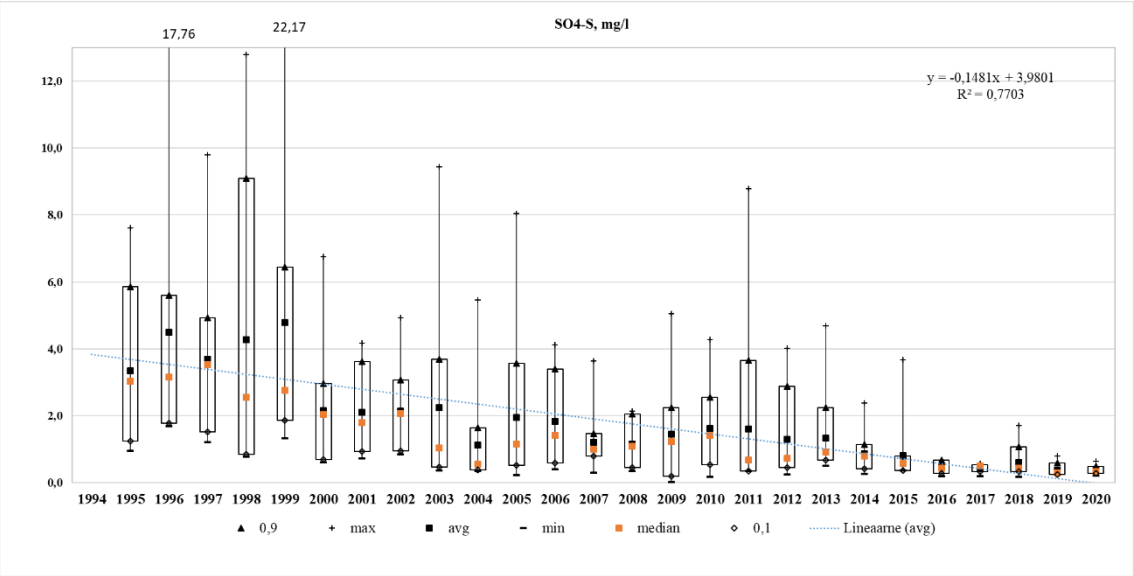
Kahekümne seitsme aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,69 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal detsembris 8,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,001 mg/l) oli aastal 1995 sügisel. Aastal 1994 keskmine NO_3-N

kontsentratsioon oli 5,27 mg/l. Alates aastast 1995 aine sisaldus on vähenenud ning jäi 0,83-1,2 mg/l vahemikku, mis on pikaajalise keskmisest kõrgem, va aasta 1995, mille keskmine aine sisaldus oli 0,27 mg/l. Alates 1999. aastast kuni 2020 aasta keskmine NO_3-N sisaldus oli pidevalt alla jaama keskmist 0,69 mg/l.



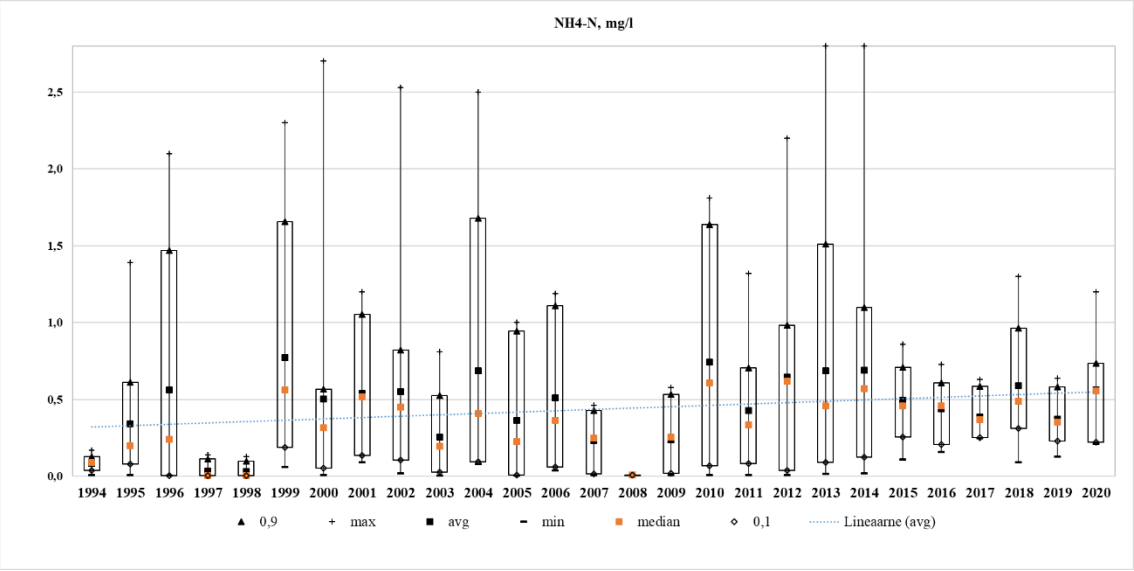
Joonis 58. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

Sulfaatväävlit hakati Jõhvi seirejaamas uurima alates 1995. aastast. Kahekümne kuue aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 1,83 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal märtsis 22,17 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2009 juulis. Aastatel 1995-2005 on sulfaatväävli kontsentratsioon olnud jaama pikaajalisest keskmisest suurem, va aasta 2005, millal aasta keskmine SO_4-S kontsentratsioon oli 1,12 mg/l. Alates aastast 2006 SO_4-S kontsentratsioon on alla pikaajalise keskmise kontsentratsiooni ning on püsinud sellisena 2020. aasta lõpuni. SO_4-S aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,77, mis tähendab, et sulfaatväävli kontsentratsioon Jõhvi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langustrendis.



Joonis 59. Sulfaatväävli kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1995-2020

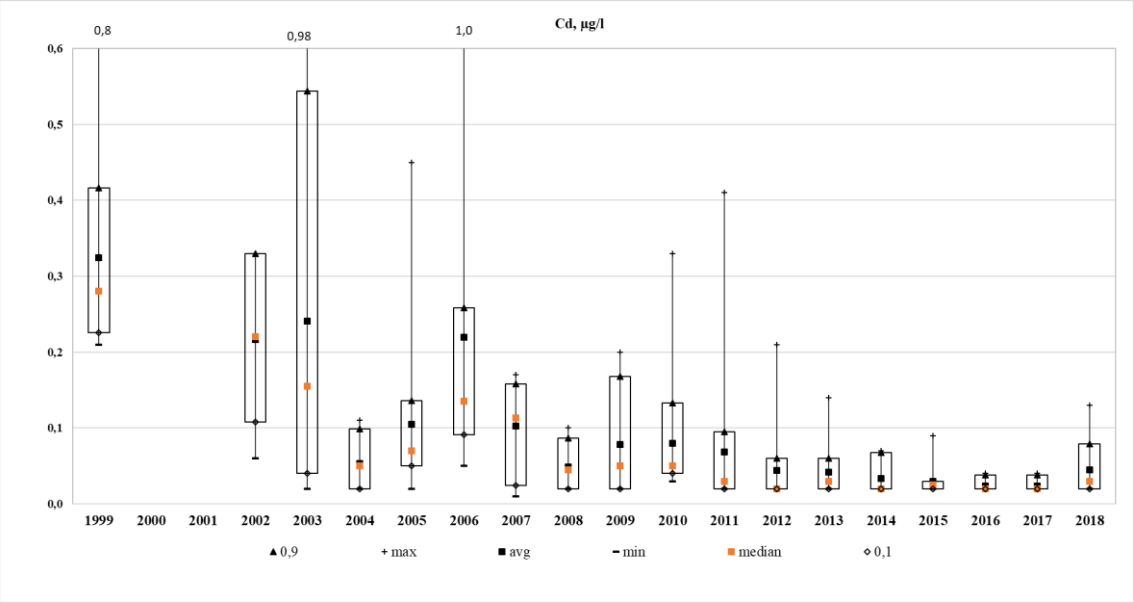
Kahekümne seitsme aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,44 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. ja 2014. aastatel 2,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastatel 1997, 1998, 2003 ja 2005 suvekuudel. Aastatel 1994-1998 aine aasta keskmine kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalise keskmise, va aasta 1996. Aastast 1999 aasta keskmine aine sisaldus hakkas kasvama ning kuni 2002. aasta lõpuni püsis jaama pikaajalisest suuremana. Aastatel 2003-2011 aine aasta keskmine kontsentratsioon oli peamiselt alla jaama keskmist, va aastad 2004, 2006 ja 2010. Aastatel 2012-2020 NH_4-N aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 0,37-0,69 mg/l.



Joonis 60. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

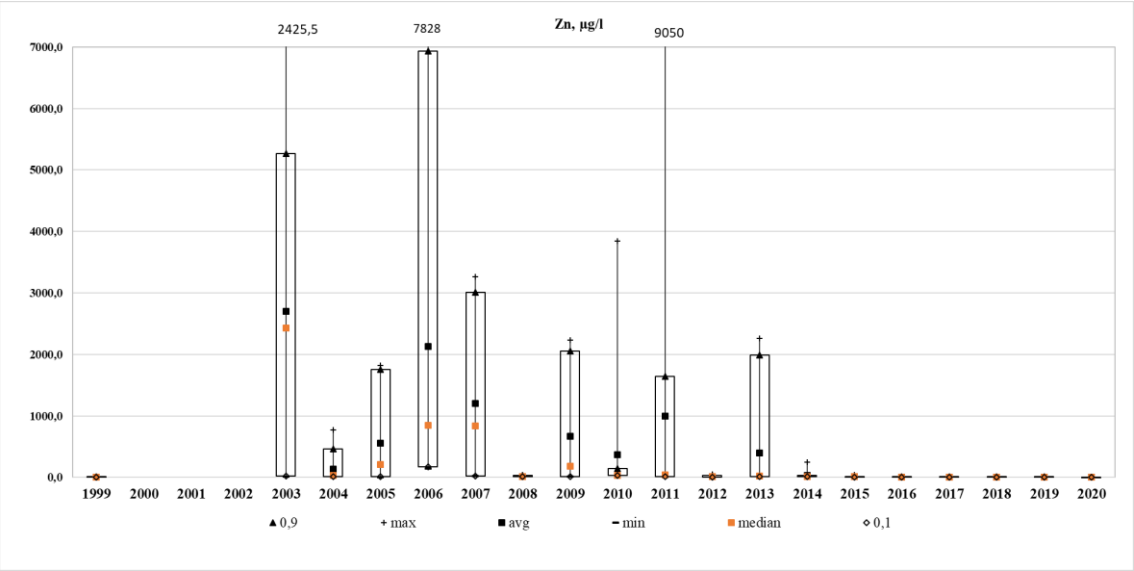
Ohtlike aineid Harku seirejaamas hakati uurima aastast 1999, kuid 2000 oli see peatatud ning uuesti alustati ohtlike ainete mõõtmisega aastal 2002. Pole kättesaadavad andmed mõnede ohtlike ainete puhul ka viimastel aastatel.

Kaheksateistkümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,1 µg/l ning maksimaalne väärtus oli juunis 2006. aastal 1 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l, mis on määramistäpsus) oli aastal 2007 märtsis. Aastatel 1999, 2002-2006 oli kaadmiumi kontsentratsioon jaama pikaajalisest keskmisest suurem, va aasta 2004, millal aasta keskmine aine sisaldus sademetes oli 0,05 µg/l. Alates 2007. aastast on aasta keskmine Cd kontsentratsioon jõudnud alla jaama pikaajalise keskmise ning püsinud sellisena kuni 2018. aasta lõpuni. Aastatel 2013-2018 maksimaalne aine sisaldus oli vahemikus 0,04-0,14 µg/l.



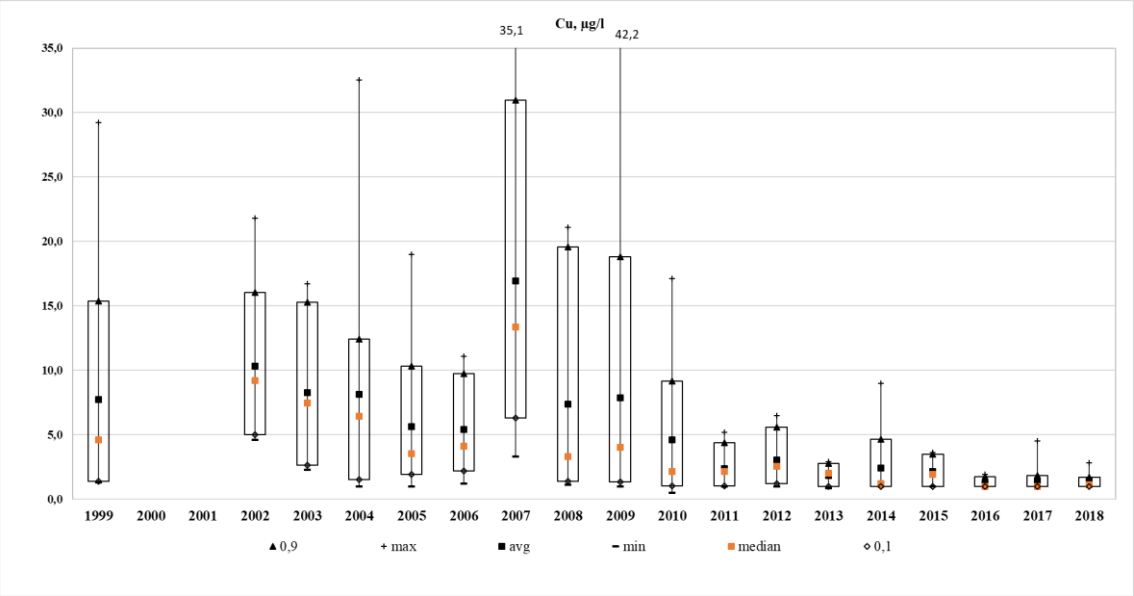
Joonis 61. Kaadmiumi kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1999-2018

Üheksateistkümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 487,88 µg/l ning maksimaalne väärtus oli märtsis 2011. aastal 9050 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1 µg/l, mis on määramistäpsus) oli aastal 2017 mais. Aastatel 2003-2011 jaama keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 16,5-2700,25 µg/l. Alates aastast 2014 on Zn aasta keskmine kontsentratsioon võrreldes varasemate aastatega madal. See jääb alla jaama pikaajalist keskmist (487,88µg/l) ning on tegelikult 5,59-33,81 µg/l vahemikus.



Joonis 62. Tsingi kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1999-2020.

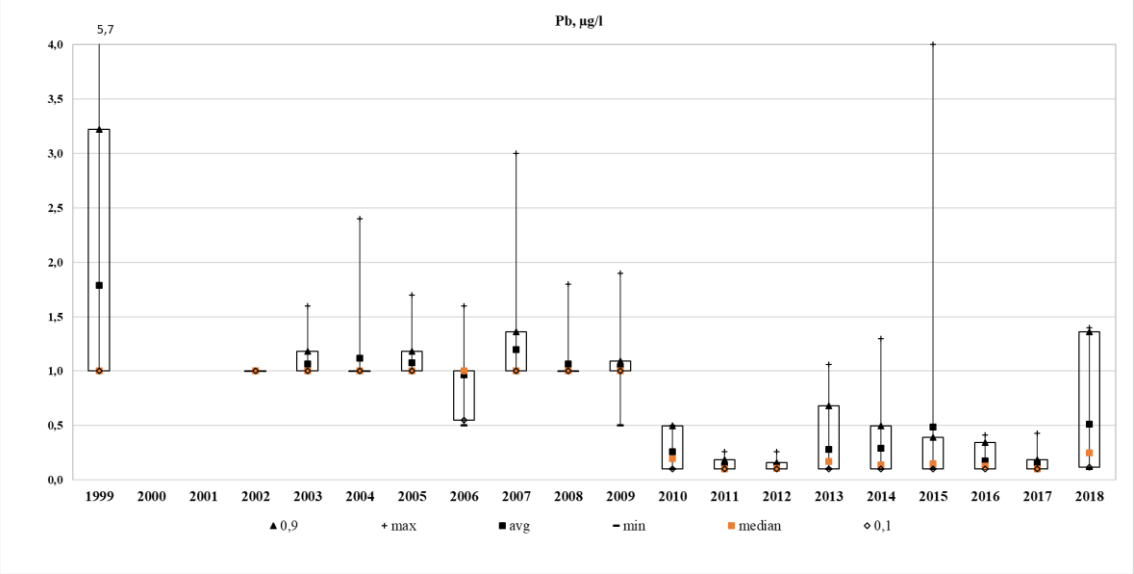
Kaheksateistkümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 5,45 µg/l ning maksimaalne väärtus oli novembris 2009. aastal 42,2 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l, mis on määramistäpsus) oli aastal 2010 jaanuaris. Vase kontsentratsioon on alates 2010. aastast langenud ning kuni 2018. aastani on püsinud alla pikaajalist keskmist, st alla 5,45 µg/l. Aastatel 1999-2009 vase aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikkus 5,63-16,93 µg/l. Aastatel 2011-2018 maksimaalne aine kontsentratsioon oli vahemikus 1,9-9 µg/l.



Joonis 63. Vase kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1999-2018

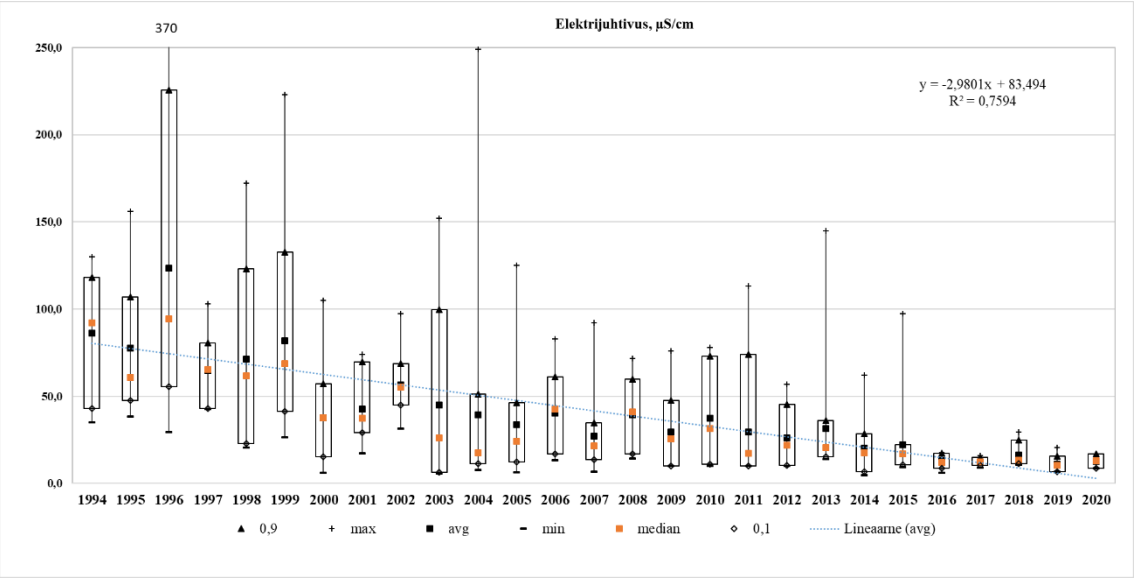
Kaheksateistkümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,71 µg/l ning maksimaalne väärtus oli mais 1999. aastal 5,7 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,1 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastatel 2010-2018. Aastatel 1999,

2002-2009 aasta keskmine plii kontsentratsioon oli jaama pikaajalise keskmisest suurem. Aastast 2010 on Pb sisaldus langenud, mis on seotud määramismetoodika täpsustumisega, ning 2018. aasta lõpuni püsis vahemikus 0,13-0,49 µg/l.



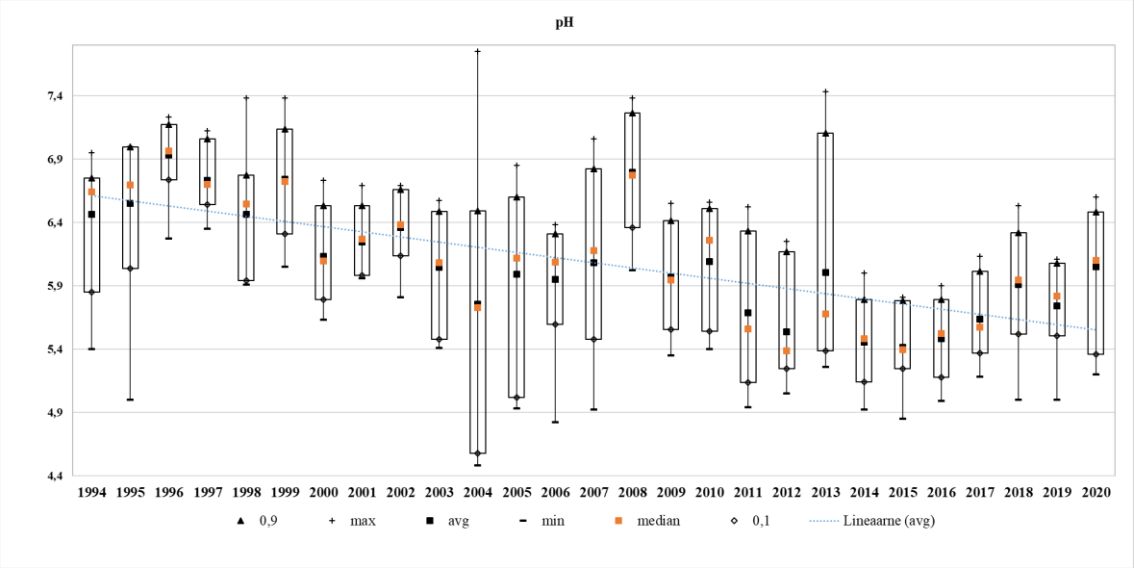
Joonis 64. Plii kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne seitsme aasta keskmine elektrijuhtivus on 41,77 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli mais 1996. aastal 370 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (4,8 µS/cm) oli aastatel 2014 septembris. Aastatel 1994-2003 elektrijuhtivus oli jaama pikaajalisest keskmisest suurem, va aasta 2000, millal elektrijuhtivus oli 37,64 µS/cm. Alates 2004. aastast see on langenud ning püsis alla jaama keskmise kuni 2020. aasta lõpuni. Elektrijuhtivuse aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,76, mis tähendab, et elektrijuhtivuse kontsentratsioon Jõhvi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



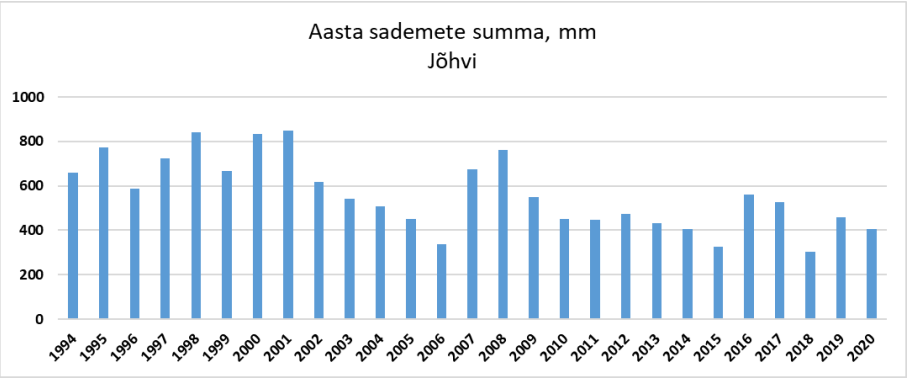
Joonis 65. Elektrijuhtivus Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

Sademete vesinikueksponent jääb 4,48 ja 7,75 piirides. 27. aasta keskmine pH on 6,03, mis tähendab, et Jõhvi seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide vahemikus. Kõrgeim pH kontsentratsioon oli mõõdetud 2004. aastal aprillis – 7,75, mis tähendab, et sel ajal sademed olid neutraalsed ja normide piirist väljas. Aastatel 1994-2003 oli keskmiselt pH 6,04-6,92 piirides, mis tähendab nõrka kontsentratsiooni happelist ainet ning on neutraalsele keskkonnale ligidal, kuid see jääb keskmiste normidest (5,6-6,1) välja. Aastatel 2004-2020 pH oli 5,68-6,08 piirides, mis tähendab, et sademed on nõrgalt happelised ning on normide piiris. Välja arvatud aasta 2008, mille pH oli 6,80 ning aastad 2014-2016, mille pH oli 5,4-5,5 mis ei ole piirnormides.

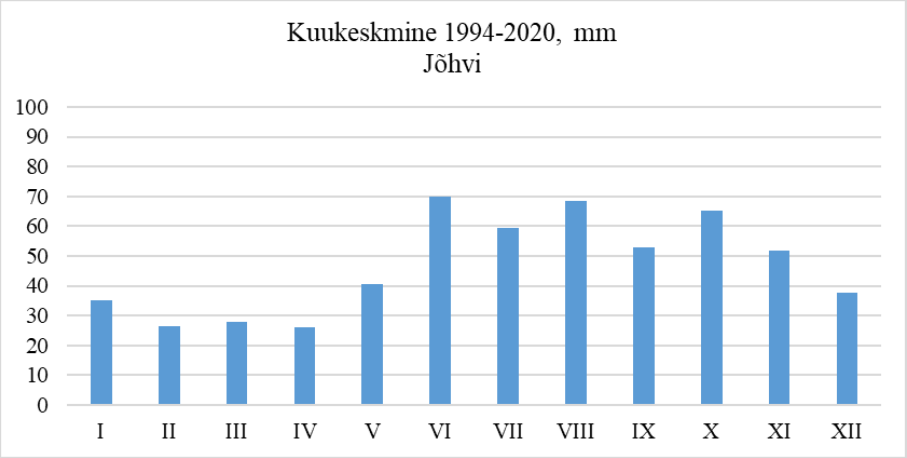


Joonis 66. pH kontsentratsioon Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2001, millal aasta jooksul oli 850,4 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2001. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 1995 (774,5 mm), 1997 (724,1 mm), 1998 (840,3 mm), 2000 (834,2 mm) ja 2008 (759,8 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 2018. aasta, millal sadas vaid 304,33 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud juuni (kuukeskmine 70,06 mm – norm 58 mm) ja august (kuukeskmine 68,43 mm, norm – 83 mm) kuid augusti sademete hulk jäi Eesti sademete normidest alla. Ning kõige vähem sademeid oli aprillis (kuukeskmine 25,91 mm, norm – 31 mm).



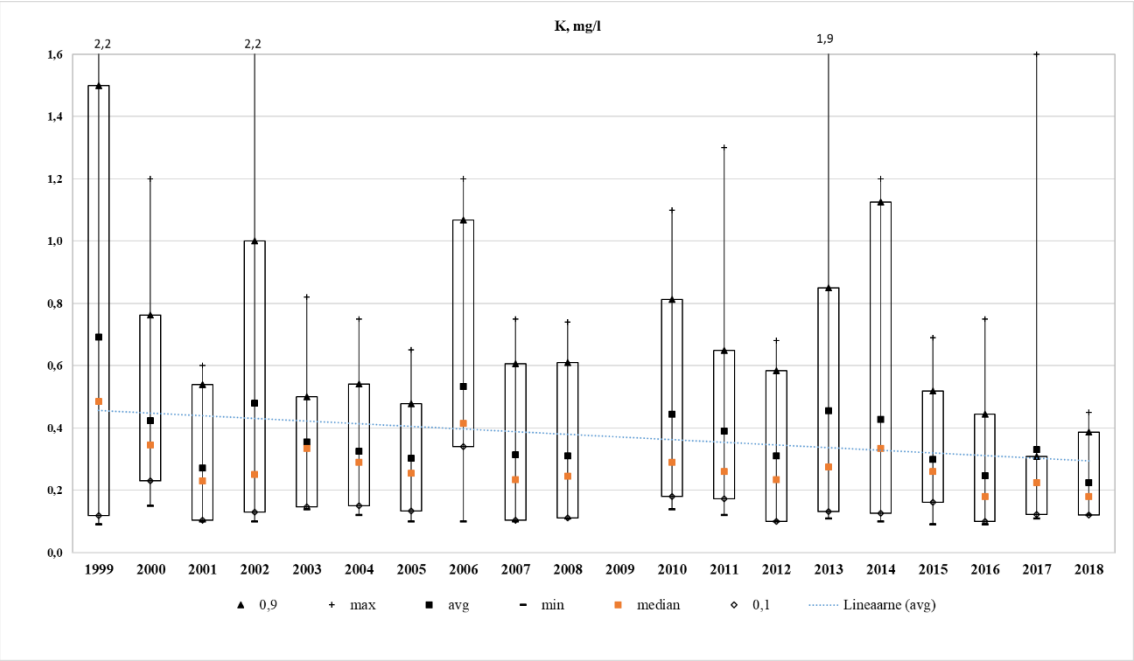
Joonis 67. Aasta sademete summa Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020



Joonis 68. Kuukeskmine sademete hulk Jõhvi seirejaamas aastatel 1994-2020

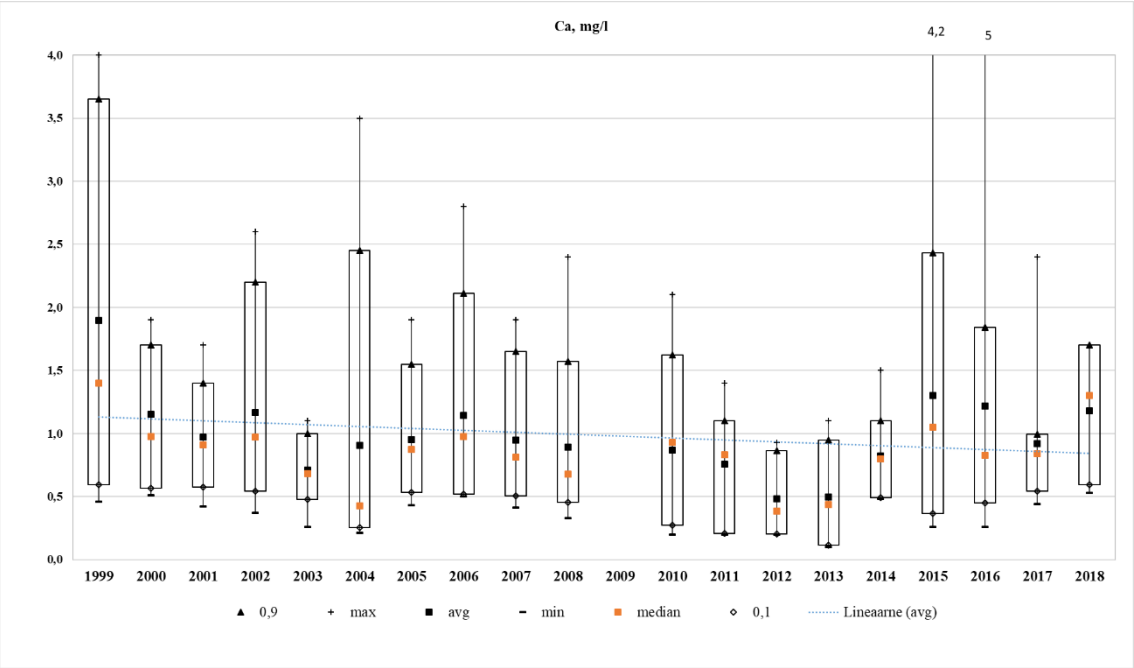
3.5 Karula seirejaam

Karula seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1999 ning kuni 2018. aasta lõpuni. 2009. aasta sademete proovide andmed Karula seirejaamast ei ole kätte saadavad. Kahekümne aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,38 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal juulis ja 2002. aastal maikuus 2,2 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,09 mg/l) oli aastatel 1999, 2015 ja 2016. Aastatel 1999-2014 kaaliumi sisaldus oli vahemikkus 0,31-0,69 mg/l. Alates aastast 2015 K sisaldus sademetes vähenes kuni 0,29 mg/l ning kuni 2018. aasta lõpuni püsis alla jaama pikaajalist keskmist.



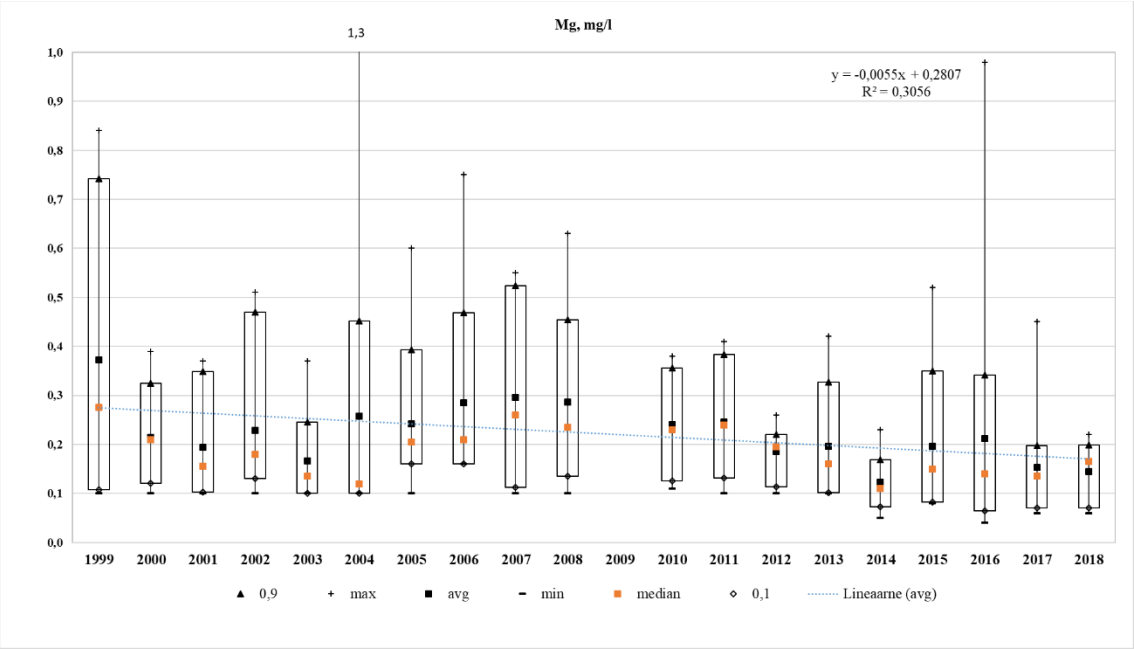
Joonis 69. Kaaliumi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 0,99 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2016. aastal maikuus 5,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,1 mg/l) oli aastal 2013 jaanuaris. Aastatel 2007-2014 kaltsiumi aasta keskmine kontsentratsioon oli langenud ning oli 0,48-0,95 mg/l vahemikkus. Kuid 2015. aastal see tõusis kuni 1,30 mg/l ning kuni 2018. aasta lõpuni püsis vahemikus 1,22-1,3 mg/l, va aasta 2017, millal Ca keskmine sisaldus oli 0,92 mg/l, mis on ka alla jaama pikaajalist keskmist väärtust (0,99 mg/l).



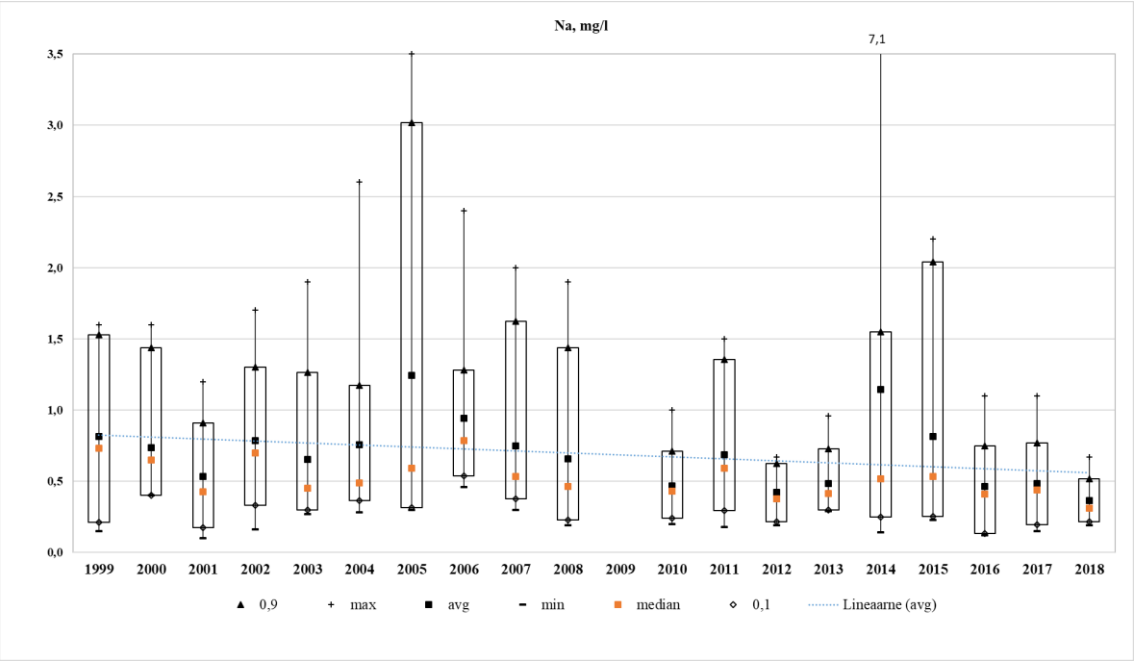
Joonis 70. Kaltsiumi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,22 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2004. aastal aprillis 1,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,04 mg/l) oli aastal 2016 novembris. Aastatel 2000-2003 Mg keskmine sisaldus oli jaama keskmisest väiksem ning jäi vahemikku 0,16-0,22 mg/l. Aastatel 2004-2011 magneesiumi kontsentratsioon tõusis ning oli oli jaama keskmisest (0,22 mg/l) kontsentratsiooni väärtusest kõrgem ning jäi 0,24-0,30 mg/l vahemikku. Alates aastast 2012 Mg sisaldus vähenes ning kuni 2018. aasta lõpuni jäi vahemikku 0,12-0,21 mg/l, mis on jaama pikaajalise keskmisest väiksem. Mg aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,31, mis tähendab, et magneesiumi kontsentratsioon Karula seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



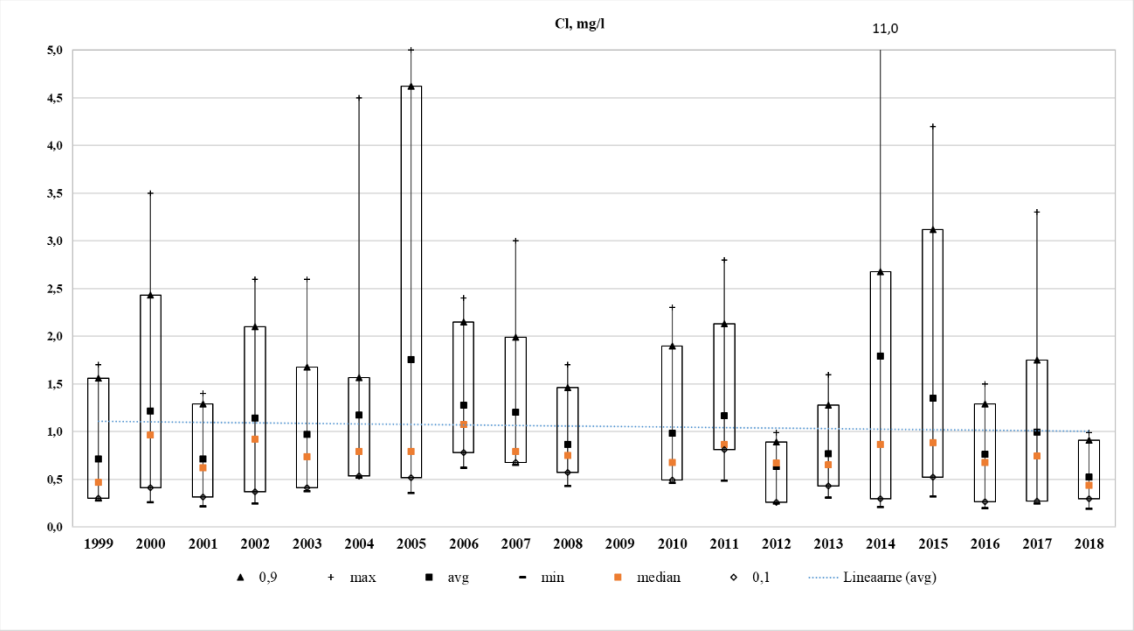
Joonis 71. Magneesiumi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,69 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2014. aastal detsembris 7,1 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,1 mg/l) oli aastal 2001 septembris. Naatriumi kontsentratsioon Karula seirejaama proovides oli aastatel 1999-2007 jaama pikaajalise keskmisest (0,69 mg/l) väärtusest suurem ning see jäi vahemiku 0,74-1,25 mg/l. Välja arvatud aastad 2001 ja 2003, mille keskmised kontsentratsioonid olid jaama pikaajalisest keskmisest väiksemad. Aastast 2008 Na sisaldus langes ning aastatel 2008-2013 oli Na sisaldus jaama pikaajalisest keskmisest väiksem. Kuid aastatel 2014 ja 2015 aine keskmine sisaldus tõusis kuni 1,14 mg/l. Alates 2016. aastast hakkas naatriumi sisaldus langema ning see oli kuni 2018. aastani alla 0,48 mg/l.



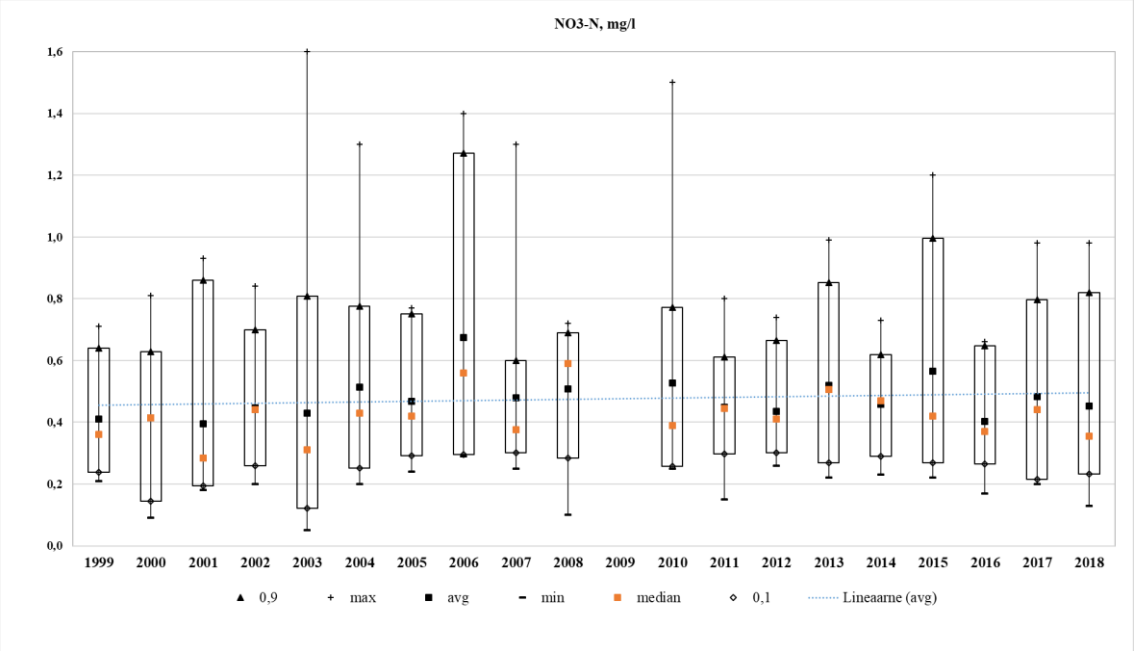
Joonis 72. Naatriumi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 1,06 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2014. aastal detsembris 11,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,19 mg/l) oli aastal 2018 maikuus. Aastatel 1999-2003 Cl aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikkus 0,71-1,22 mg/l. Aastal 2004 see tõusis ja püsis 2007. aasta lõpuni jaama pikaajalisest keskmisest suuremana. Aastatel 2008-2015 Cl aasta keskmine sisaldus oli 0,63-1,80 mg/l vahemikus. Aastal 2016 aasta keskmine aine sisaldus jõudis alla jaama keskmise ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni.



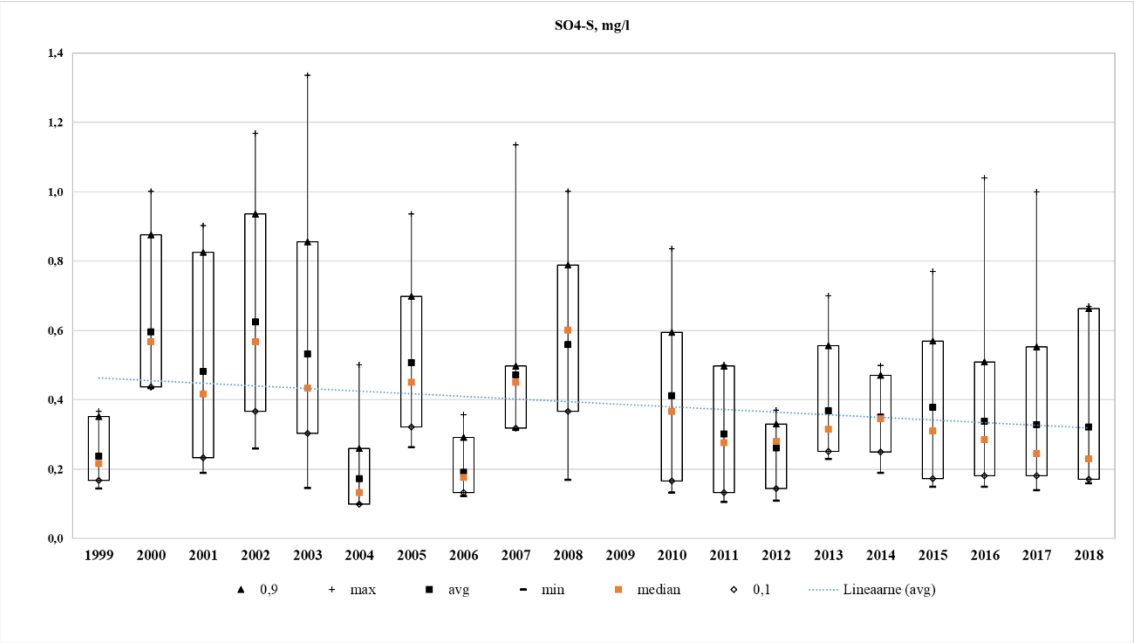
Joonis 73. Kloriidi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,48 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2003. aastal märtsis 1,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 2003 veebruaris. Aastatel 1999-2003 oli aasta keskmine aine sisaldus alla jaama pikaajalist keskmist. Aastatel 2004-2015 NO_3-N kontsentratsioon oli vahemikkus 0,43-0,67 mg/l. Aastal 2016 nitraatlämmastiku sisaldus sademetes jõudis alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni.



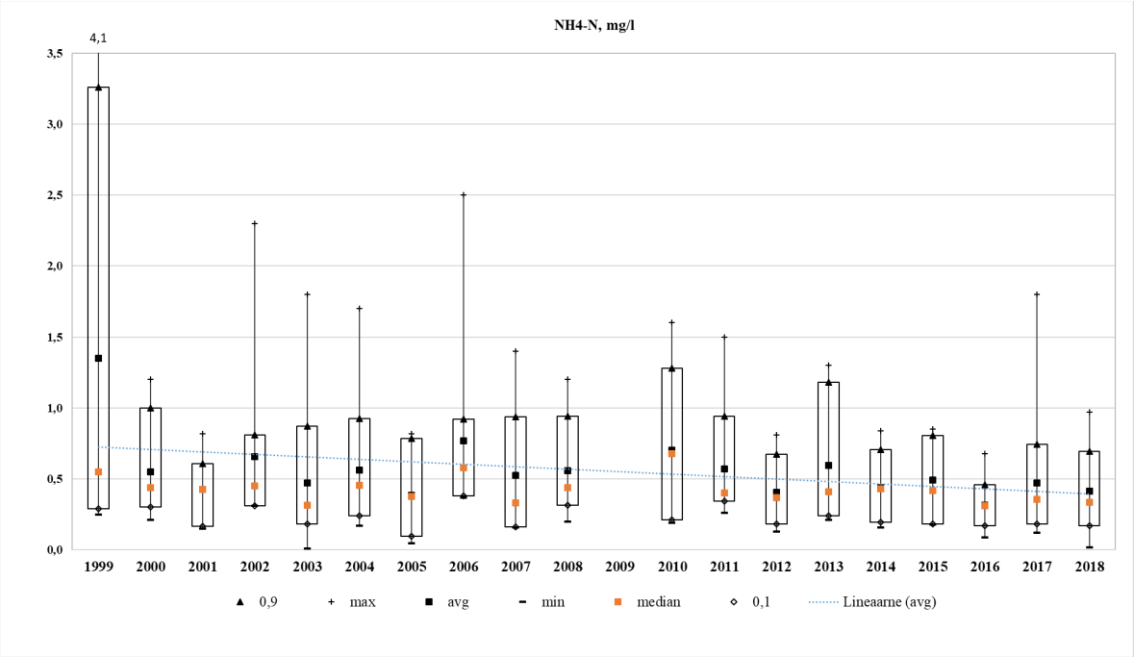
Joonis 74. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,39 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2003. aastal märtsis 1,34 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,1 mg/l) oli aastal 2004 sügis- ja talvekuudel. Aastatel 1999-2010 aasta keskmine aine kontsentratsioon ületas jaama pikaajalist keskmist, välja arvatud aastad 1999, 2004, 2006, millal aasta keskmine SO_4-S sisaldus sademetes oli vahemikkus 0,17-0,24. Alates aastast 2011 aasta keskmine SO_4-S kontsentratsioon on langenud ning 2018. aasta lõpuni on olnud alla jaama pikaajalist aasta keskmist sisaldust.



Joonis 75. Sulfaatväävli kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

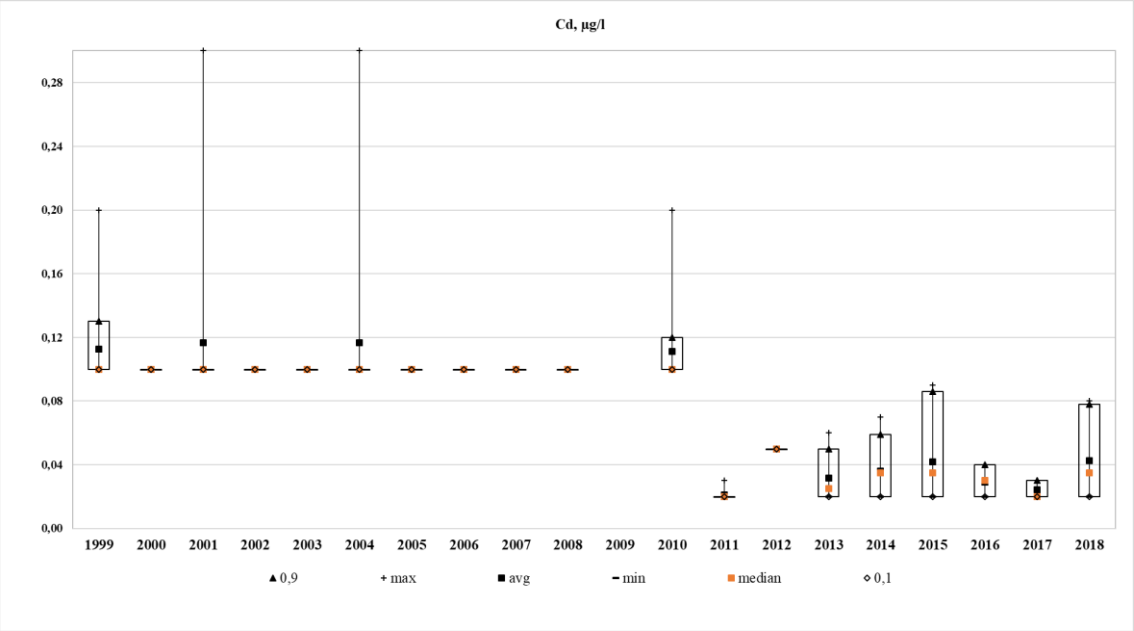
Kahekümne aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,56 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal juulis 4,1 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,008 mg/l) oli aastal 2003 veebruaris. Aastatel 2000-2008 oli NH_4-N sisaldus alla jaama pikaajalist keskmist kontsentratsiooni, välja arvatud aastad 2002 ja 2006, millal see oli vahemikus 0,66-0,77 mg/l. Aastatel 2010-2013 aasta keskmine NH_4-N sisaldus sademetes oli vahemikkus 0,41-0,70 mg/l. Aastatel 2014-2018 NH_4-N sisaldus oli jaama pikaajalisest keskmisest kontsentratsioonist väiksem.



Joonis 76. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Karula seirejaamas hakati aastast 2015 kord kahes kuus analüüsima üldfosfori sisaldust. Nelja aasta keskmine üldfosfori (Püld) kontsentratsioon on 0,05 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2016. aastal oktoobris 0,34 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,015 mg/l) oli aastal 2018 oktoobris. 2016. ja 2018. aastatel Püld sisaldus sademetes oli võrreldes aastatega 2015 ja 2017 kõrgem. Aastatel 2016 ja 2018 keskmine Püld kontsentratsioon oli 0,08 mg/l ja 2016. ja 2017. aastate keskmine sisaldus oli 0,03-0,035 mg/l.

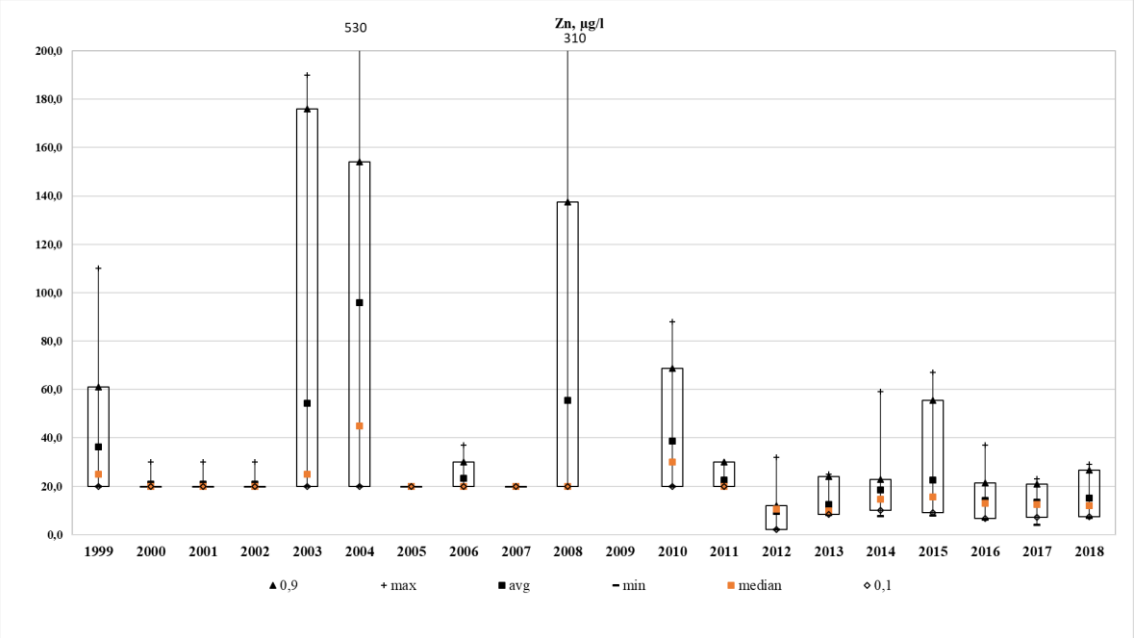
Kahekümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,08 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2004. aastal aprillis 0,3 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,02 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastal 2012. Aastatel 1999-2010 Cd keskmine sisaldus oli 0,1-0,12 vahemikus, mis on jaama pikaajalise keskmisest suurem, st oli üle 0,075 µg/l. Aastatel 2011-2018 oli Cd aasta keskmine kontsentratsioon alla jaama keskmist. Alates aastast 2011 minimaalne Cd sisaldus püsib 0,02 µg/l (va aasta 2012, mille minimaalne ja ühtlaselt ka keskmine ja maksimaalne Cd kontsentratsioon oli 0,05 µg/l). Ning maksimaalne aine kontsentratsioon aastatel 2011-2018 jäi alla 0,09 µg/l, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega.



Joonis 77. Kaadmiumi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

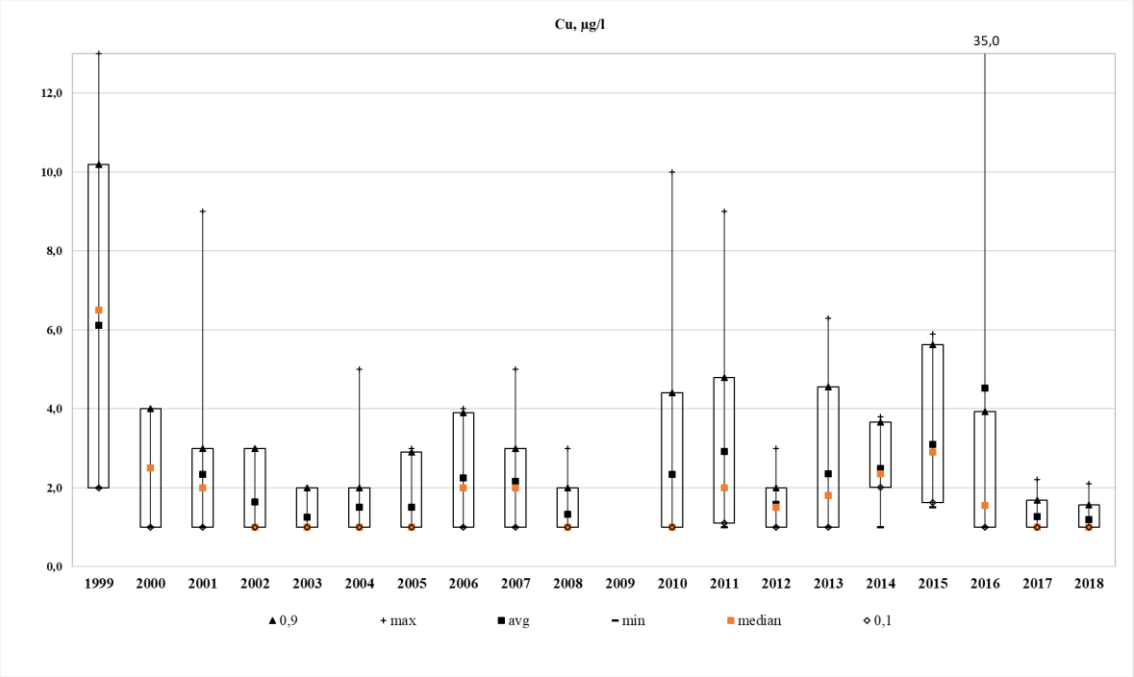
Kahekümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 28,14 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2004. aastal aprillis 530 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (2 µg/l, mis on ilmselt määramistäpsus) oli aastal 2012 veebruaris ja märtsis. Alates aastast 2011 on Zn aasta keskmine kontsentratsioon alla jaama pikaajalist keskmist ning alates aastast 2012 tsingi aasta keskmine kontsentratsioon on vahemikus 9,58-22,65 µg/l, mis tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega. Samuti

aastatel 2000-2002 ja 2005-2007 keskmine Zn kontsentratsioon oli alla jaama keskmist ning jäi vahemikku 20,0-23,25 µg/l.



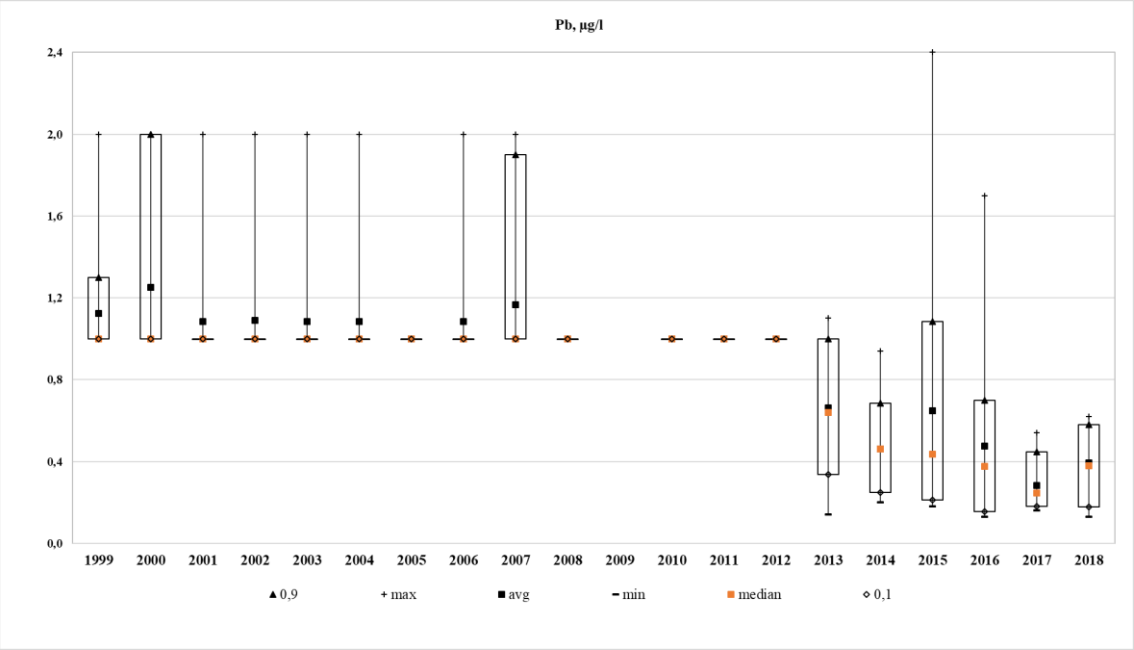
Joonis 78. Tsingi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 2,33 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2016. aastal mais 35 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 1 µg/l oli aastatel 2000-2018, mis on määramistäpsus, va aasta 2015, millal sisaldus oli 1,5 µg/l. Vase keskmine sisaldus oli aastatel 2001-2010 vahemikus 1,33-2,33 µg/l, mis on alla jaama pikaajalist keskmist. Aastatel 2011-2018 keskmine Cu sisaldus oli 1,19-4,53 µg/l.



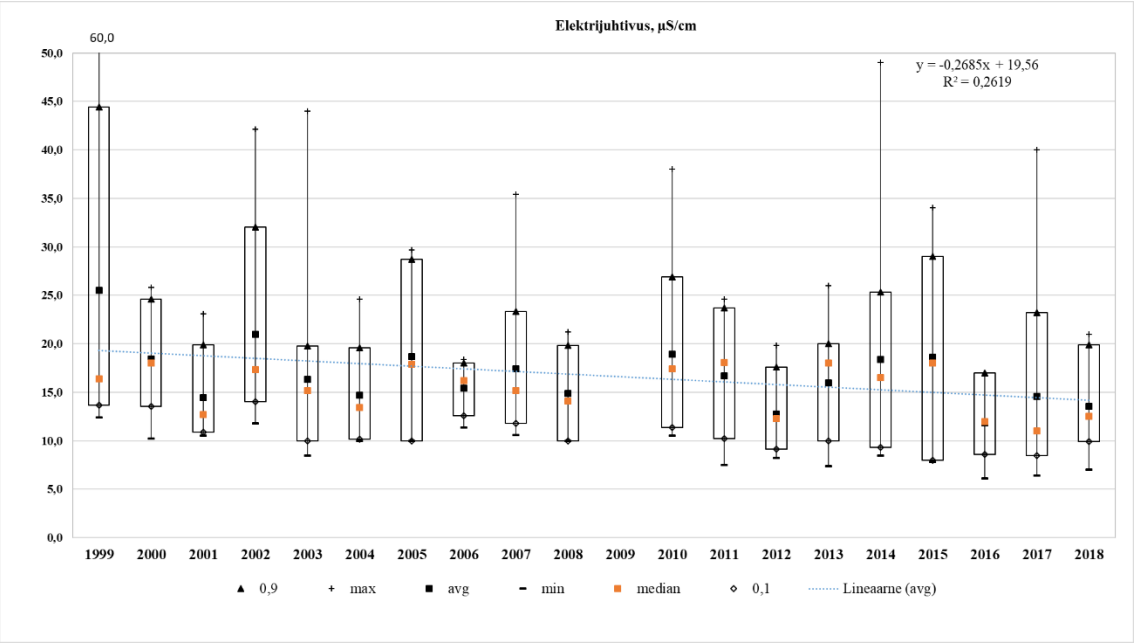
Joonis 79. Vase kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,89 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal märtsis 2,4 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,13 µg/l) oli aastal 2018 augustis. Aastatel 1999-2012 oli Pb sisaldus suurem, ning aine keskmine sisaldus oli vahemikus 1-1,25 µg/l, mis on jaama pikaajalisest kontsentratsioonist (0,89 µg/l) kõrgem. Alates 2013. aastast Pb sisaldus langes, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega ning selle keskmine kontsentratsioon oli 0,28-0,66 µg/l vahemikus. Aastatel 1999-2012 aasta minimaalne plii sisaldus oli pidevalt 1 µg/l. Alates 2013. aastast see jäi alla 0,2 µg/l, mis arvatavasti on samuti seotud määramismetoodika täpsustumisega.



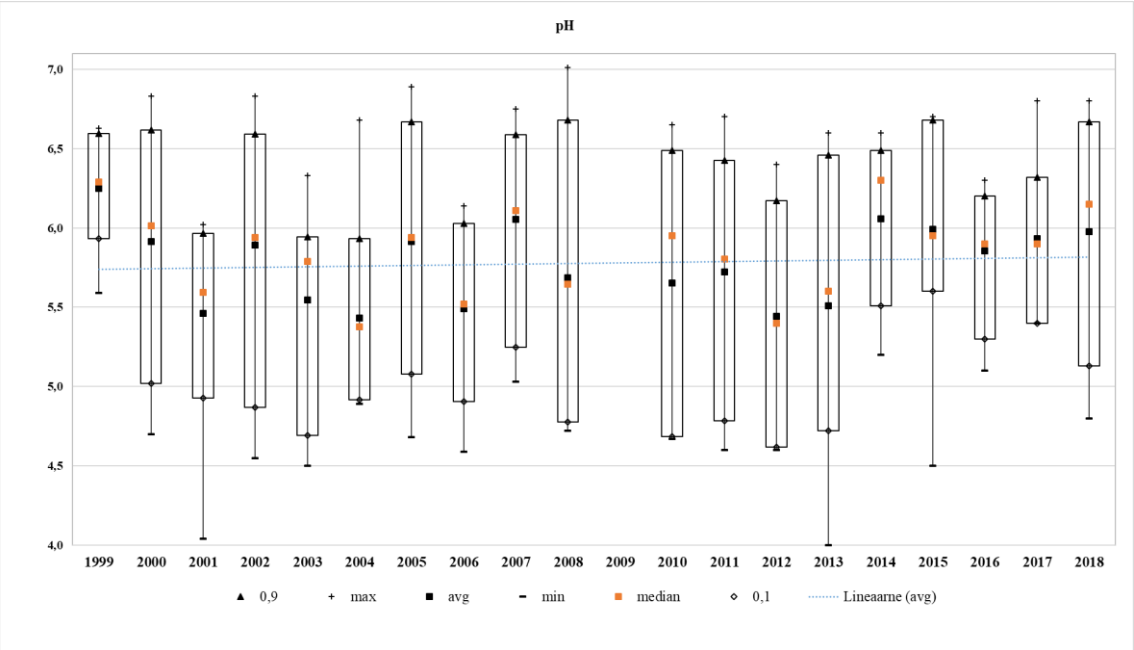
Joonis 80. Plii kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine elektrijuhtivus on 16,74 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal juulis 60 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (6,1 µS/cm) oli aastal 2016 augustis. Aastatel 1999-2008 aasta keskmine elektrijuhtivus oli vahemikus 14,45-25,49 µS/cm. Alates aastast 2011 on see langenud ning kuni 2018. aasta lõpuni püsis alla jaama pikaajalist keskmise, va aastad 2014-2015, millal elektrijuhtivus oli 18,37-18,62 µS/cm. Elektrijuhtivuse aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,26, mis tähendab, et elektrijuhtivus Karula seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langustrendis.



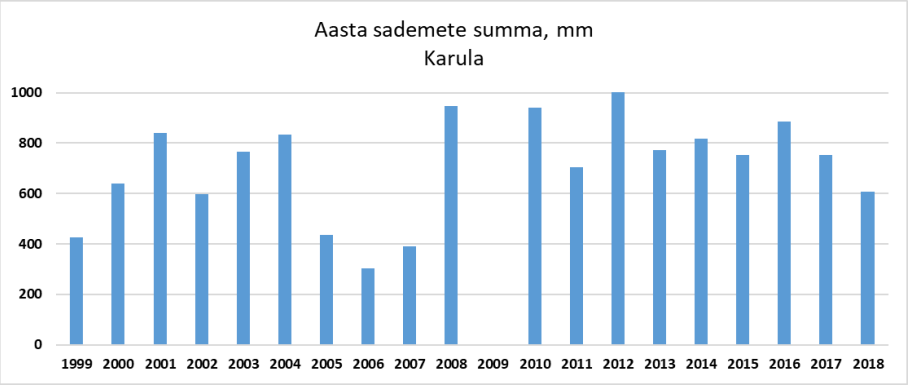
Joonis 81. Elektrijuhtivus Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine pH on 5,78, mis tähendab, et Karula seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide piiris. Maksimaalne pH 7,1 oli mõõdetud mais 2008, mis tähendab, et sel ajal sademed olid neutraalsed. Aastatel 2000, 2002, 2005, 2007-2008, 2010-2011 ja 2014-2018 keskmine aasta pH väärtus oli pH normide (5,6-6,1) piiris, ning see tähendab, et sademed olid nõrgalt happelised. Teistel aastatel jäi aasta keskmine pH normidest alla, mis tähendab, et sademed olid normist happelisemad. Välja arvatud aasta 1999, mille pH oli 6,25, mis on normist kõrgem ja tähendab, et sel aastal sademed olid normis neutraalsemad.

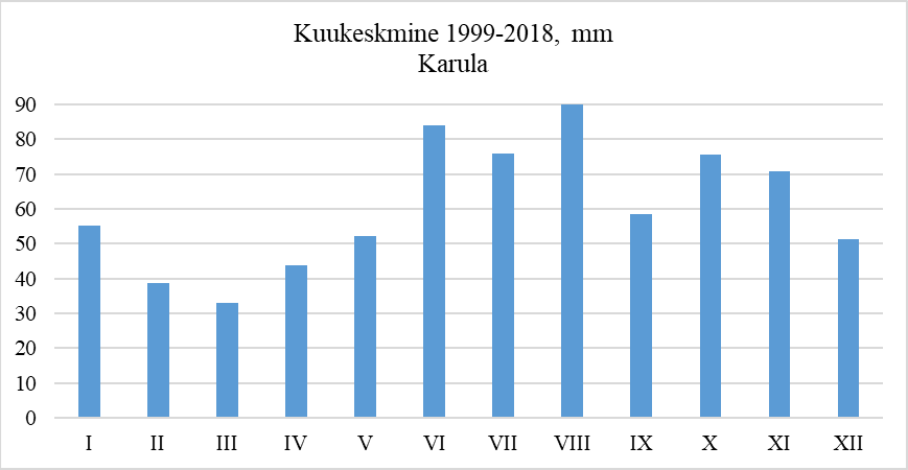


Joonis 82. pH kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

Sademete hulga analüüsi puhul ma ei võta arvesse 1999. aasta sademete summat, kuna meile on kättesaadavad sademete hulga andmed alates maikuust. Üheksateistkümne aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2012, millal aasta jooksul oli 1060 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2012. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 2001, 2003, 2004, 2008, 2010-2017. Kusjuures 2010. aasta sademete hulga kogused on kätte saadavad alates aprillist ning aprillist aasta lõpuni on sadanud 940 mm sademeid. See on suurusjärgult peale 2012. aastat teine. Kõige sademete vaesem aasta oli 2006, millal sadas vaid 304 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 90,22 mm, norm – 83 mm) ja juuni (kuukeskmine 84,05 mm, norm – 58 mm) ning kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 33,12 mm, norm – 37 mm).



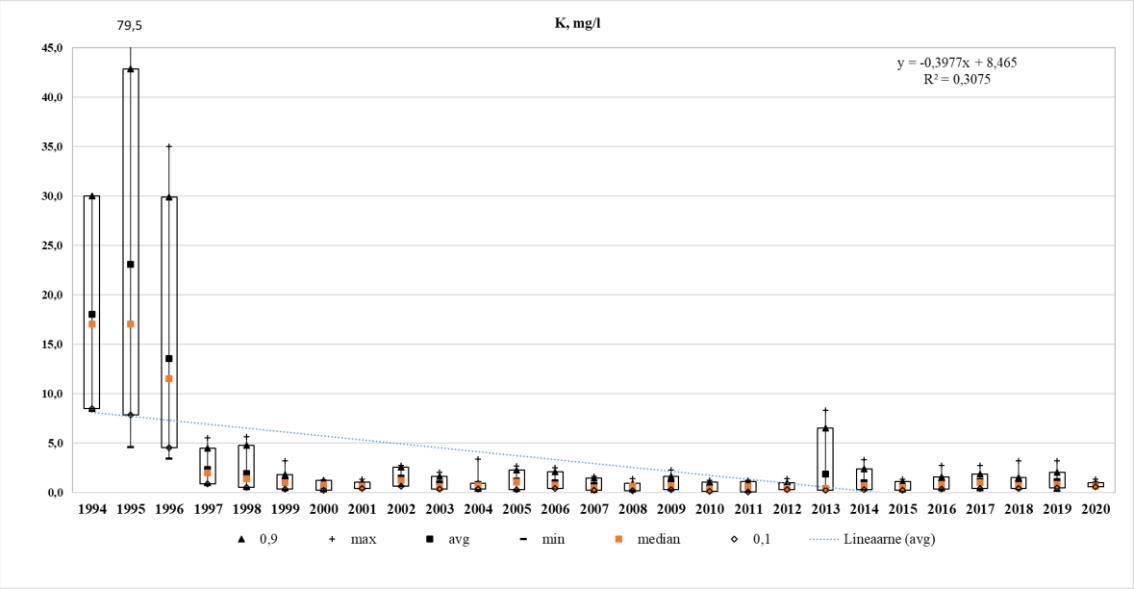
Joonis 83. Aasta sademete summa Karula seirejaamas aastatel 1999-2018



Joonis 84. Kuukeskmine sademete hulk Karula seirejaamas aastatel 1999-2018

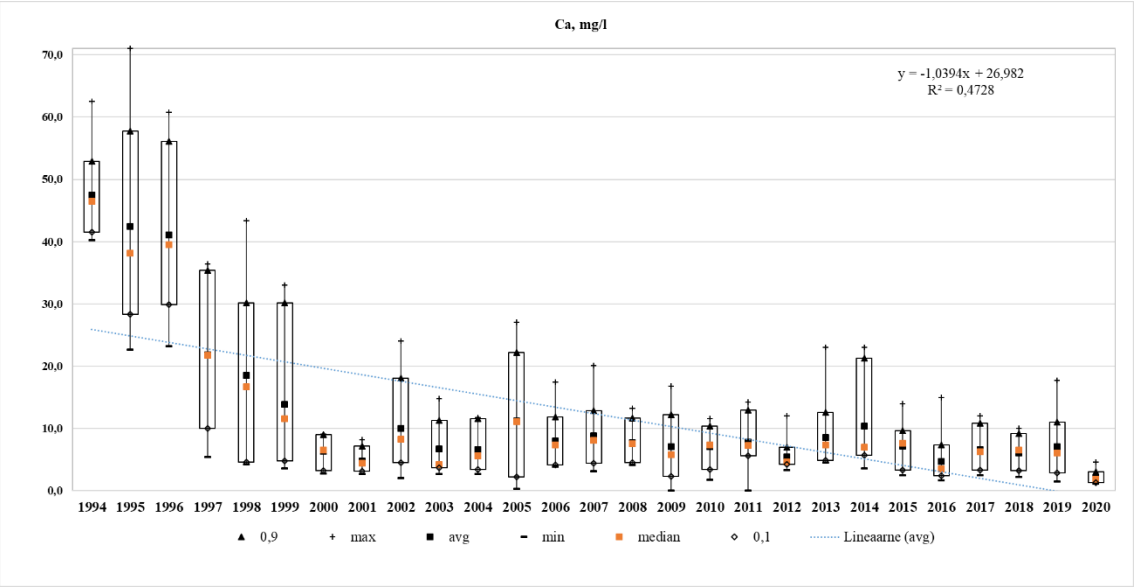
3.6 Kunda seirejaam

Kunda seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1994 ning see töötab tänapäevani. Kahekümne seitsme aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 2,90 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1995. aastal detsembris 79,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2011 juulis. Aastatel 1994-1996 keskmine K sisaldus oli 13,52-23,09 mg/l piiris, mis on ka jaama keskmisest suurem. Kaaliumi aasta keskmine sisaldus sademetes hakkas vähenema alates aastast 1997. See on püsivalt 2020. aastani keskmiselt alla pikaajalise keskmise, st alla 2, 89 mg/l. Aastal 2013 K kontsentratsioon suurenes keskmiselt kuni 1,85 kuid jäi alla pikaajalise keskmise K sisalduse. K aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,31, mis tähendab, et kaalium Kunda seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



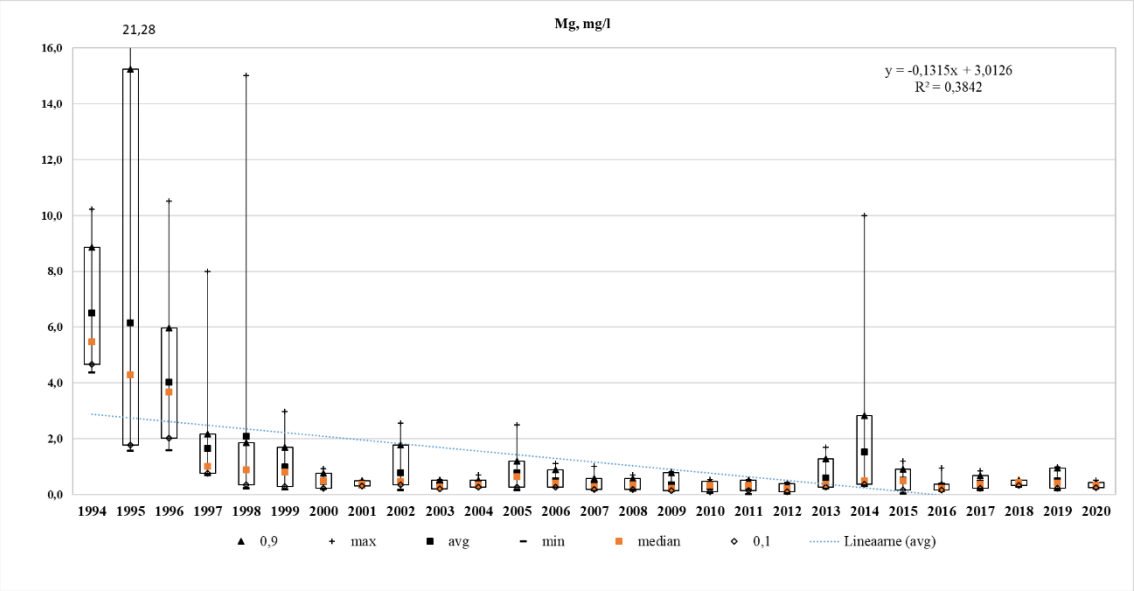
Joonis 85. Kaaliumi kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 12,43 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1995. aastal detsembris 71 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,04 mg/l) oli aastatel 2009 ja 2011. Aastatel 1994-1996 keskmine Ca sisaldus oli 41,06-47,50 mg/l vahemikus. Aastast 1997 hakkas Ca kontsentratsioon langema ning aastatel 1997-1999 Ca keskmine sisaldus oli 13,83-21,80 mg/l piiris. Ca sisaldus sademetes oli jätkuvalt langemas ja alates aastast 2000 aine sisaldus jõudis alla jaama pikaajalist keskmist. Kuni aastani 2020 Ca sisaldus oli pidevalt alla 12,43 mg/l. Ca aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,47, mis tähendab, et kaltsiumi Kunda seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



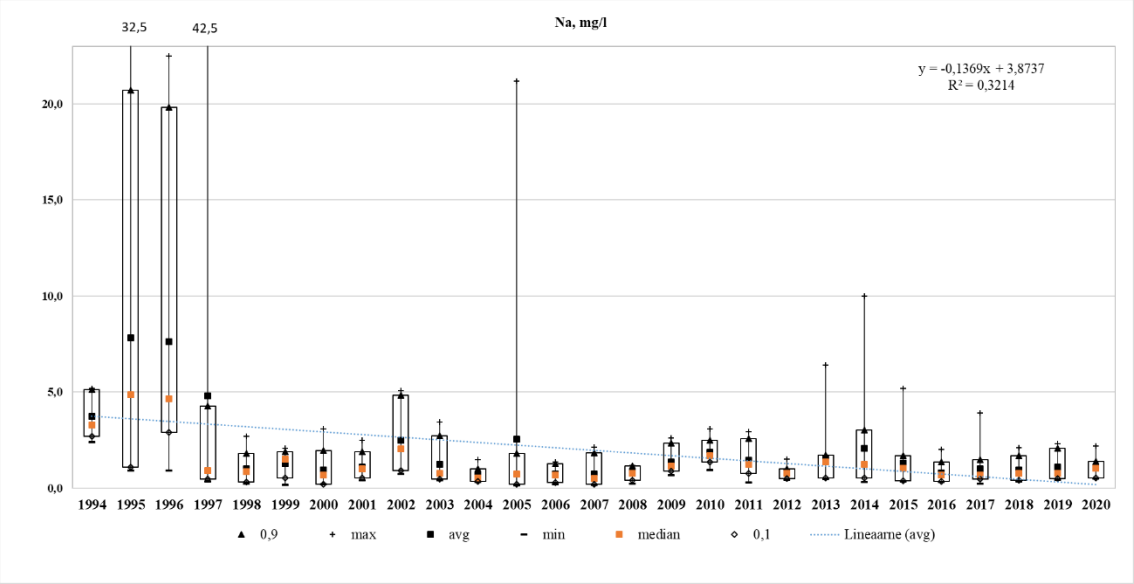
Joonis 86. Kaltsiumi kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 1,17 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1995. aastal jaanuaris 21,28 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2011 juulis. Magneesiumi aasta keskmine kontsentratsioon oli aastatel 1994-1998 pikaajalisest keskmisest suurem. Alates 1999. aastast see hakkas langema ning 2020. aasta lõpuni püsis alla jaama pikaajalist keskmist. Välja arvatud aasta 2014, millal aasta keskmine magneesiumi sisaldus sademetes oli 1,54 mg/l. Mg aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,38, mis tähendab, et magneesium Kunda seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



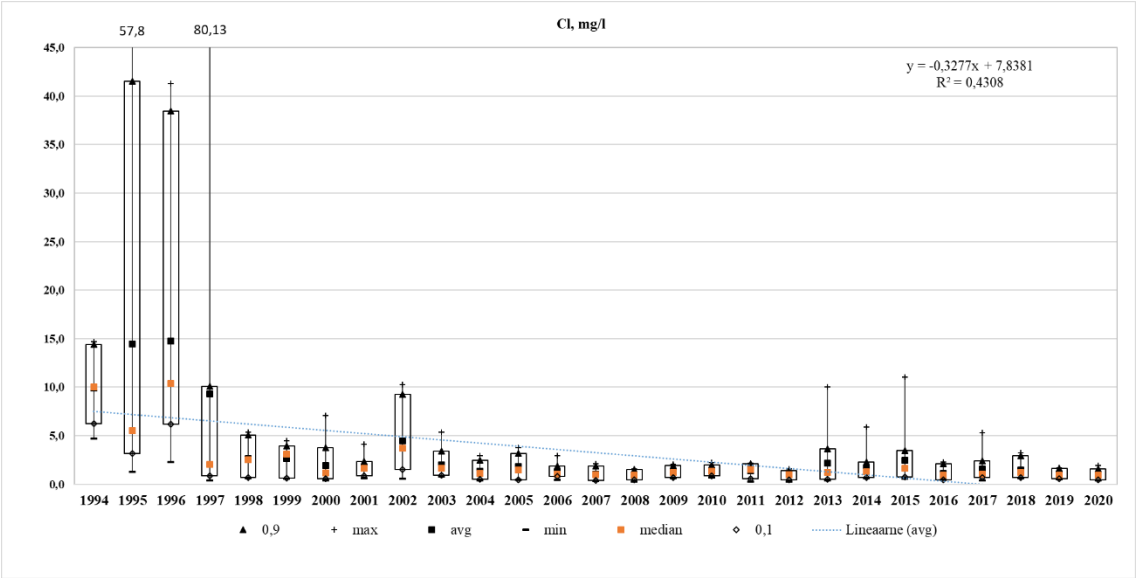
Joonis 87. Magneesiumi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 1,96 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1997. aastal jaanuaris 42,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,14 mg/l) oli aastal 2005 juulis. Na kontsentratsioon sademetes oli aastatel 1994-1997 võrreldes teistega kõrgem. Nendel aastatel oli Na sisaldus jaama pikaajalisest keskmisest suurem. Alates 1998. aastast hakkas naatriumi sisaldus langema, ning see püsis aastani 2020 alla pikaajalise keskmise väärtuse, va aastad 2002, 2005 ja 2014, millal aasta keskmine Na sisaldus sademetes oli vahemikus 2,08-2,55 mg/l. Na aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,32, mis tähendab, et naatrium Kunda seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



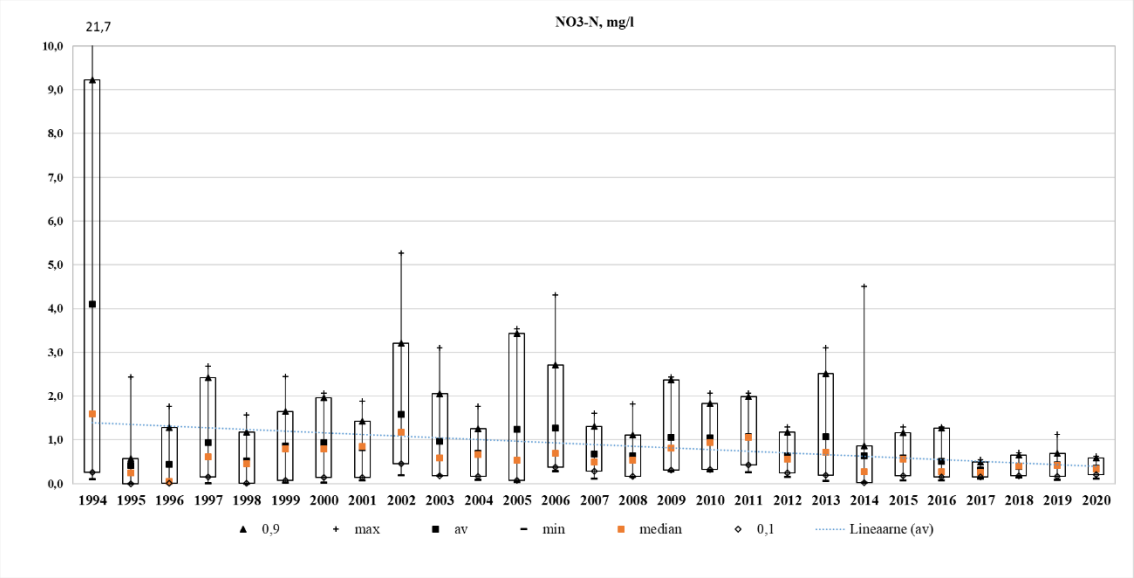
Joonis 88. Naatriumi kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 3,25 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1997. aastal jaanuaris 80,13 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,26 mg/l) oli aastal 2012 septembris. Aasta keskmine kloriidi sisaldus oli aastatel 1994-1997 kõrgem, see jäi vahemikku 9,34-14,75 mg/l. Alates aastast 1998 Cl sisaldus hakkas langema ning jäi alla pikaajalise keskmise, st alla 3,25 mg/l. Selle aja jooksul oli 1 aasta, mille keskmine sisaldus tõusis üle pikaajalise keskmise. Aastal 2002 aasta keskmine Cl kontsentratsioon oli 4,49 mg/l. Cl aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,43, mis tähendab, et kloriid Kunda seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 89. Kloriidi kontsentratsioon Karula seirejaamas aastatel 1994-2020

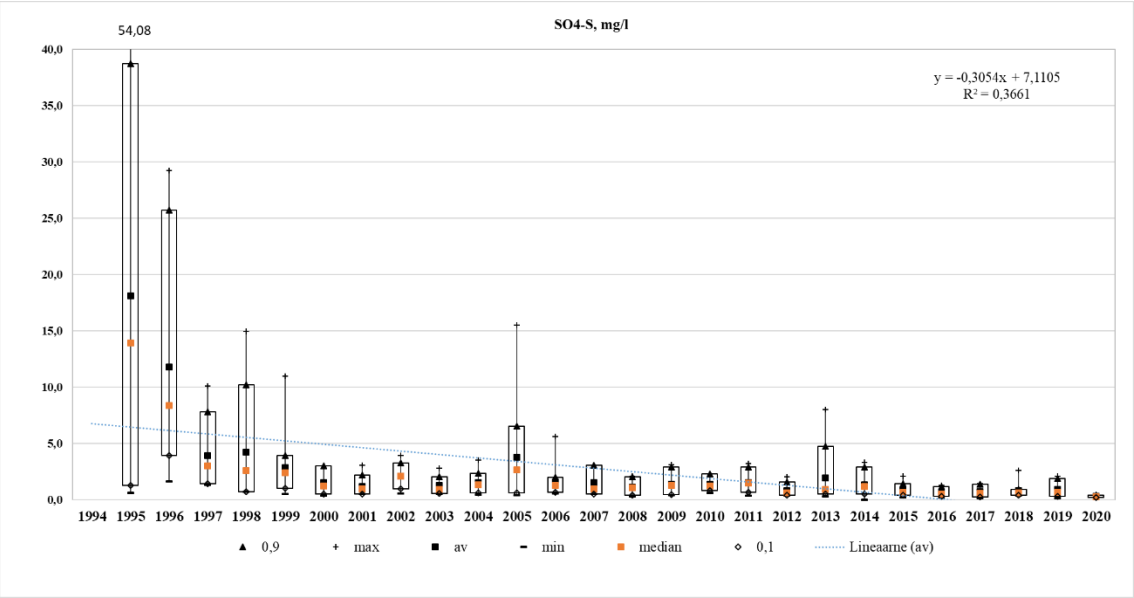
Kahekümne seitsme aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,90 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1997. aastal augustis 21,7 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,001 mg/l) oli aastal 1995 sügisel. 1994. aastal NO_3-N sisaldus oli võrreldes teistega suurem, aasta keskmine aine kontsentratsioon oli 4,1 mg/l. Alates aastast 1995 aine sisaldus on vähenenud ning aasta keskmine jäi 0,31-1,58 mg/l vahemikku. Alates 2014. aastast kuni 2020 aasta keskmine NO_3-N sisaldus oli pidevalt alla jaama keskmist (0,89 mg/l).



Joonis 90. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020

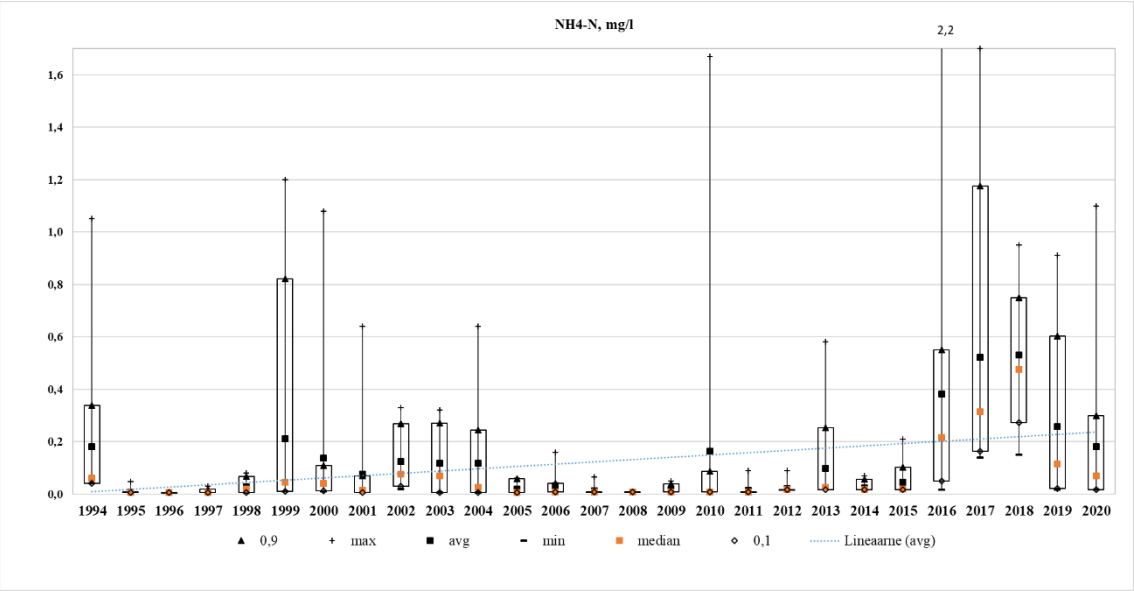
Sulfaatväävlit hakati Kunda seirejaamas uurima alates 1995. aastast. Kahekümne seitsme aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 2,68 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1995. aastal jaanuaris 54,08 mg/l ja minimaalne

kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2014 juunis. Aastatel 1995-1998 oli aasta keskmine aine sisaldus vahemikus 4,24-18,13 mg/l. Alates aastast 1999 on sulfaatväävli kontsentratsioon vähenenud ning alates aastast 2000 on püsinud alla pikaajalise keskmise, st alla 2,68 mg/l. Sel vahemikul oli vaid aastal 2005 keskmine aasta kontsentratsioon jaama keskmisest kõrgem ning see tõusus kuni 3,79 mg/l. SO_4-S aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,37, mis tähendab, et sulfaatväävel Kunda seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 91. Sulfaatväävli kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1995-2020

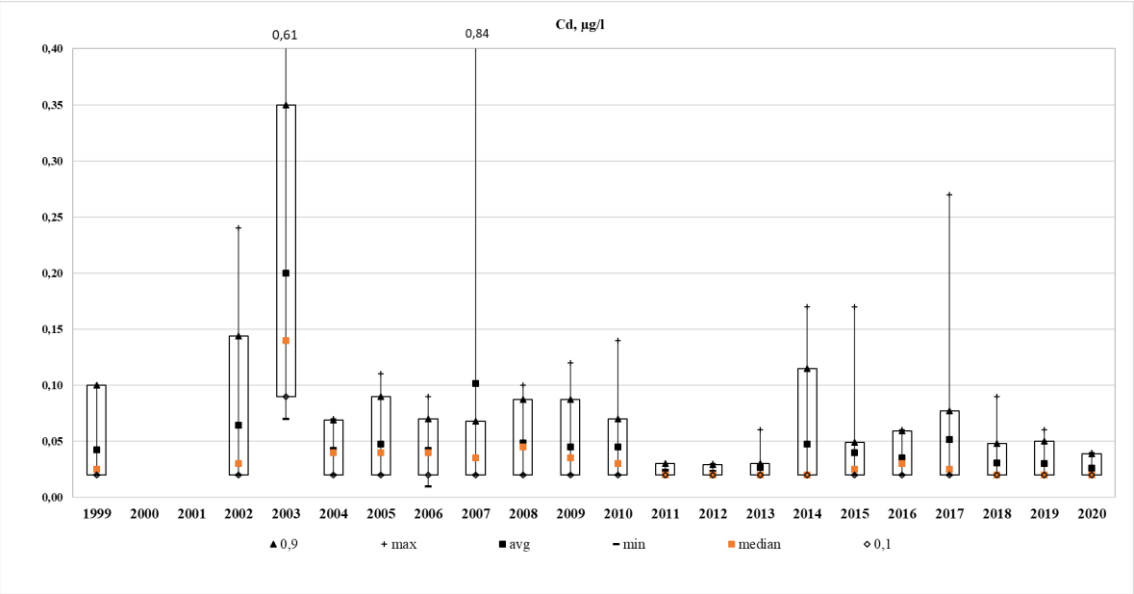
Kahekümne seitsme aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,12 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2016. aastal maikuus 2,2 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli mõõdetud aastatel 1995-1998, 2001 ja 2003-2005. Aastatel 1995-1998, 2001-2015 NH_4-N kontsentratsioon sademetes oli alla jaama pikaajalise keskmise. Kuid alates aastast 2016 NH_4-N aasta keskmine kontsentratsioon on võrreldes teiste aastatega tõusnud ning see jääb vahemikku 0,18-0,53 mg/l, mis on jaama pikaajalisest keskmisest (0,12 mg/l) suurem.



Joonis 92. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020

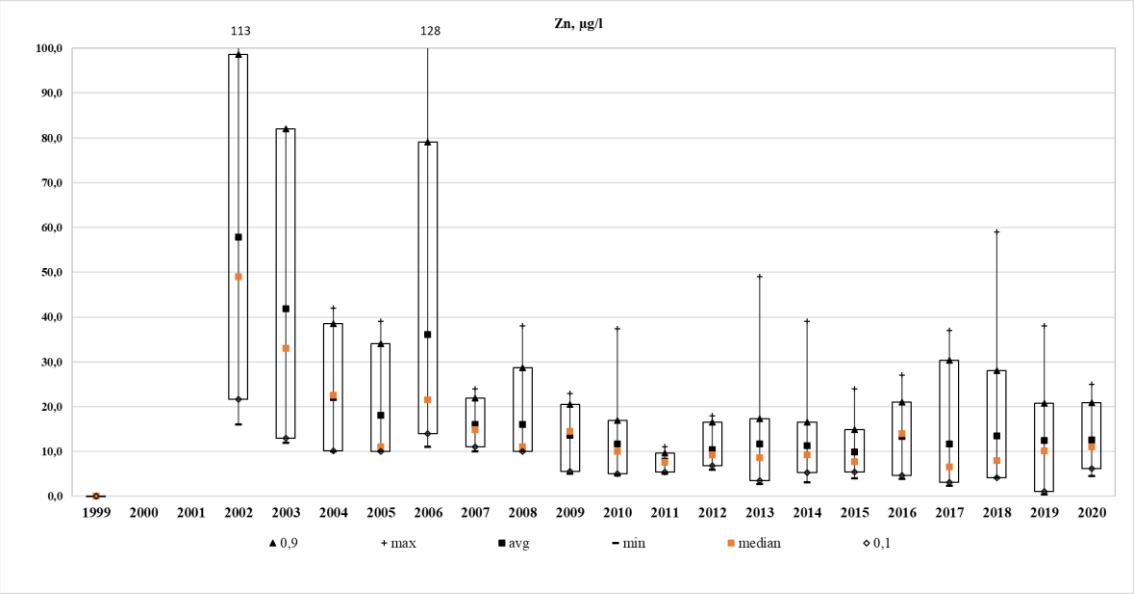
Kunda jaamas hakati aastast 2015 kord kahes kuus analüüsima üldfosfori sisaldust. Kuue aasta keskmine üldfosfori (Püld) kontsentratsioon on 0,03 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2020. aastal septembris 0,22 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli mõõdetud aastal 2019 mais, septembris ja detsembris. 2018. ja 2020. aastatel Püld sisaldus oli võrreldes teiste aastatega kõrgem. Aastatel 2018 ja 2020 keskmine Püld sisaldus oli 0,04-0,05 mg/l ja teiste aastate keskmine sisaldus oli 0,02-0,03 mg/l piiris.

Ohtlike aineid Kunda seirejaamas hakati uurima aastast 1999, kuid 2000 oli see peatatud ning uuesti alustati ohtlike ainete mõõtmisega aastal 2002. Kahekümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,05 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2007. aastal juulis 0,84 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l, mis on määramistäpsus) oli mõõdetud aastal 2006 detsembris. Alates aastast 2007 minimaalne Cd sisaldus püsib 0,02 µg/l. Alates aastast 2004 aasta keskmine Cd kontsentratsioon püsib alla jaama pikaajalise keskmise, st alla 0,05 µg/l. Välja arvatud aasta 2007, millal Cd aasta keskmine sisaldus sademetes oli 0,1 µg/l.



Joonis 93. Kaadmiumi kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1999-2020

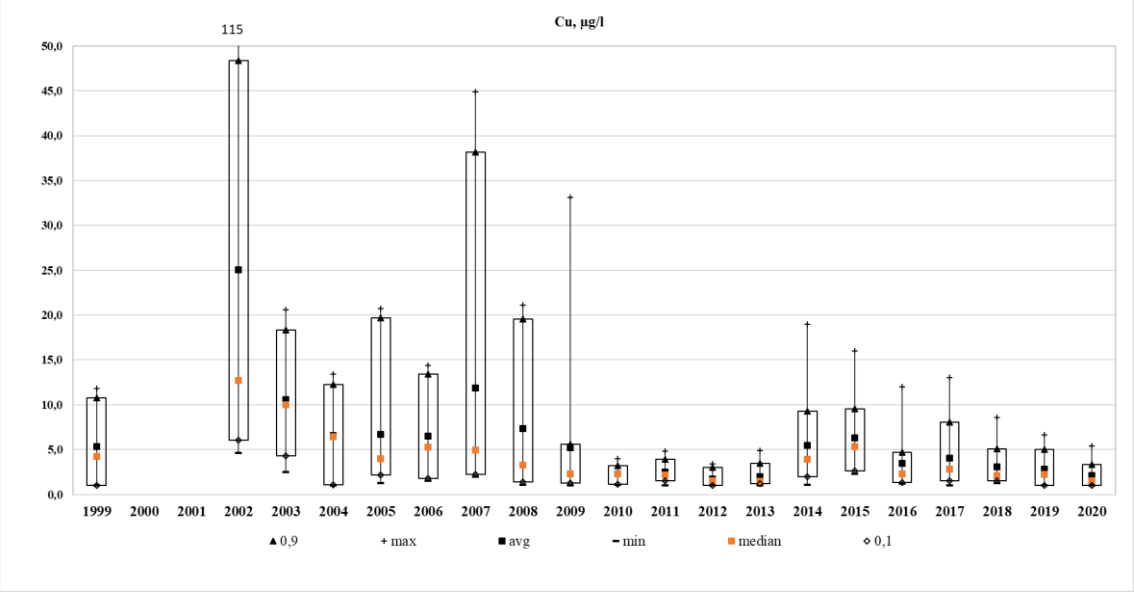
Kahekümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 17,4 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal veebruaris 128 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli mõõdetud aastal 1999 suvekuudel. Aastatel 2002-2006 on Zn sisaldus sademetes olnud vahemikus 18,09-57,78 µg/l. Alates aastast 2007 Zn aasta keskmine kontsentratsioon oli püsivalt alla jaama pikaajalist keskmist, st alla 17,40 µg/l.



Joonis 94. Tsingi kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1999-2020.

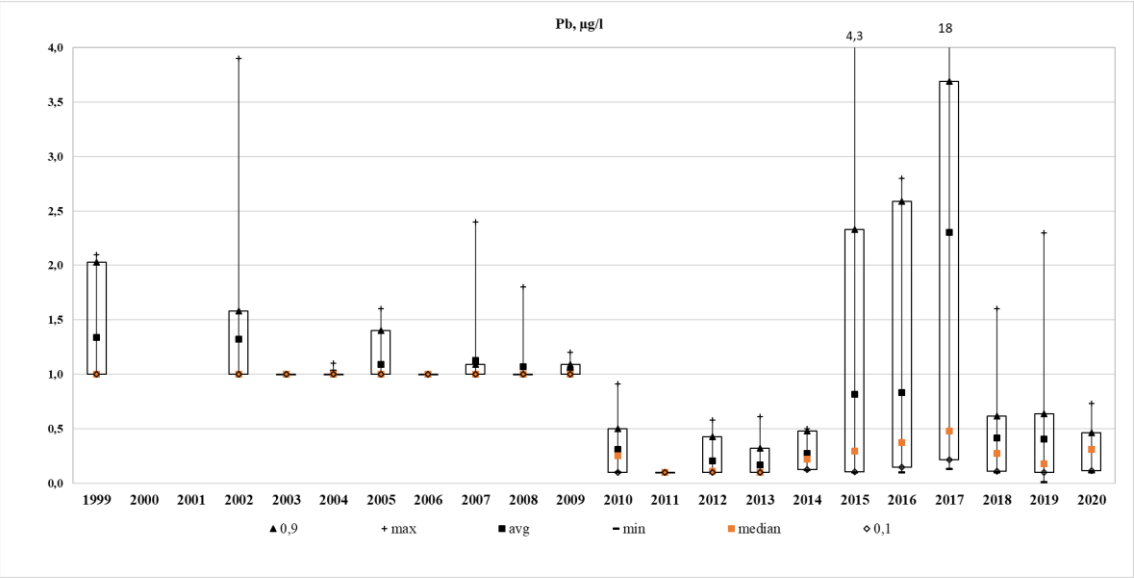
Kahekümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 6,05 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal detsembris 115 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1 µg/l) oli mõõdetud 9 korda. Vase aasta keskmine kontsentratsioon on alates 2009. aastast langenud ning kuni 2020. aastani on püsinud alla pikaajalist keskmist, st alla 6,05 µg/l.

Välja arvatud aasta 2015, millal Cu sisaldus tõusis kuni 6,29 µg/l. Aastatel 2002-2008 vase keskmine kontsentratsioon varieerus vahemikkus 6,53-25,06 µg/l. Alates 2010 aastast maksimaalne aine sisaldus oli alla 19 µg/l.



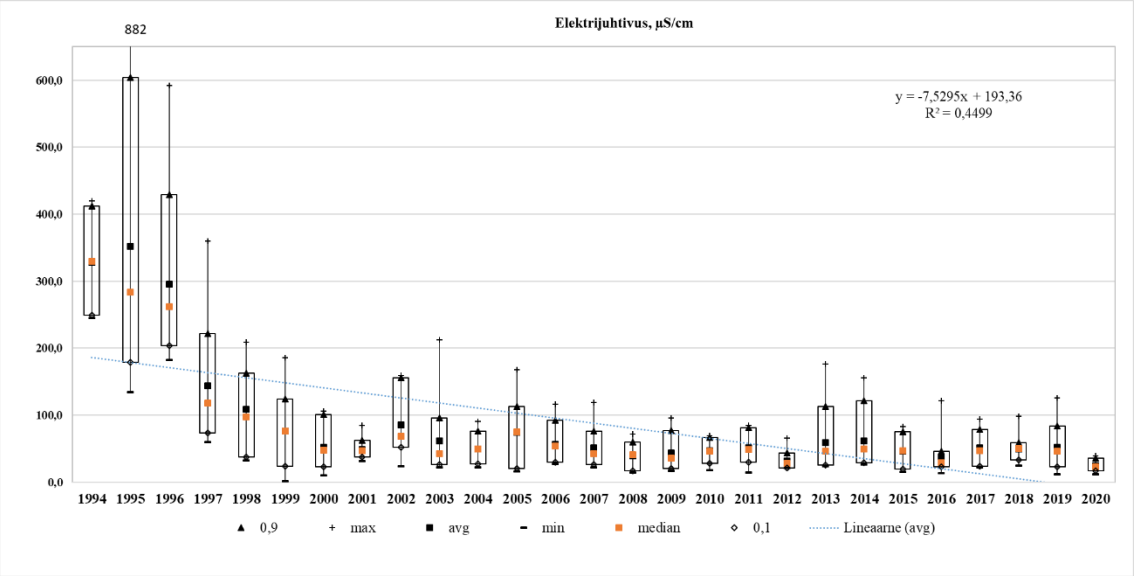
Joonis 95. Vase kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,81 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2017. aastal jaanuaris 18 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,01 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli mõõdetud aastal 2019 augustis. Aastatel 1999-2009 minimaalne kontsentratsioon oli pidevalt 1 µg/l. Aastatel 2010-2020 minimaalne aine sisaldus jäi alla 0,13 µg/l, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega. Pb aasta keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest aasta keskmisest suurem pidevalt aastatel 2002-2009. Aastatel 2010-2014 ja 2017-2020 oli aine sisaldus alla jaama keskmise.



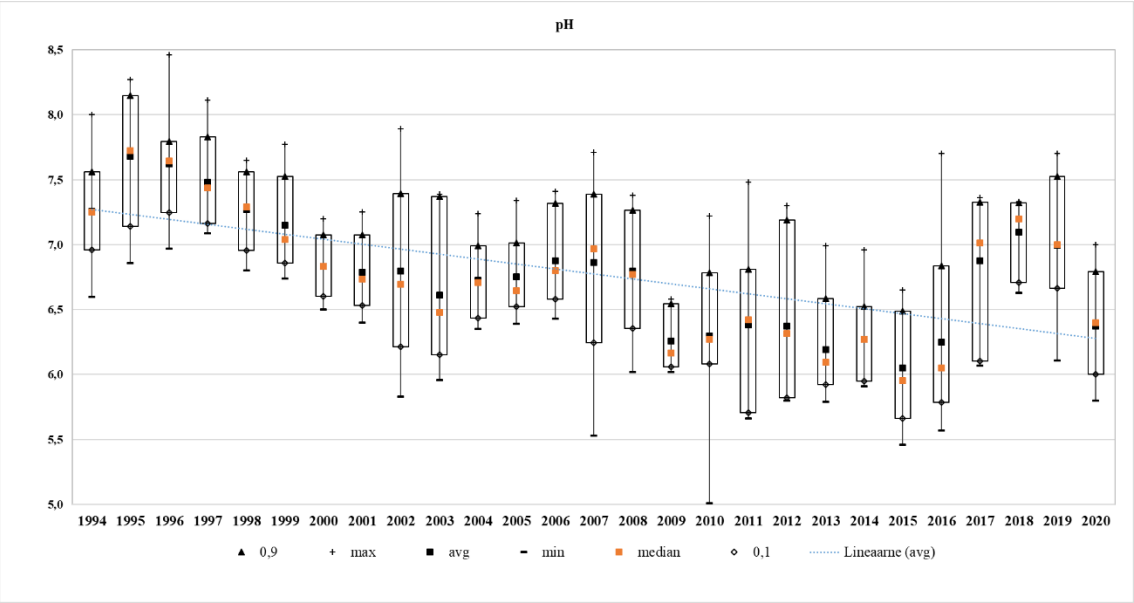
Joonis 96. Plii kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine elektrijuhtivus on 87,94 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 1995. aastal detsembris 882 µS/cm l ja minimaalne kontsentratsioon (1,14 µS/cm) oli mõõdetud aastal 1999 veebruaris. Aastatel 1994-1998 aasta keskmine aine kontsentratsioon on võrreldes teiste aastatega kõrgem. Keskmine elektrijuhtivus aastatel 1994-1998 jääb vahemikku 108,67-352,08 µS/cm. Alates 1999. aastast aine sisaldus hakkas vähenema ning jõudis alla jaama pikaajalise keskmise 87,94 µS/cm. Elektrijuhtivuse aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,45, mis tähendab, et elektrijuhtivuse kontsentratsioon Kunda seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



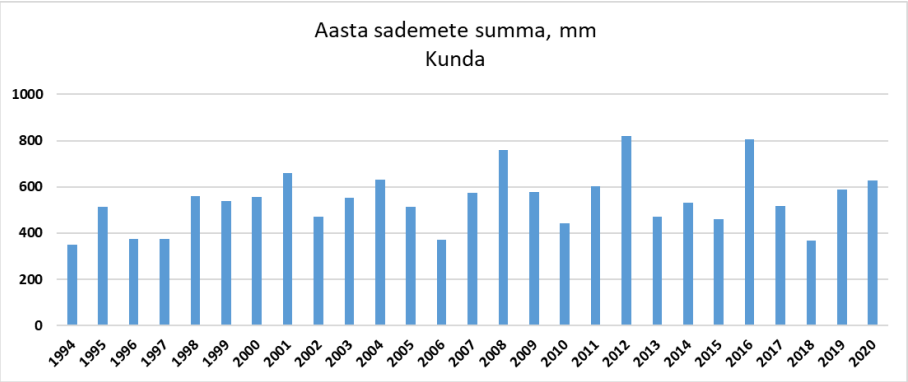
Joonis 97. Elektrijuhtivus Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020

Sademete vesinikueksponent jääb 5 ja 8,5 piirides. Kahekümne seitsme aasta keskmine pH on 6,77, mis tähendab, et Kunda seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline kuid ei ole normide vahemikus. Kõrgeim pH kontsentratsioon oli mõõdetud 1996. aastal jaanuaris – 8,46, mis tähendab, et sel ajal sademed olid nõrgalt aluselised ja normide piirist väljas. Aastatel 1994-1999 oli keskmiselt pH 7,14-7,68 piirides, mis tähendab, et sademed olid neutraalsed ja see jääb keskmiste normidest (5,6-6,1) välja. 2000. aastast on sademed muutunud happelistemaks, kuid normide piirini jõudsid vaid 2015. aastal. 2015. aastal oli aasta keskmine sademete pH 6,05, mis on normide vahemikkus. Kuid alates 2016. aastast sademed muutusid neutraalsemaks ja jäid vahemikku 6,25-7,09.

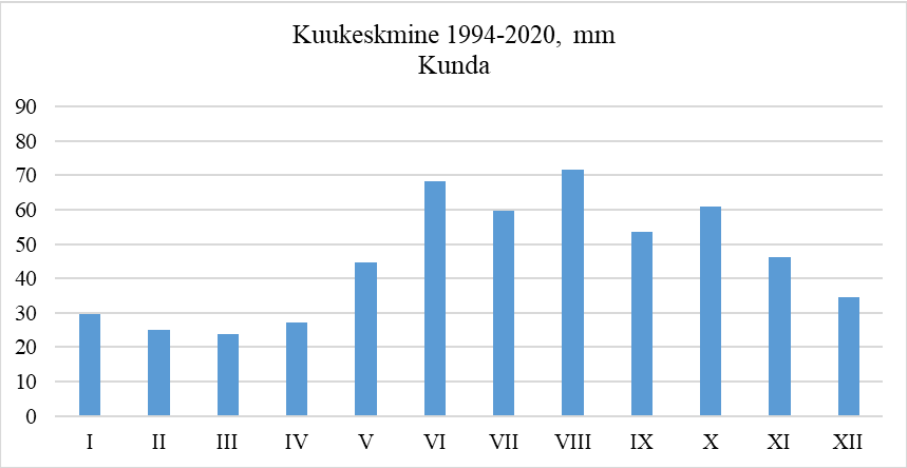


Joonis 98. pH kontsentratsioon Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020

Sademete hulga analüüsi puhul ma ei võta arvesse 1999. aasta sademete summat, kuna meile on kättesaadavad sademete hulga andmed alates maikuust. Kahekümne seitsme aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2012, millal aasta jooksul sadas 818,48 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2001. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 2008 (759,81 mm) ja 2016 (806,89 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 2018. aasta, millal sadas vaid 367,89 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud juuni (kuukeskmine 68,11 mm – norm 58 mm) ja august (kuukeskmine 71,73 mm, norm – 83 mm) kuid augusti sademete hulk jäi Eesti sademete normidest alla. Ning kõige vähem sademeid oli märtsis (kuukeskmine 23,94 mm, norm – 37 mm).



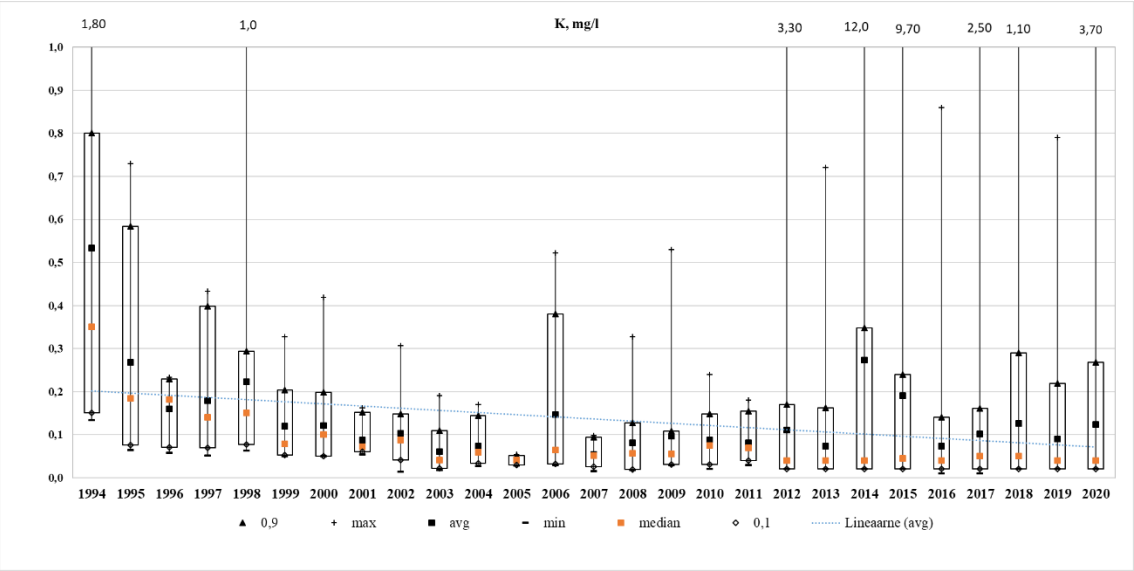
Joonis 99. Aasta sademete summa Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020



Joonis 100. Kuukeskmine sademete hulk Kunda seirejaamas aastatel 1994-2020

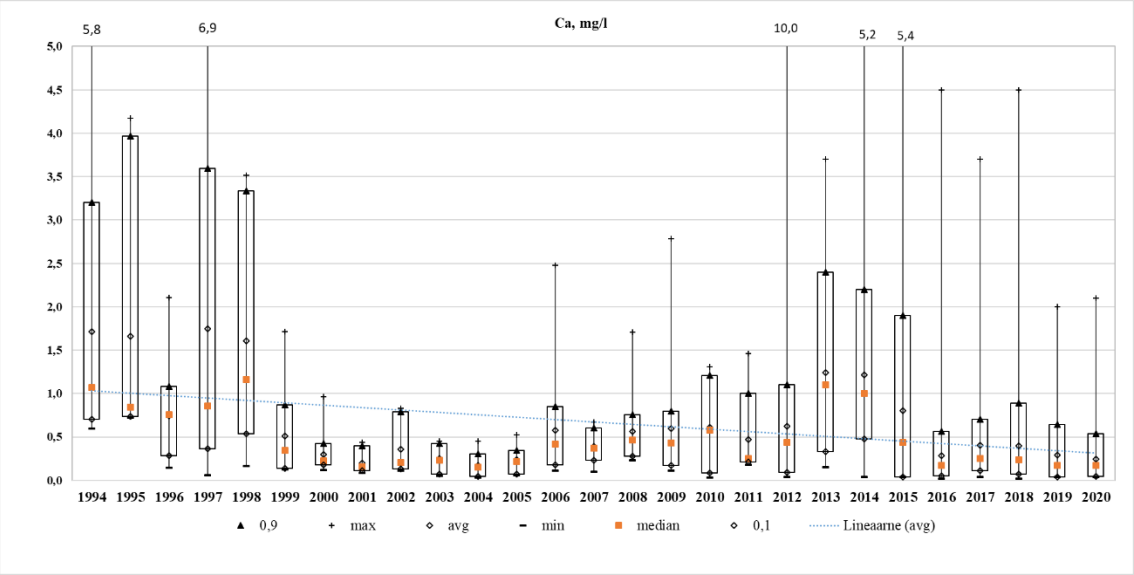
3.7 Lahemaa seirejaam

Lahemaa seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1994 ning see töötab tänapäevani. Kahekümne seitsme aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,14 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2014. aastal 12,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastatel 2002, 2016, 2017. Antud graafikul on näha, et kaaliumi sisaldus aastatel 1994-1995, 1997 oli võrreldes järgmiste aastatega üsna kõrge. Alates 1998 K sisaldus vähenes ning aastatel 1999-2005 aasta keskmine kontsentratsioon vahemikkus 0,04-0,12 mg/l, mis jäi alla pikaajalise keskmise, st alla 0,14 mg/l. 2006. aastal K sisaldus natuke tõusis, kuid aastal 2007 see langes ning taas jõudis alla jaama keskmise ning püsis kuni 2013. aastani. Aastal 2014 K kontsentratsioon taaskord suurenes keskmiselt kuni 0,27 mg/l kuid alates 2016 K sisaldus jõudis alla pikaajalise keskmise K sisalduse.



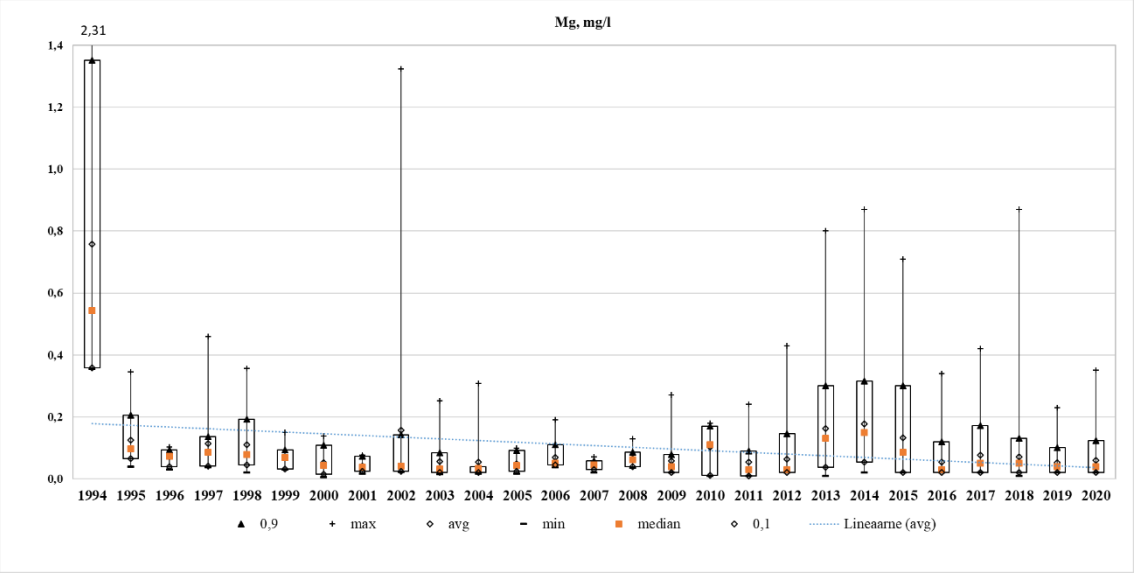
Joonis 101. Kaaliumi kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 0,67 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal 10,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2016 ja 2018. Aastatel 1994-1998 keskmine Ca sisaldus oli 0,74-1,71 mg/l vahemikus. Aastast 1999 hakkas Ca kontsentratsioon langema ning aastatel 1999-2012 Ca keskmine sisaldus oli 0,17-0,62 mg/l piiris. See jäi ka alla jaama pikaajalist keskmist, mis on 0,67 mg/l. Aastatel 2013-2015 aasta keskmine Ca sisaldus tõusis ning ületas pikaajalise keskmise. See jäi vahemikku 0,80-1,23 mg/l. Kuid aastal 2016 kaltsiumi kontsentratsioon taaskord langes ning 2020. aasta lõpuni jäi alla jaama keskmise.



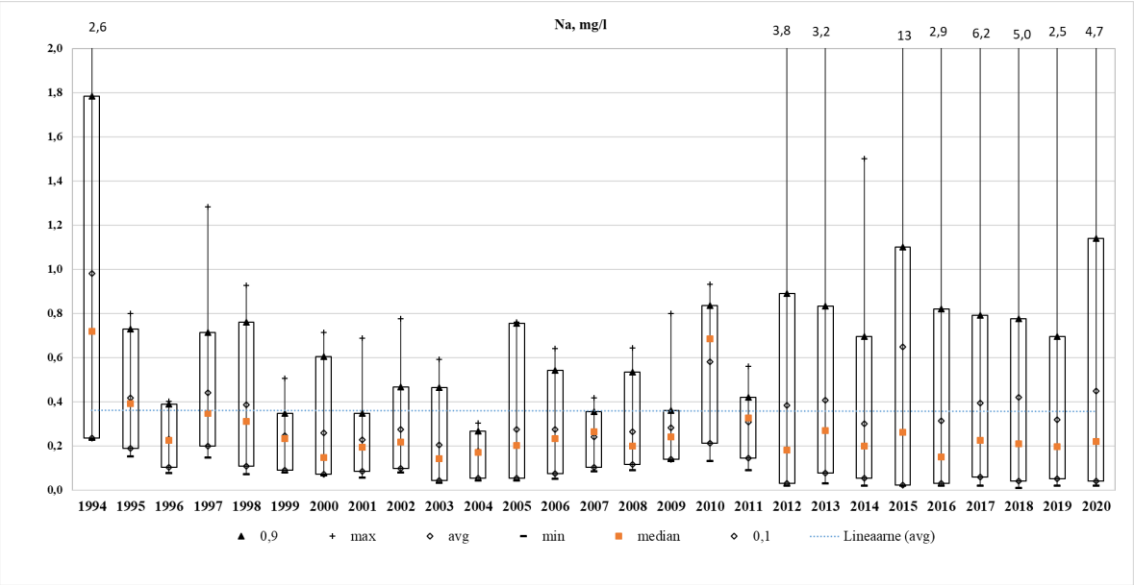
Joonis 102. Kaltsiumi kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,11 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal 2,31 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastal 2000. Aastal 1994 aasta keskmine aine sisaldus oli 0,76 mg/l. Aastatel 1996-2012 Mg sisaldus püsis alla jaama pikaajalise keskmise, st alla 0,11, va aasta 2002, millal aine kontsentratsioon tõusis kuni 0,16 mg/l. Aastatel 2013-1015 oli Mg sisaldus kasvanud, kuid alates aastast 2016 Mg sisaldus langes ning 2020. aasta lõpuni jäi alla 0,08 mg/l.



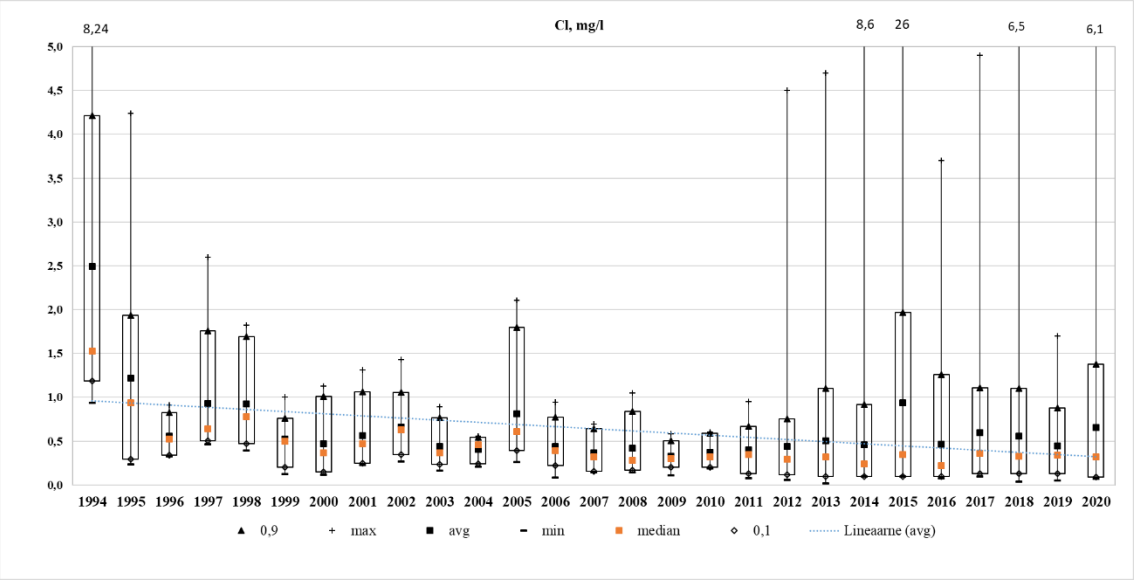
Joonis 103. Magneesiumi kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,36 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal 13,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2018. Aastatel 1999-2009 aine aasta keskmine sisaldus oli alla jaama pikaajalist keskmist. Na kontsentratsioon oli aastatel 2012-2020 võrreldes teistega kõrgem. Nendel aastatel oli Na sisaldus sademetes jaama keskmisest (0,36 mg/l) kõrgem, va aastad 2014, 2016 ja 2019 millal aasta keskmine jäi natukene alla jaama keskmist.



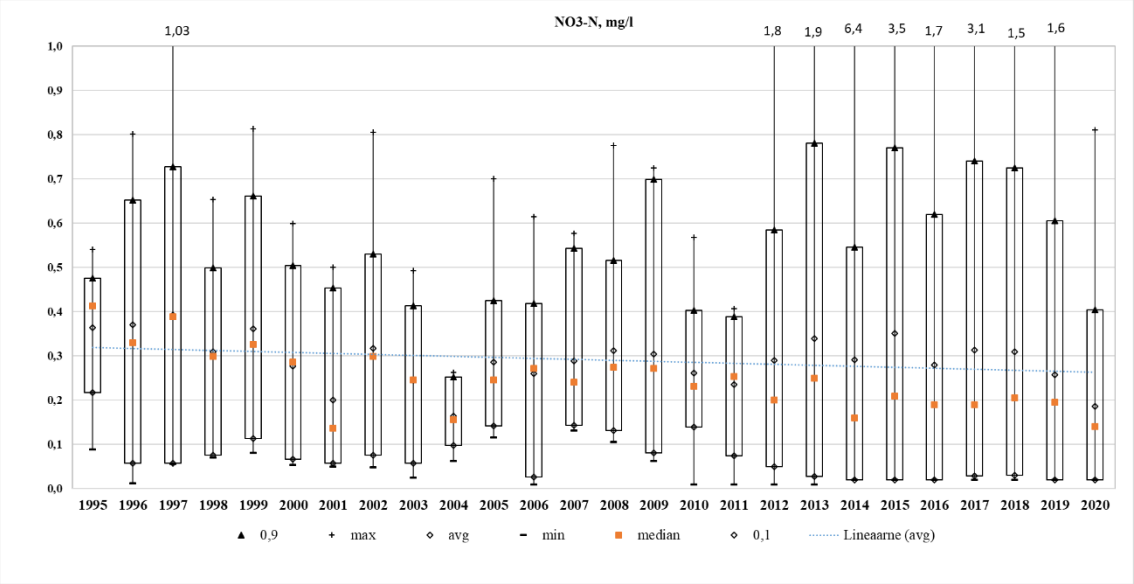
Joonis 104. Naatriumi kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 0,64 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal 26,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2013. Aasta keskmine kloriidi sisaldus oli aastatel 1994-1998 kõrgem, see jäi vahemikku 0,93-2,49 mg/l, va 1996 aasta keskmine sisaldus oli 0,56 mg/l. Alates aastast 1999 Cl sisaldus sademetes langes ning jäi kuni 2014. aastani alla pikaajalise keskmise, st alla 0,64 mg/l. Selle aja jooksul oli 1 aasta, mille keskmine sisaldus tõusus üle pikaajalise keskmise. Aastal 2005 aasta keskmine Cl kontsentratsioon oli 0,81 mg/l. Alates 2017. aastast keskmine aine kontsentratsioon oli taas alla jaama pikaajalise keskmise.



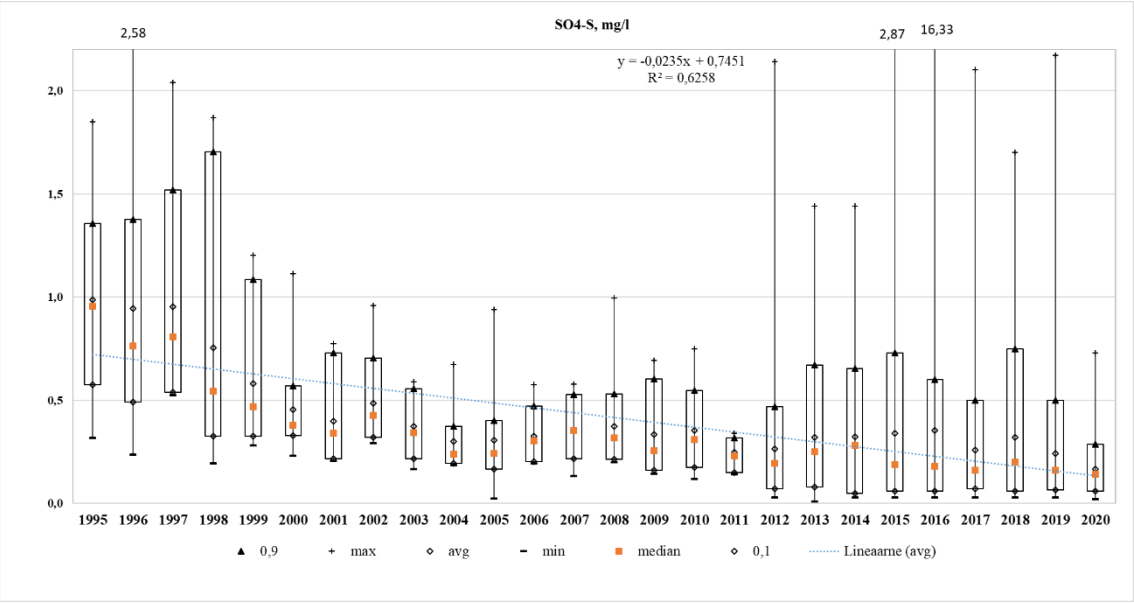
Joonis 105. Kloriidi kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne kuue aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,29 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2014. aastal 6,4 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastatel 2006 ja 2010-2013. Aastatel 1995-1999 NO_3-N aasta keskmine sisaldus oli vahemikus 0,31-0,39 mg/l, mis on jaama pikaajalisest keskmisest suurem. Alates aastast 2000 aine sisaldus on vähenenud ning 2012. aastani jäi alla jaama pikaajalist keskmist, va aastad 2002 ja 2008-2009. Aastatel 2010-2020 NO_3-N aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 0,18-0,35 mg/l.



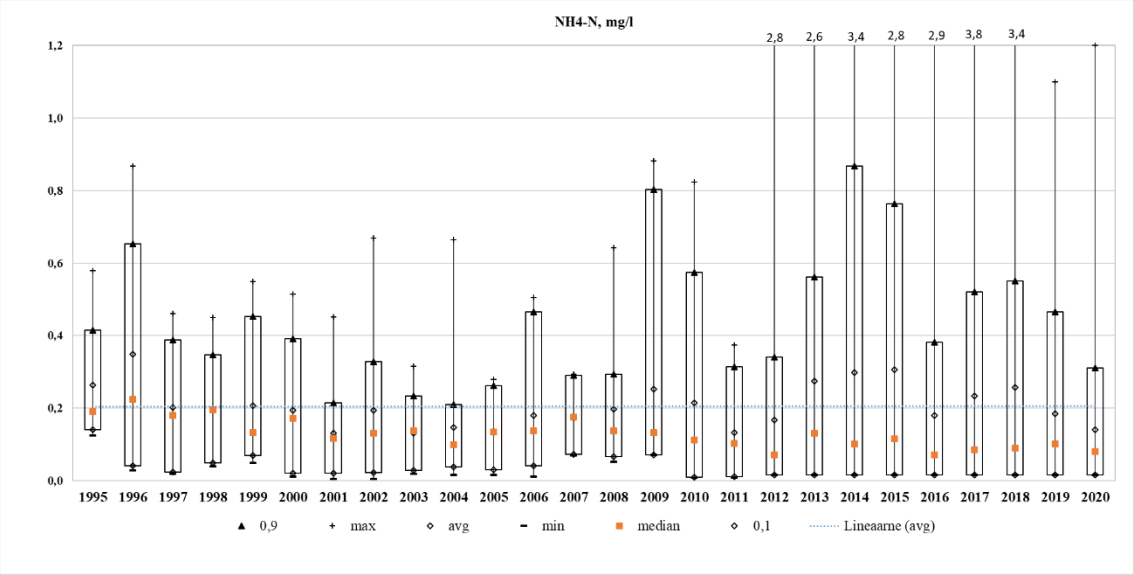
Joonis 106. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1994-2020

Sulfaatväävlit hakati Lahemaa seirejaamas uurima alates 1995. aastast. Kahekümne kuue aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,43 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2016. aastal 16,33 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2013. Aastatel 1995-1998 oli aasta keskmine aine sisaldus vahemikus 0,75-0,98 mg/l. Alates aastast 1999 on sulfaatväävli kontsentratsioon vähenenud ning alates aastast 2001 on alla pikaajalise keskmise, st alla 0,43 mg/l. Aastatel 2003-2020 keskmine aasta kontsentratsioon oli pidevalt alla jaama keskmist. Sulfaatväävli aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,45, mis tähendab, et sulfaatväävli kontsentratsioon Lahemaa seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 107. Sulfaatväävli kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1995-2020

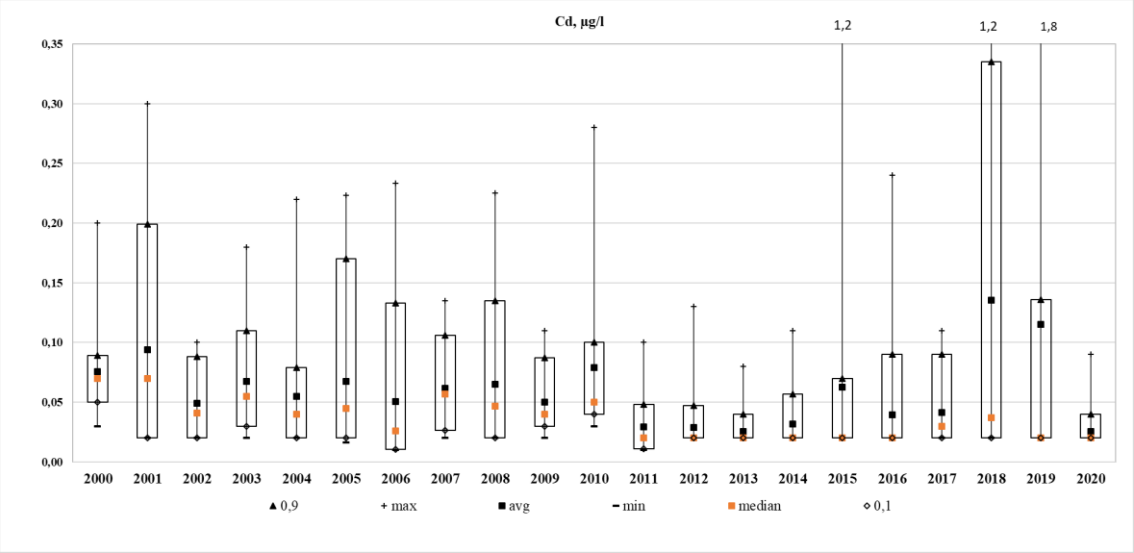
Kahekümne kuue aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,21 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2017. aastal 3,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastatel 2001 ja 2002. Aastatel 1996-2008 NH_4-N kontsentratsioon on püsinud alla jaama pikaajalist keskmist 0,21 mg/l. Seejärel on aasta keskmine kontsentratsioon tõusnud, kuid aastatel 2019-2020 aine aasta keskmine sisaldus oli alla 0,18 mg/l. Aastatel 2013-2018 aasta keskmine aine sisaldus sademetes oli vahemikus 0,18-0,31 mg/l.



Joonis 108. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1995-2020

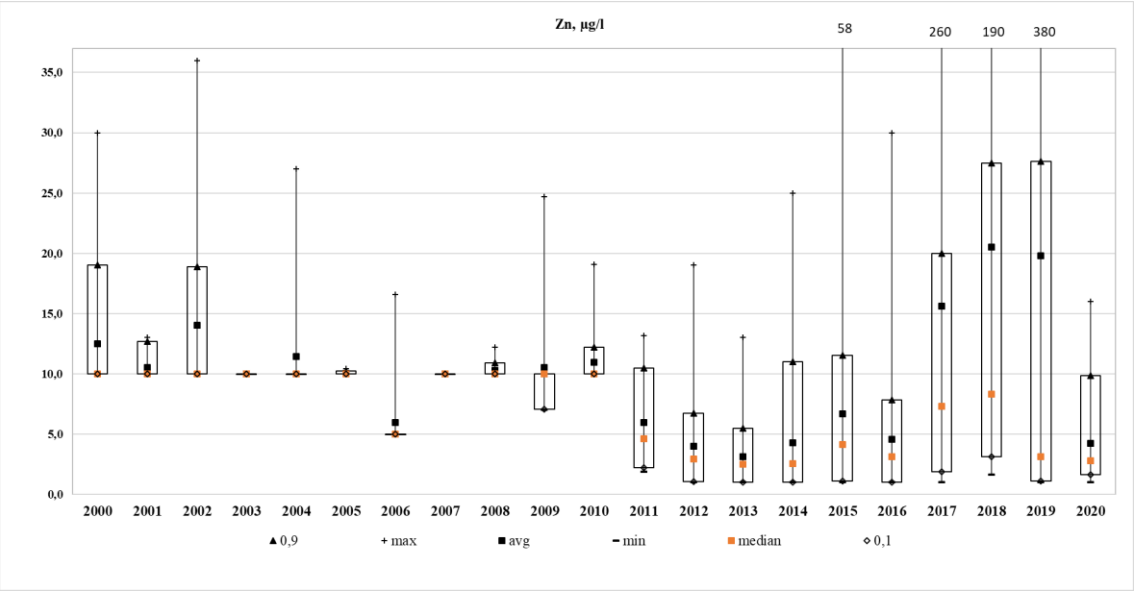
Lahemaa jaamas hakati aastast 2015 kord kahes kuus analüüsima üldfosfori sisaldust ning 2017. aasta andmed pole kättesaadavad. Viie aasta keskmine üldfosfori (Püld) kontsentratsioon on 0,02 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2016. aastal 0,04 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2015-2020. Aastatel 2016 ja 2019 Püld sisaldus oli võrreldes teiste aastatega kõrgem. Aastatel 2016 ja 2019 keskmine Püld sisaldus oli 0,021-0,023 mg/l. Teistel aastatel üldfosfori sisaldus oli iga kuu püsivalt 0,02 mg/l.

Ohtlike aineid Lahemaa seirejaamas hakati uurima aastast 2000. Kahekümne ühe aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,06 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal 1,8 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli aastatel 2006 ja 2011. Alates aastast 2002 on aasta keskmine aine sisaldus olnud pidevalt kuni 2017. aastani alla või võrdne pikaajalise keskmisega 0,06 µg/l, va aasta 2010, millal Cd aasta keskmine oli kuni 0,08 µg/l. Aastatel 2018-2019 on Cd aasta keskmine sisaldus olnud üle jaama pikaajalist keskmist ning see oli vahemikus 0,11-0,14 µg/l. Alates aastast 2012 minimaalne Cd sisaldus püsib 0,02 µg/l, mis on määramistäpsus.



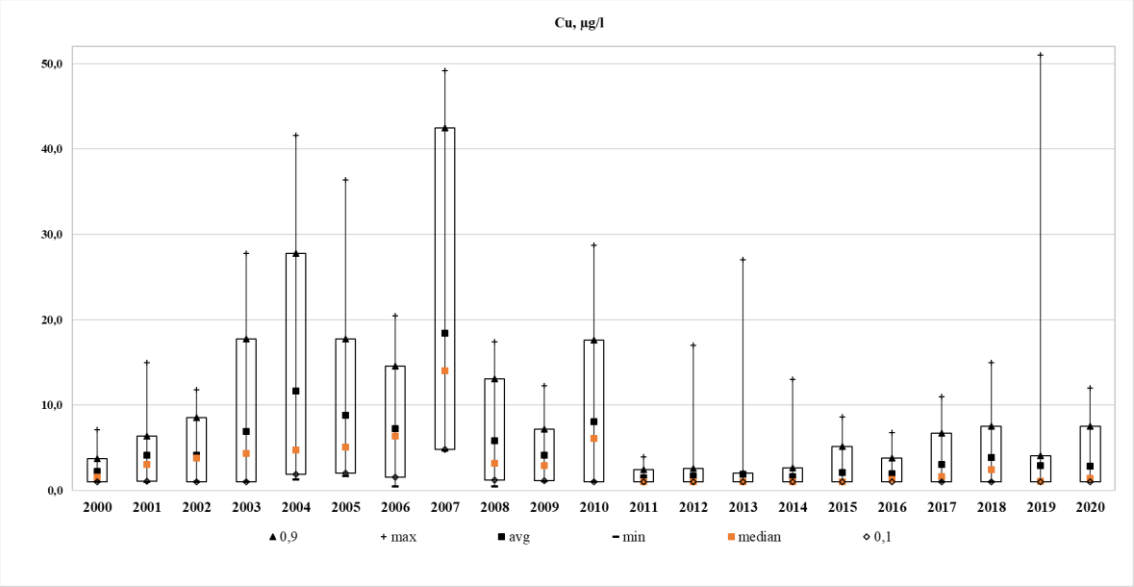
Joonis 109. Kaadmiumi kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 2000-2020

Kahekümne ühe aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 9,76 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal 380,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 1 µg/l oli aastatel 2012-2017 ja 2019-2020. Aastatel 2000-2010 oli aasta keskmine aine kontsentratsioon jaama pikaajalisest suurem, va aasta 2006, millal aasta keskmine tsingi sisaldus sademetes oli 5,96 µg/l. Aastatel 2011-2016 oli Zn aasta keskmine väärtus võrreldes teiste aastatega väiksem, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega, ning jäi 3,11-6,66 µg/l vahemikku. Aastatel 2017-2019 Zn aasta keskmine kontsentratsioon oli püsivalt jaama pikaajalist keskmist kõrgem, st üle 9,76 µg/l.



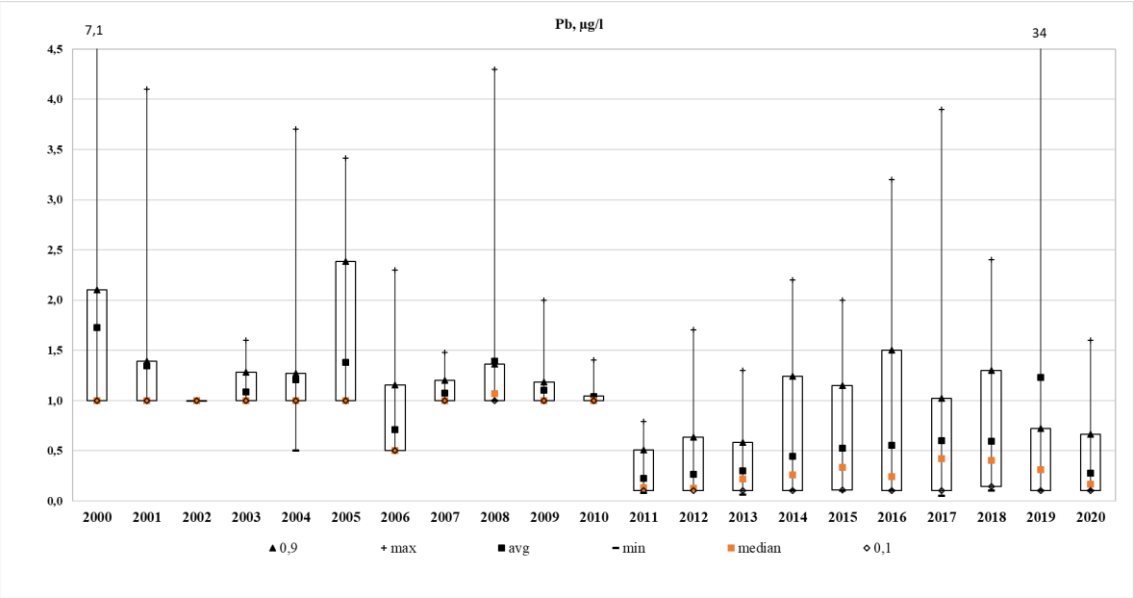
Joonis 110. Tsingi kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 2000-2020.

Kahekümne ühe aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 5,0 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal 51,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l) oli aastatel 2006 ja 2008. Vase aasta keskmine kontsentratsioon on alates 2011. aastast langenud ning kuni 2020. aastani on püsinud alla pikaajalist keskmist, st alla 5,0 µg/l. Samuti aastatel 2000-2002 aasta keskmine Cu sisaldus oli alla jaama keskmist. Aastatel 2003-2010 vase keskmine kontsentratsioon varieerus vahemikus 6,94-18,41 µg/l, va aasta 2009, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 4,10 µg/l. Aastatel 2010-2020 aine minimaalne kontsentratsioon püsis 1,0 µg/l.



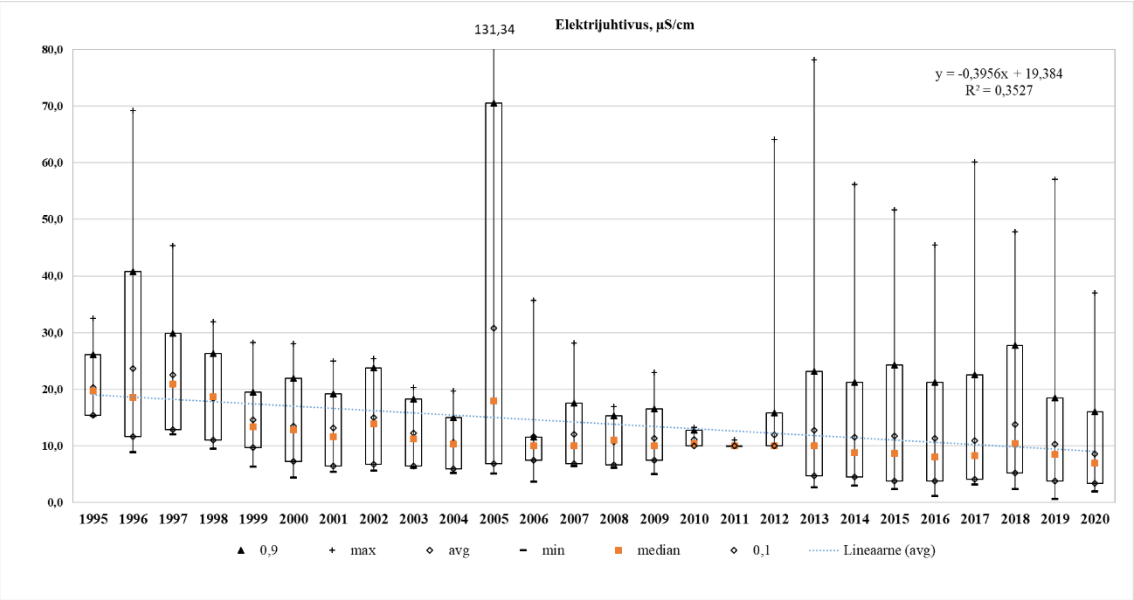
Joonis 111. Vase kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 2000-2020

Kahekümne ühe aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,86 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal 34,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,05 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastal 2017. Aastatel 2000-2010 oli Pb aasta keskmine kontsentratsioon pidevalt seirejaama pikaajalisest keskmisest suurem, va aasta 2006, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 0,71 µg/l. Aastatel 2011-2020 oli plii aasta keskmine kontsentratsioon alla jaama pikaajalist keskmist ning minimaalne Pb kontsentratsioon püsis alla 0,1 µg/l. Tõenäoliselt see on seotud määramismetoodika täpsustumisega.



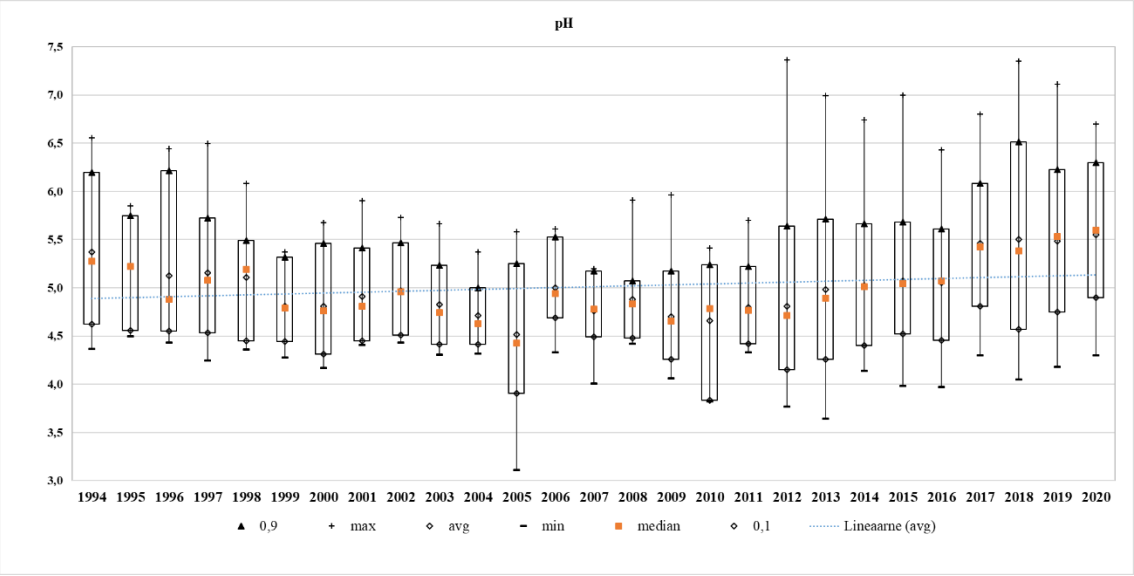
Joonis 112. Plii kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 2000-2020

Kahekümne kuue aasta keskmine elektrijuhtivus on 14,04 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal 131,34 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (0,62 µS/cm) oli aastal 2019. Sademete aasta keskmine elektrijuhtivus oli aastatel 1996-2004 vahemikus 10,69-23,65 µS/cm, kuid 2005. aastal see kasvas ning oli 30,75 µS/cm. Aastast 2006 see oli vähenenud ning kuni 2020. aasta lõpuni on püsinud alla jaama pikkajalist keskmist. Elektrijuhtivuse aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,35, mis tähendab, et elektrijuhtivus Lahemaa seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



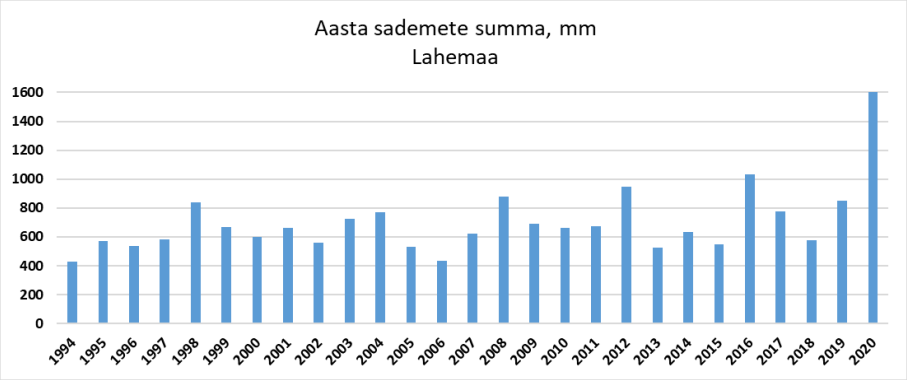
Joonis 113. Elektrijuhtivus Lahemaa seirejaamas aastatel 1995-2020

Sademete vesinikueksponent jääb 3 ja 7,5 piirides. Kahekümne seitsme aasta keskmine pH on 5,01, mis tähendab, et Lahemaa seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning ei ole normide (5,6-6,1) vahemikus. Kõrgeim pH kontsentratsioon oli mõõdetud 2012. aastal – 7,36, mis tähendab, et sel ajal sademed olid neutraalsed. Aastatel 1994-1998 oli keskmiselt pH 5,11-5,37 piirides, mis tähendab, et sademed olid nõrgalt happelised, kuid see jääb keskmiste normidest (5,6-6,1) välja. 1999. aastast on sademed muutunud veel happelistemaks ning on kuni 2013. aastani on jäänud vahemikku 4,51-5,00. Aastatel 2017-2020 on pH vahemikus 5,48-5,50 kuid ka see ei ole normide piiris.



Joonis 114. pH kontsentratsioon Lahemaa seirejaamas aastatel 1994-2020

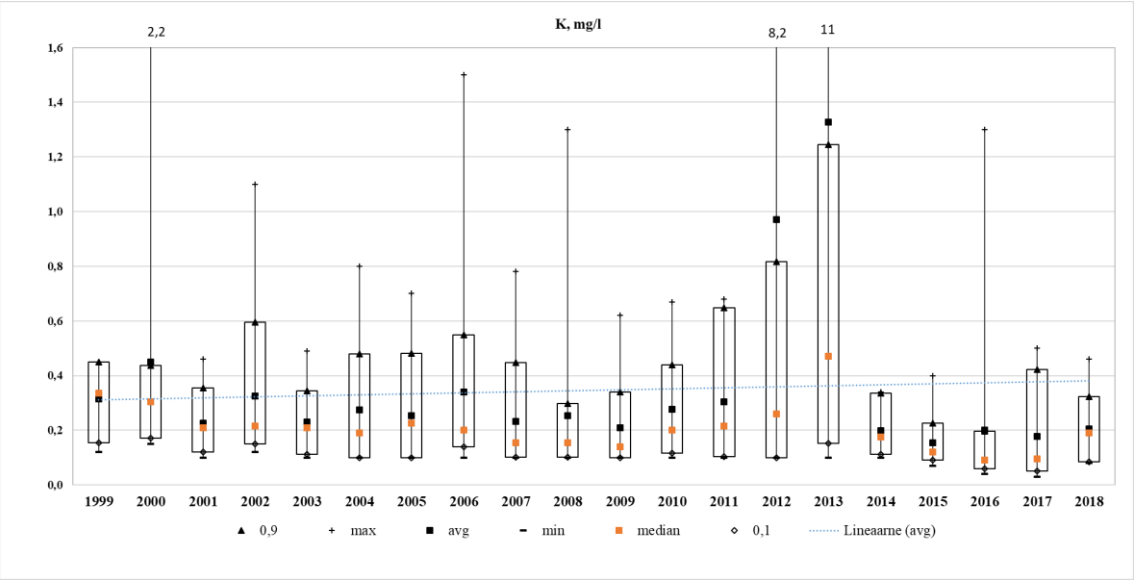
Kahekümne seitsme aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2020, millal aasta jooksul sadas 1602 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2020. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 1998 (837,89 mm), 2003 (724,17 mm), 2004 (769,27 mm), 2008 (880,89 mm), 2012 (947,88 mm), 2016 (1032,8 mm), 2017 (778,19 mm) ja 2019 (848,5 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 1994. aasta, millal sadas aasta jooksul 428,4 mm sademeid.



Joonis 115. Aasta sademete summa Lahemaa seirejaamas aastatel 1994-2020

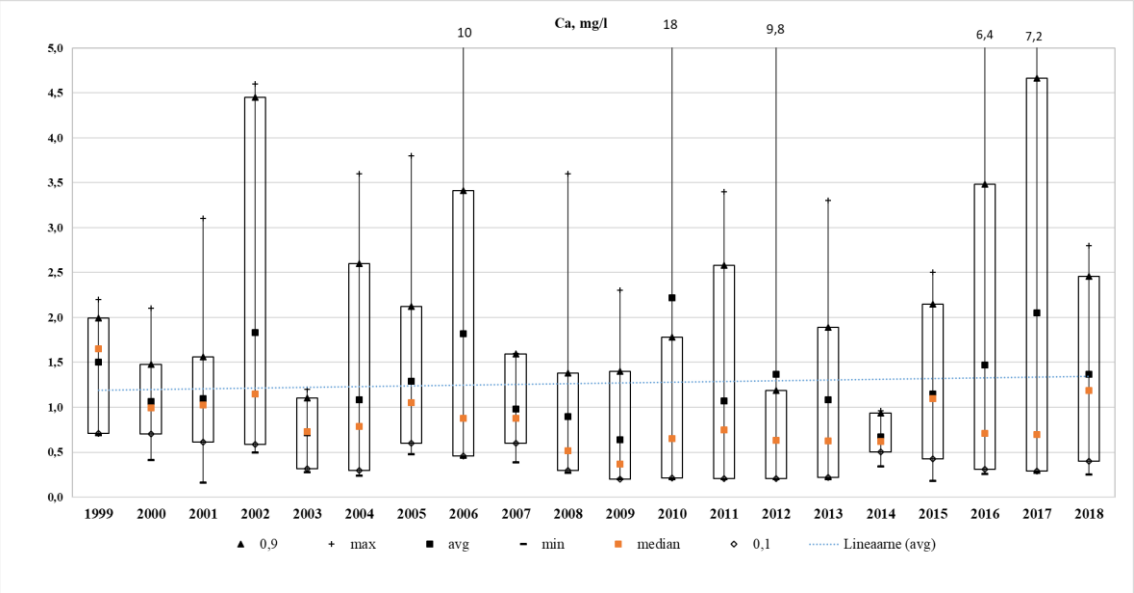
3.8 Loodi seirejaam

Loodi seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1999 ning kuni 2018. aasta lõpuni. Kahekümne aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,35 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal septembris 11,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,04 mg/l) oli 2017. aastal detsembris. Aastatel 1999-2011 kaaliumi aasta keskmine kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist, va aasta 2000, millal aasta keskmine K sisaldus oli 0,45 mg/l. Aastatel 2012-2013 K aasta keskmine sisaldus sademetes oli 0,97-1,33 mg/l. Aastatel 2014-2018 on see vähenenud ning jõudis taas alla pikaajalise keskmise väärtuse, st alla 0,35 mg/l. Aastatel 2003-2014 minimaalne K sisaldus oli pidevalt 0,1 mg/l.



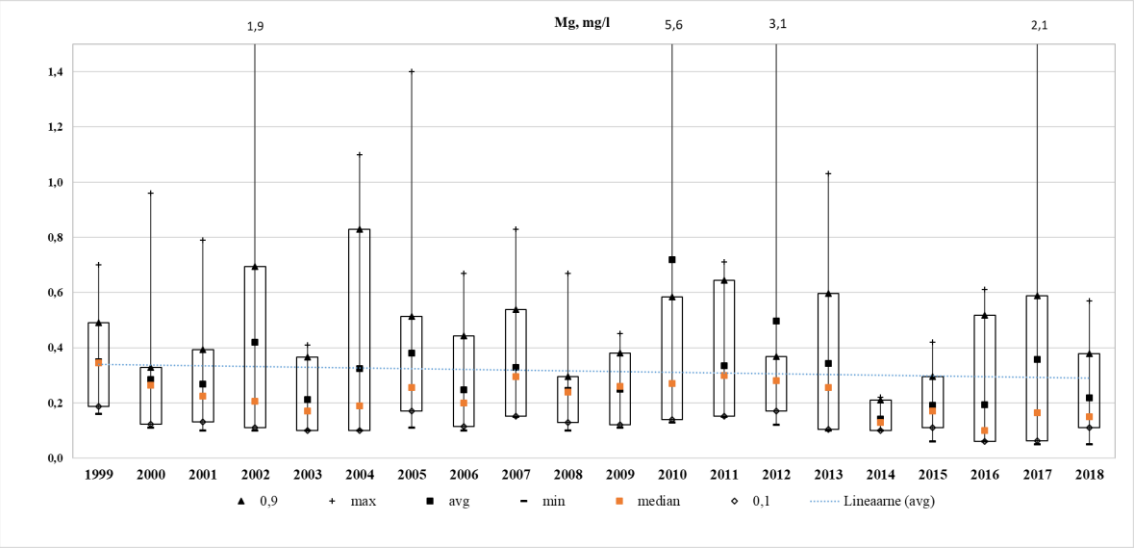
Joonis 116. Kaaliumi kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 1,27 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal veebruaris 18,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,16 mg/l) oli aastal 2001 novembris. Aastatel 1999-2004 Ca aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 0,72-1,83 mg/l. Aastatel 2005-2006 oli Ca sisaldus jaama pikaajalisest keskmisest kõrgem, kuid aastal 2007 see jõudis alla 1,27 mg/l. Aastatel 2010-2014 aasta keskmine Ca sisaldus oli vahemikus 0,67-2,21 mg/l ning aastast 2015 Ca aasta keskmine sisaldus oli pidevalt üle jaama pikaajalise keskmise.



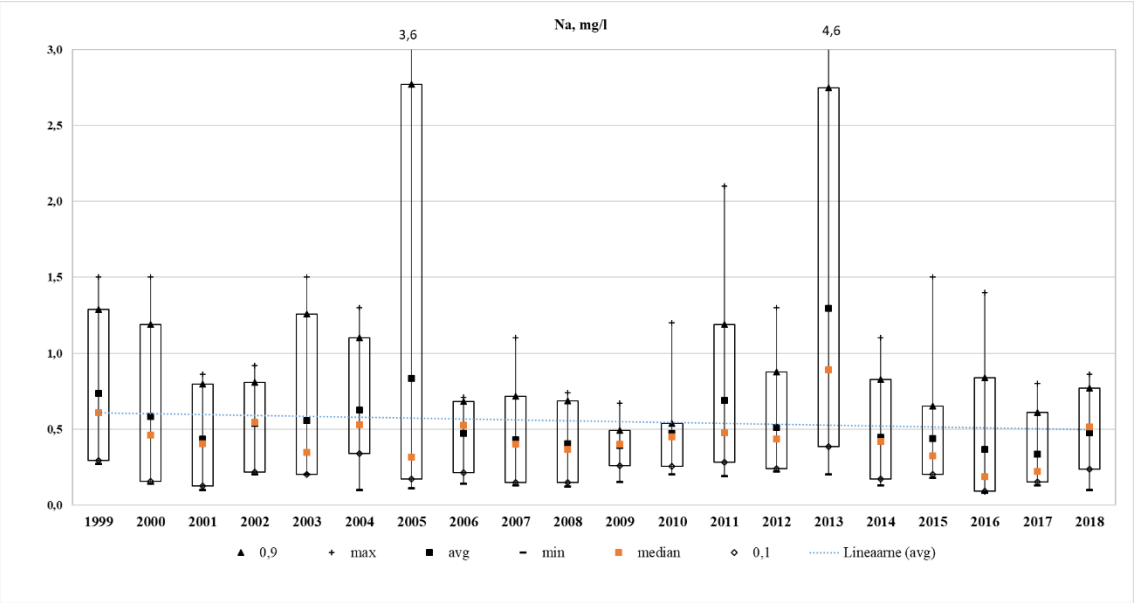
Joonis 117. Kaltsiumi kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,32 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal veebruaris 5,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastatel 2017-2018 talvekuudel. Aastatel 2000-2001 magneesiumi kontsentratsioon oli jaama keskmisest (0,32 mg/l) kontsentratsiooni väärtusest madalam. Kuid aastal 2002 see suurenes kuni 0,42 mg/l. Seejärel aastatel 2003-2009 Mg sisaldus oli pikaajalisest keskmisest väiksem, va aasta 2005, millal Mg sisaldus tõusis kuni 0,38 mg/l. Aastast 2010 Mg aasta keskmine kontsentratsioon suurenes ja püsis üle pikaajalise keskmise kuni 2013. aasta. Aastatel 2014-2016 aasta keskmine Mg sisaldus oli vahemikus 0,14-0,19 mg/l.



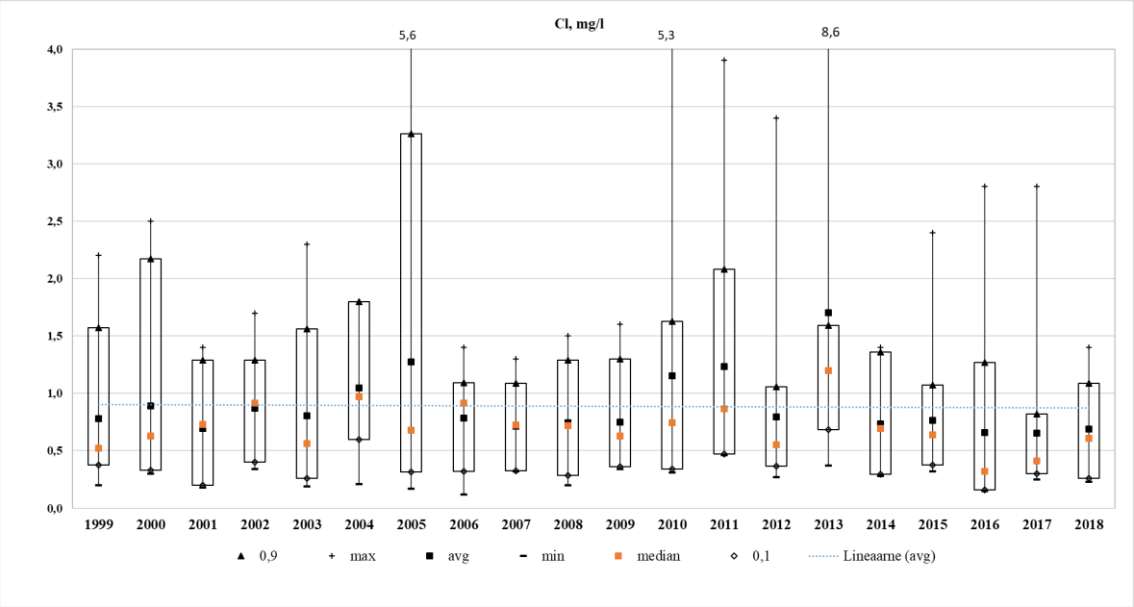
Joonis 118. Magneesiumi kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,55 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal oktoobris 4,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,08 mg/l) oli aastal 2016 märtsis. Aastatel 1999-2005 naatriumi aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 0,43-0,83 mg/l. Aastatel 2006-2010 oli Na sisaldus sademetes jaama keskmisest madalam, st alla 0,55 mg/l. Järgmistel aastatel Na sisaldus sademetes tõusis kuid 2014. aastast hakkas naatriumi sisaldus taaskord langema ning see oli kuni 2018. aastani alla 0,47 mg/l.



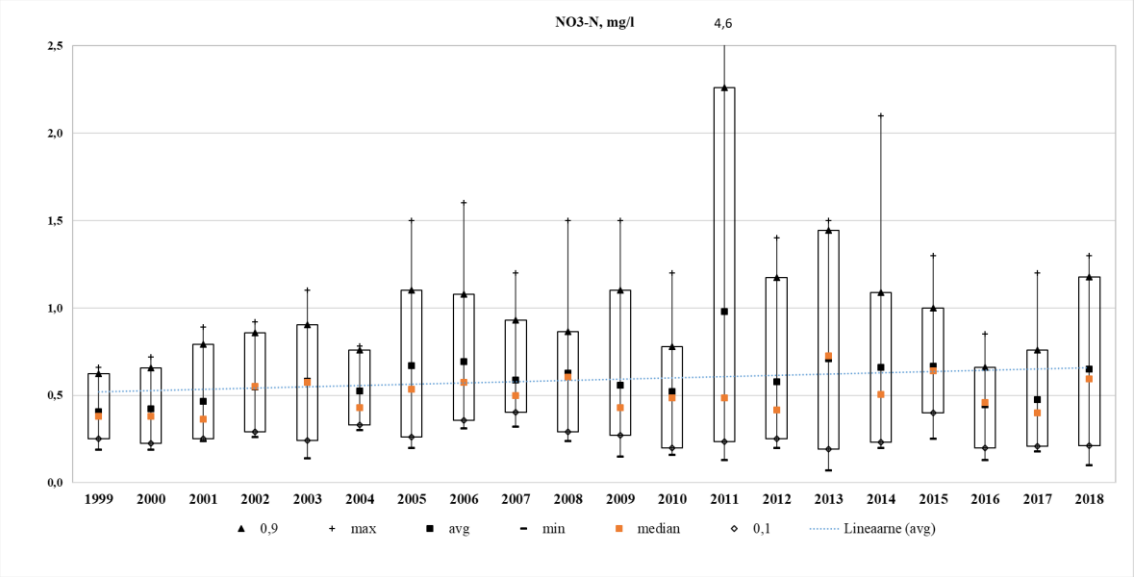
Joonis 119. Naatriumi kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 0,89 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal oktoobris 8,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,12 mg/l) oli aastal 2006 septembris. Aastatel 1999-2009 aasta keskmine Cl kontsentratsioon sademetes oli alla jaama pikaajalist keskmist kontsentratsiooni, va aastad 2004-2005, millal aasta keskmine aine sisaldus oli vahemikus 1,05-1,27 mg/l. Aastatel 2010-2013 kloriidi sisaldus sademetes tõusis ning ületas jaama pikaajalist keskmist, va aasta 2012 (0,80 mg/l). Aastal 2014 aasta keskmine kloriidi sisaldus jõudis taaskord alla jaama pikaajalist keskmist ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni.



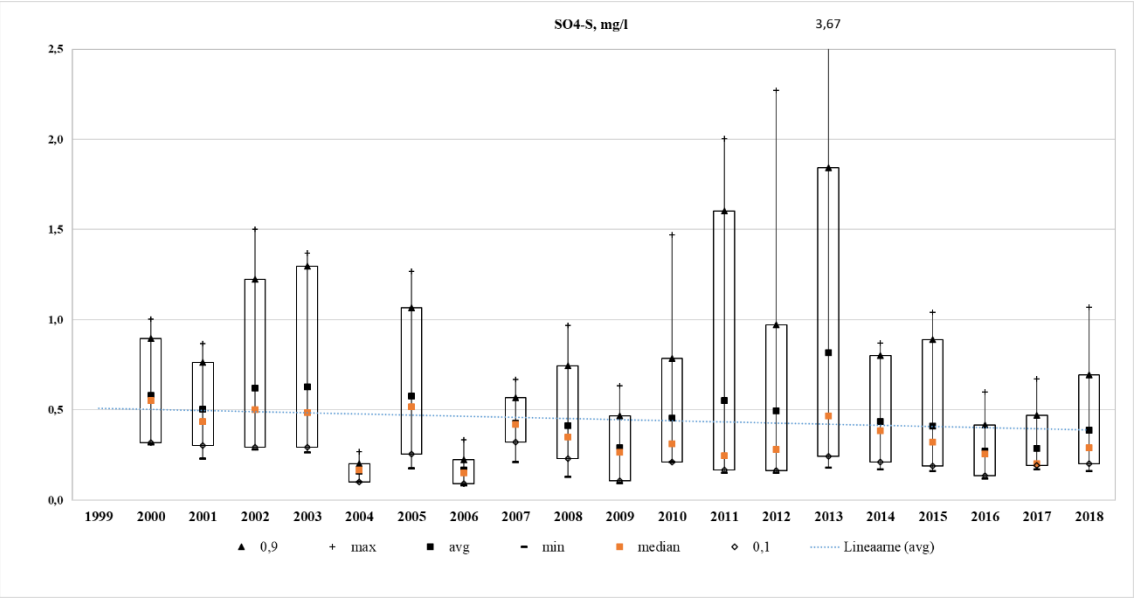
Joonis 120. Kloriidi kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,59 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2011. aastal maikuus 4,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,07 mg/l) oli aastal 2013 juulis. Aastatel 1999-2004 aine sisaldus oli jaama pikaajalisest keskmisest (0,59 mg/l) madalam. Aastatel 2005-2015 NO_3-N kontsentratsioon oli vahemikus 0,52-0,98 mg/l. Aastal 2016 aasta keskmine kontsentratsioon jõudis alla jaama pikaajalise keskmise, kuid püsis sellisena vaid 2017. aasta lõpuni. 2018. aasta keskmine aine kontsentratsioon on 0,65 mg/l.



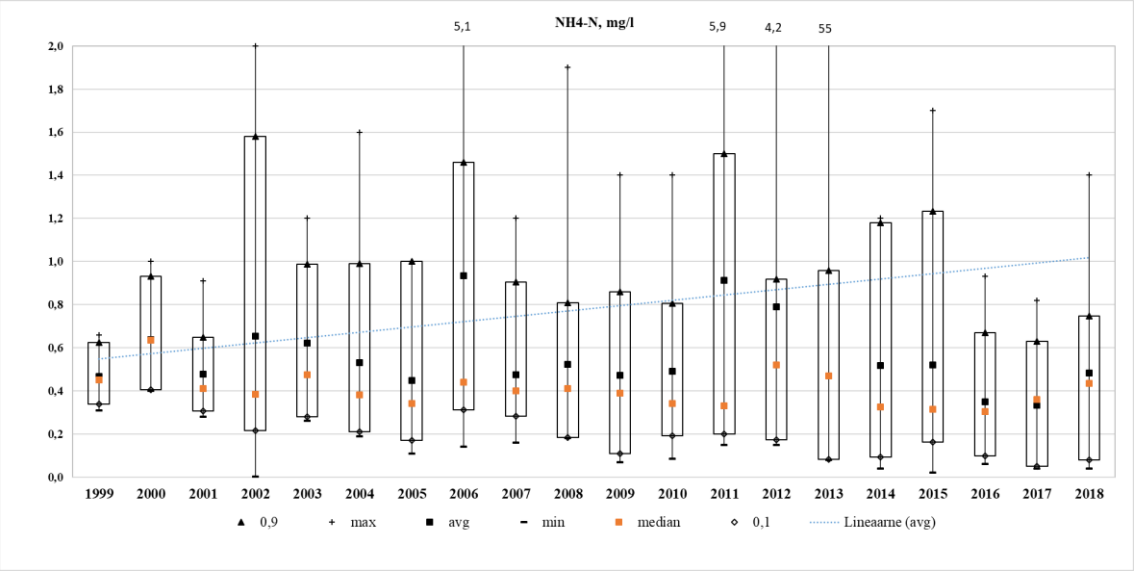
Joonis 121. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Loodi seirejaamas hakati sulfaatväävlit analüüsima alates 2000. aastast. Üheksateistkümne aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,45 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal septembris 3,67 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,08 mg/l) oli aastal 2006 septembris. Aastatel 2000-2005 SO4-S aasta keskmine sisaldus sademetes oli vahemikus 0,17-0,63 mg/l. Aastatel 2006-2010 aasta keskmine SO_4-S sisaldus oli alla jaama pikaajalist keskmist, st alla 0,45 mg/l. Aastast 2011 SO_4-S sisaldus kasvas ning aastani 2013 aasta keskmine aine sisaldus jaama pikaajalisest keskmisest suurem. Kuid alates aastast 2014 SO_4-S aasta keskmine kontsentratsioon jõudis taas alla jaama keskmist sisaldust ning püsis sellisena 2018. aastani.



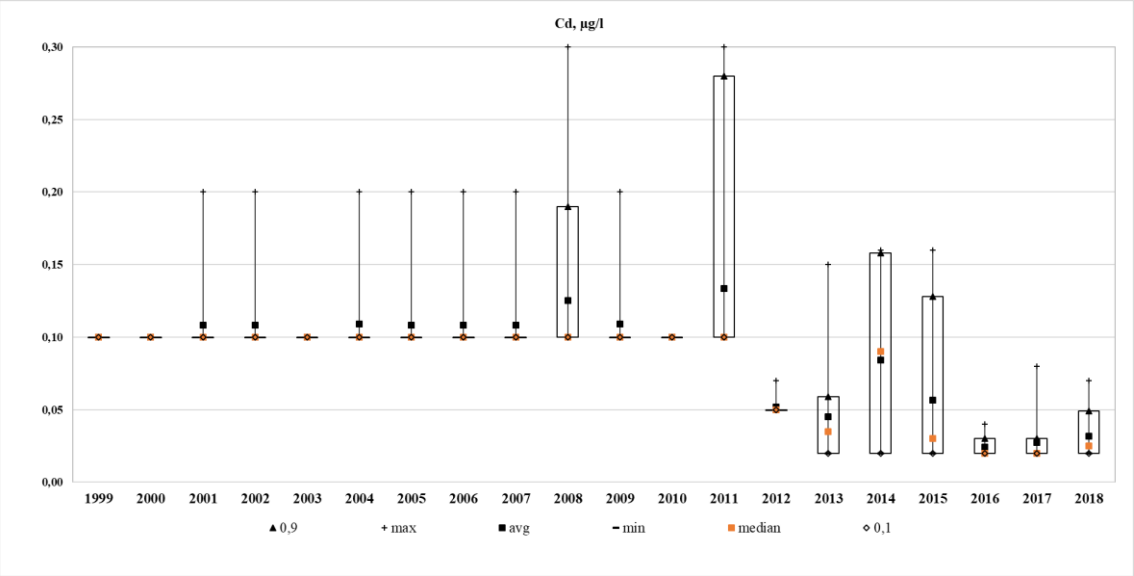
Joonis 122. Sulfaatväävli kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,78 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal septembris 55,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,003 mg/l) oli aastal 2002 detsembris. Aastatel 1999-2010 NH_4-N oli alla jaama pikaajalist keskmist, st jäi alla 0,78 mg/l. Välja arvatud aasta 2006, millal aine kontsentratsioon tõusis kuni 0,94 mg/l. Aastatel 2011-2013 oli aine kontsentratsioon pikaajalisest keskmisest kõrgem ning aastal 2013 oli mõõdetud jaama maksimaalne ammooniumlämmastiku kontsentratsioon. Alates 2014. aastast ammooniumlämmastikus sisaldus langes ning kuni 2018. aasta lõpuni jäi alla jaama keskmist.



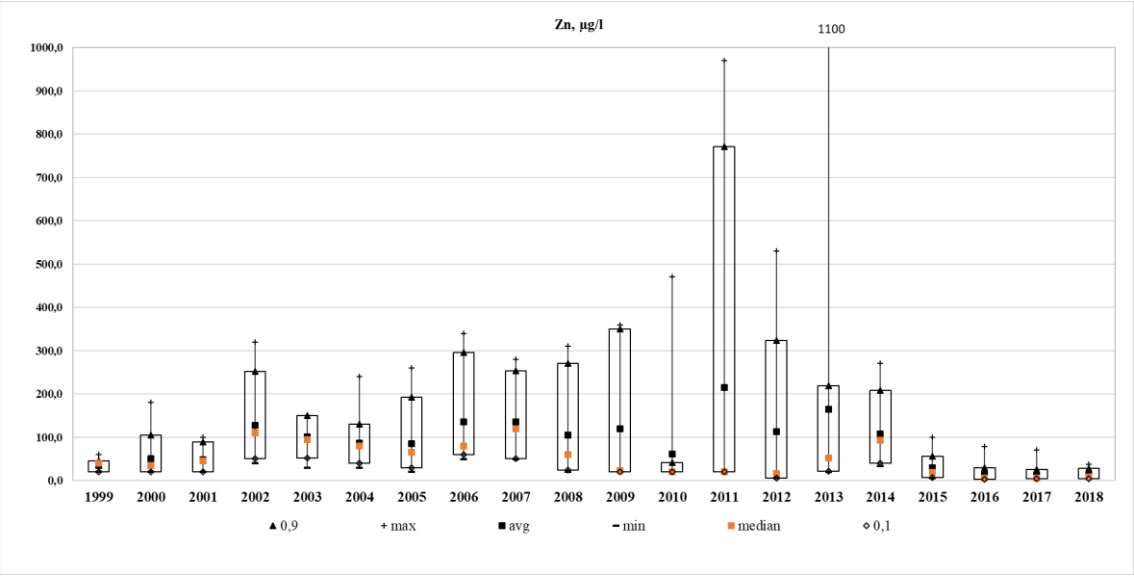
Joonis 123. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,09 µg/l ning maksimaalne väärtus oli aastatel 2008 ja 2011 aprillis 0,3 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,02 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastatel 2013-2018. Aastatel 1999-2011 kaadmiumi aasta keskmine kontsentratsioon ületas jaama pikaajalist keskmist. Aastast 2012 Cd aasta keskmine sisaldus sademetes on langenud, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega, ning Cd aasta keskmine kontsentratsioon on alla jaama pikaajalise keskmise, st alla 0,09 µg/l. Aastatel 1999-2011 minimaalne kontsentratsioon oli iga aasta 0,1 µg/l. Alates 2012. aastast maksimaalne aine sisaldus oli alla 0,16 µg/l.



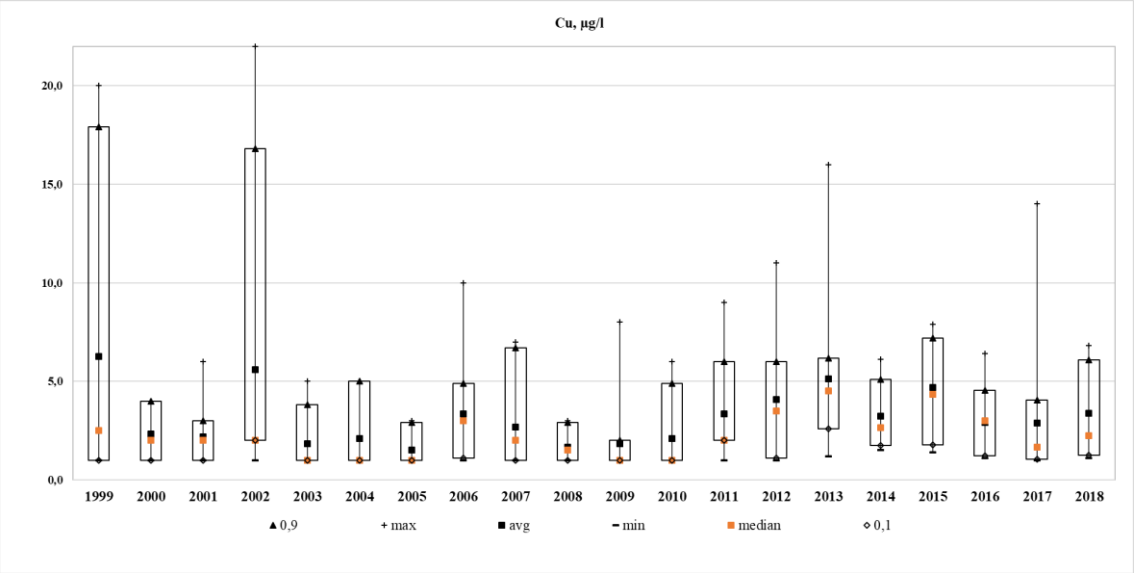
Joonis 124. Kaadmiumi kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 88,01 µg/l ning maksimaalne väärtus oli aastal 2013 aprillis 1100,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (3,3 µg/l) oli aastatel 2016 ja 2018 suvekuudel. Aastatel 1999-2005 aasta keskmine tsingi kontsentratsioon oli vahemikus 35,0-127,5 µg/l. Aastatel 2006-2009 ja 2011-2014 oli aasta keskmine Zn kontsentratsioon pidevalt jaama pikaajalisest (88,09 µg/l) suurem. Alates aastast 2016 on Zn väärtus võrreldes varasemate aastatega üsna väike. See jääb keskmiselt alla 15,0 µg/l. Aastatel 1999-2011 aasta minimaalsed kontsentratsioonid olid vahemikus 20-50 µg/l, alates 2012. aastast see on alla 20 µg/l, va aasta 2014, millal minimaalne Zn kontsentratsioon oli 34 µg/l.



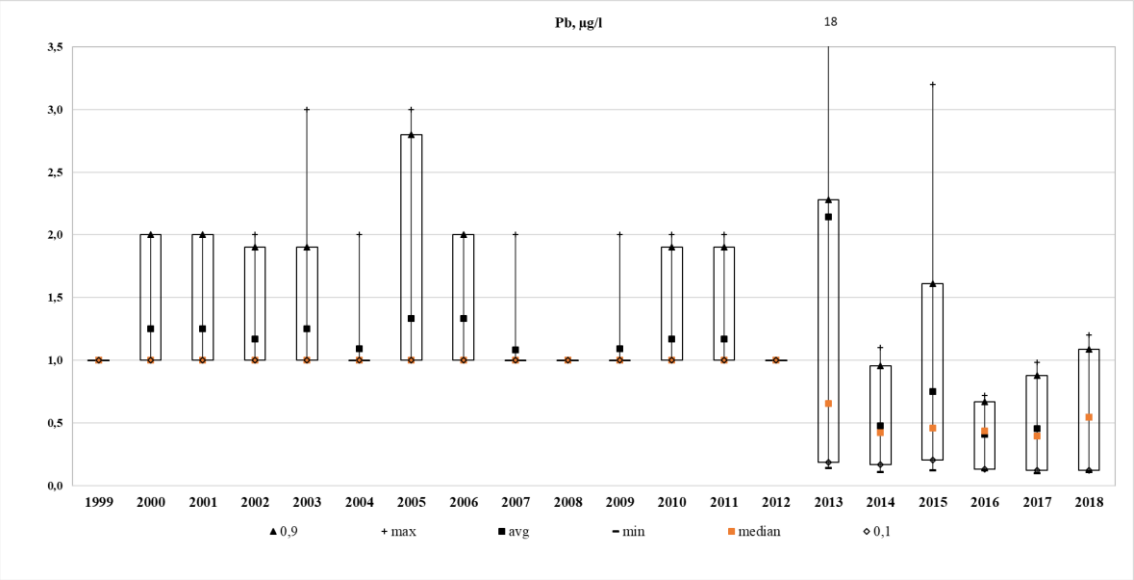
Joonis 125. Tsingi kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 3,15 µg/l ning maksimaalne väärtus oli aastal 2002 maikuus 22,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1,0 µg/l) oli aastatel 1999-2012 ja 2017. Alates 2013. aastast minimaalne aine kontsentratsioon tõusis ning ületas 1,0 µg/l. Aastatel 1999-2002 Cu aasta keskmine kontsentratsioon sademetes oli vahemikus 2,17-6,26 µg/l. Vase aasta keskmine sisaldus on alates aastast 2003 langenud ning jõudnud alla jaama pikaajalist keskmist (3,15 µg/l) Cu kontsentratsiooni. Aastast 2011 Cu sisaldus sademetes tõusis ning 2016. aastani see oli üle pikaajalise keskmise. Aastatel 2016-2017 Cu aasta keskmine kontsentratsioon oli 2,88-2,91 µg/l ning 2018. aasta keskmine kontsentratsioon oli 3,38 µg/l, mis on pikaajalisest keskmisest suurem.



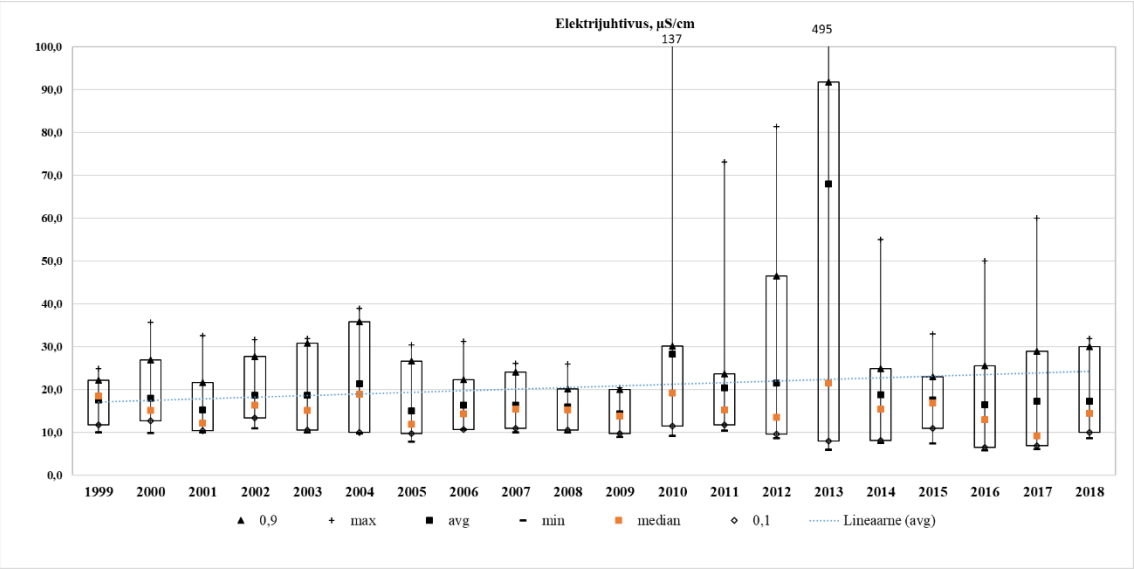
Joonis 126. Vase kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 1,05 µg/l ning maksimaalne väärtus oli aastal 2013 märtsis 18,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,1 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli 2017. aasta augustis. Aastatel 1999-2012 Pb kontsentratsioon varieerus vahemikus 1-1,33 µg/l, aastal 2013 tõusis aasta keskmine kontsentratsioon maksimumini, milleks oli 2,14 µg/l. Seejärel Pb aasta keskmine sisaldus sademetes langes ja aastatel 2014-2018 see oli alla jaama pikaajalise aasta keskmise plii kontsentratsiooni, st alla 1,05 µg/l. Aastatel 1999-2012 aasta minimaalne mõõdetud kontsentratsioon oli pidevalt 1 µg/l ning alates 2013. aastast alla 0,15 µg/l. Tõenäoliselt see on seotud määramismetoodika täpsustumisega



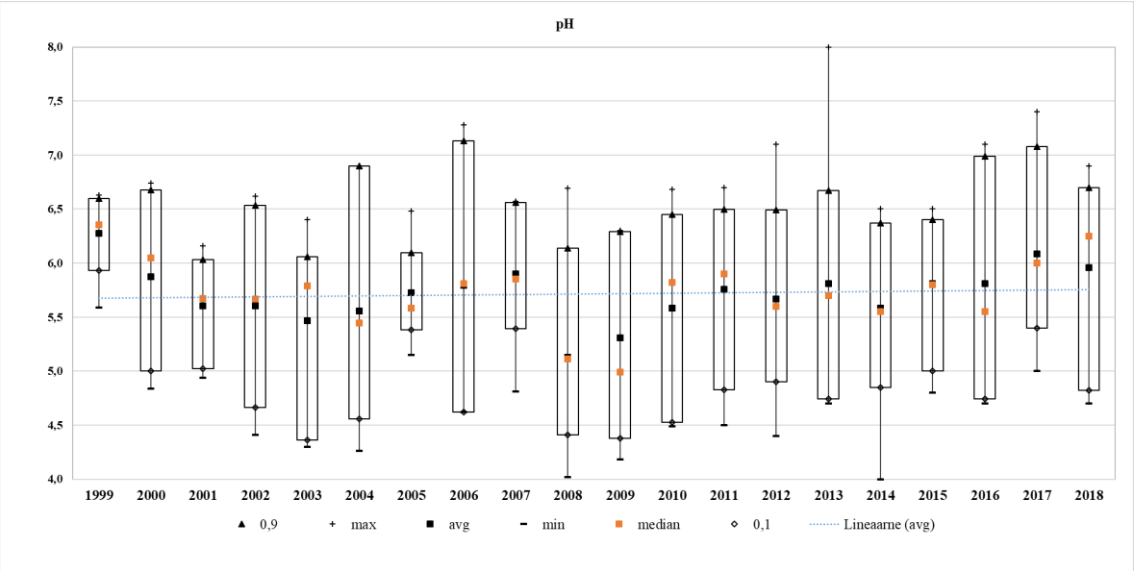
Joonis 127. Plii kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine elektrijuhtivus on 20,71 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli aastal 2013 septembris 495,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (5,9 µS/cm) oli 2016. aasta juulis. Antud jaamas võetud proovide alusel elektrijuhtivus oli iga aasta alla jaama pikaajalist keskmist (20,71 µS/cm) välja arvatud neli aastat. Aastatel 2004, 2010, 2012 ja 2013 elektrijuhtivus oli kahekümne aasta keskmise kontsentratsioonist kõrgem.



Joonis 128. Elektrijuhtivus Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

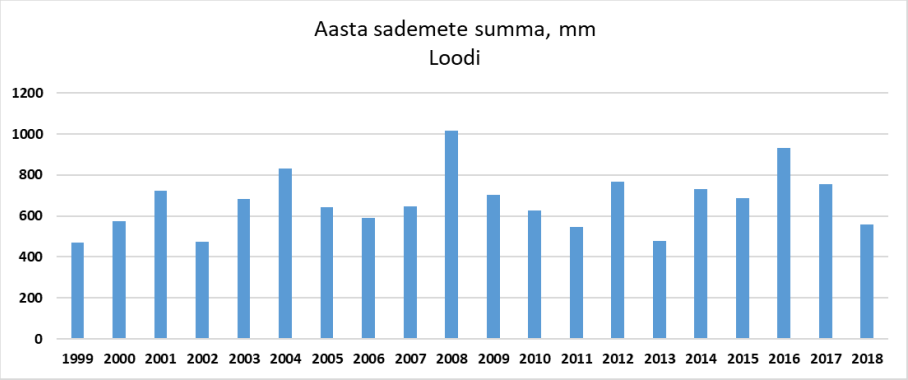
Kahekümne aasta keskmine pH on 5,71, mis tähendab, et Loodi seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide piiris. Maksimaalne pH oli mõõdetud aastal 2013 septembris, sel ajal pH oli 8, mis tähendab nõrgalt leelist keskkonda. Sademete vesinikueksponent jääb 4 ja 8 piirides. Aastatel 2000-2007, 2010-2018 oli aasta keskmine pH normide (5,6-6,1) piirides, mis tähendab nõrka kontsentratsiooni happelist ainet, va aasta 2003, millal pH oli 5,47. Aastatel 2008 ja 2009 oli pH alla normide.



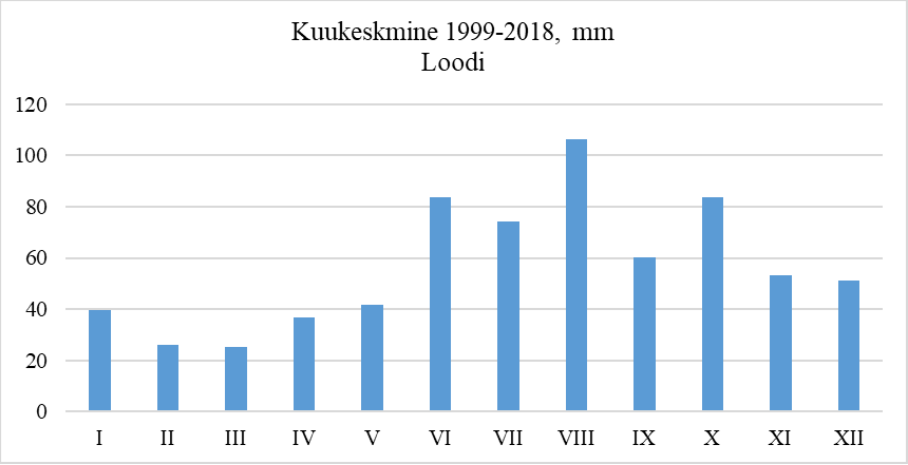
Joonis 129. pH kontsentratsioon Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

Sademete hulga analüüsi puhul ma ei võta arvesse 1999. aasta sademete summat, kuna meile on kättesaadavad sademete hulga andmed alates maikuust. Üheksateistkümne aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2008, millal aasta

jooksul sadas 1015 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2008. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 2001 (721 mm), 2004 (830 mm), 2009 (704 mm), 2012 (768 mm), 2014 (733 mm), 2016 (932 mm) ja 2017 (754 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 2002. aasta, millal sadas vaid 472,5 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuu on olnud august (kuukeskmine 106,27 mm, norm – 83 mm) ning kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 25,32 mm, norm – 37 mm).



Joonis 130. Aasta sademete summa Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

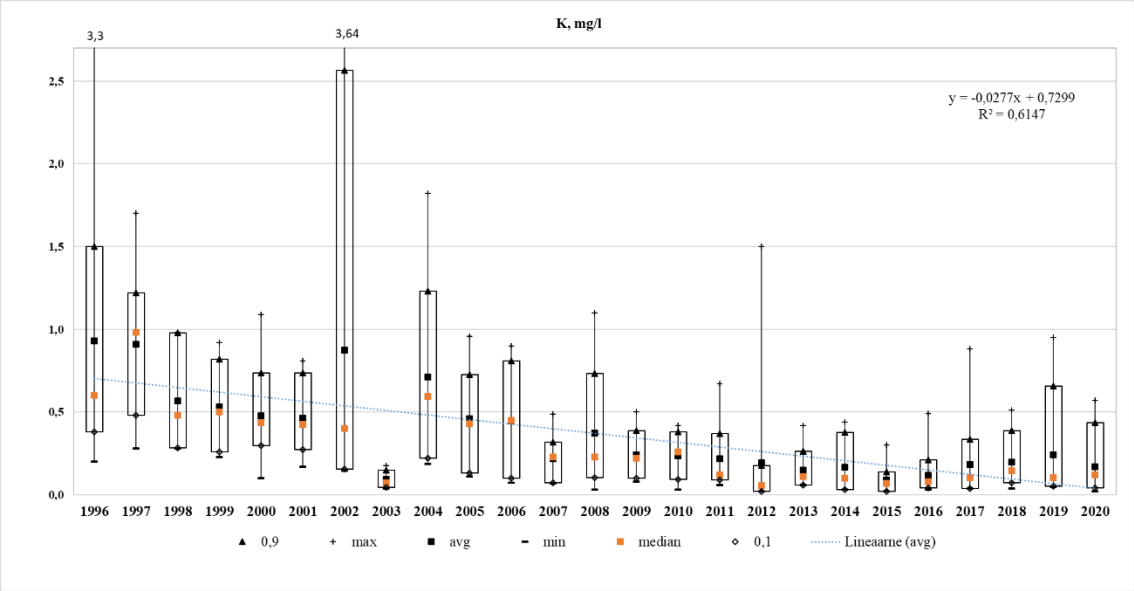


Joonis 131. Kuukeskmine sademete hulk Loodi seirejaamas aastatel 1999-2018

3.9 Lääne-Nigula seirejaam

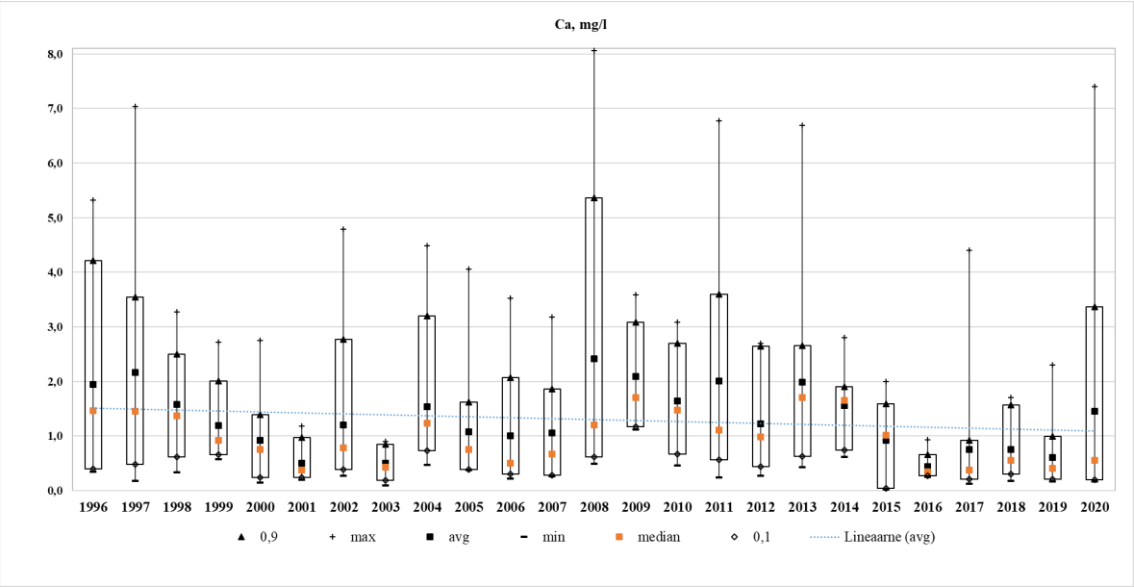
Lääne-Nigula seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1996 ning antud sademete seirejaam töötab tänapäevani. Kahekümne viie aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,37 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal aprillis 3,64 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2012 ja 2015 suvekuudel. Aastatel 1996-2006 oli kaaliumi aasta keskmine kontsentratsioon

vahemikus 0,45-0,93 mg/l, mis on üle pikaajalist K keskmist väärtust, st üle 0,37 mg/l. Välja arvatud aasta 2003, millal aasta keskmine K sisaldus oli 0,09 mg/l. Alates aastast 2007 aasta keskmine kontsentratsioon on jõudnud alla pikaajalist K kontsentratsiooni ning on püsinud alla 0,37 mg/l 2020. aasta lõpuni. Kaaliumi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,61, mis tähendab, et K Lääne-Nigula seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



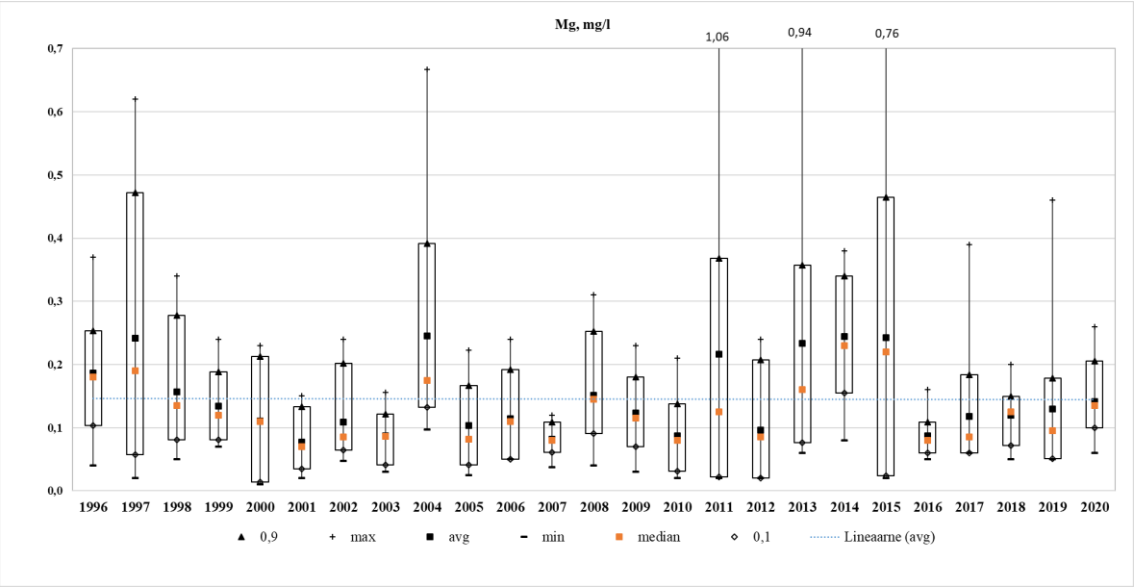
Joonis 132. Kaaliumi kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 1,30 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal aprillis 3,64 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2015 suvekuudel. Aastatel 1996-2001 on Ca aasta keskmine kontsentratsioon olnud langemas ning nende aastate jooksul aine aasta keskmine sisaldus sademetes on langenud kuni 0,50 mg/l. Aastast 2002 Ca sisaldus hakkas tõusma ning aastal 2008 oli mõõdetud maksimaalne Ca sisaldus. Alates aastast 2009 hakkas Ca kontsentratsioon taaskord langema, kuid viimastel aastatel aine sisaldus oli tõusmas ja aastal 2020 aasta keskmine aine sisaldus oli üle pikaajalise keskmise.



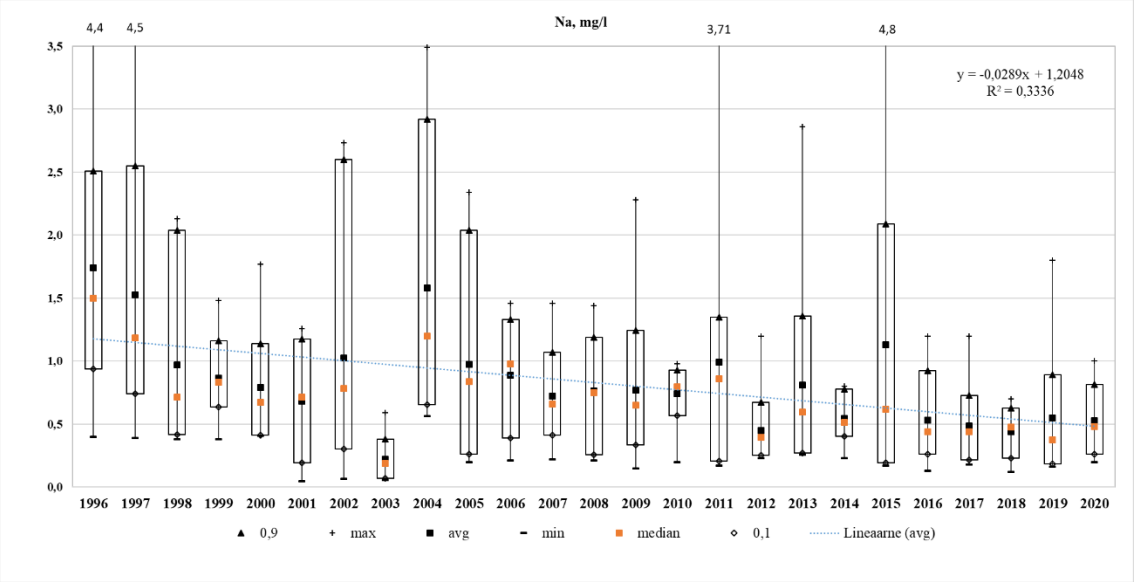
Joonis 133. Kaltsiumi kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,15 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2011. aastal oktoobris 1,06 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2000 talvekuudel. Aastatel 1999-2012 Mg aasta keskmine kontsentratsioon oli pikaajalisest madalam, va aastad 2004 ja 2011, millal aasta keskmine Mg sisaldus oli pikaajalisest kontsentratsioonist kõrgem. Alates 2013. aastast Mg kontsentratsioon tõusis ning 2015. aastani see oli jaama keskmisest kõrgem, kuid juba aastal 2016 Mg sisaldus sademetes hakkas langema ning 2020 aasta lõpuni püsis alla 0,15 mg/l.



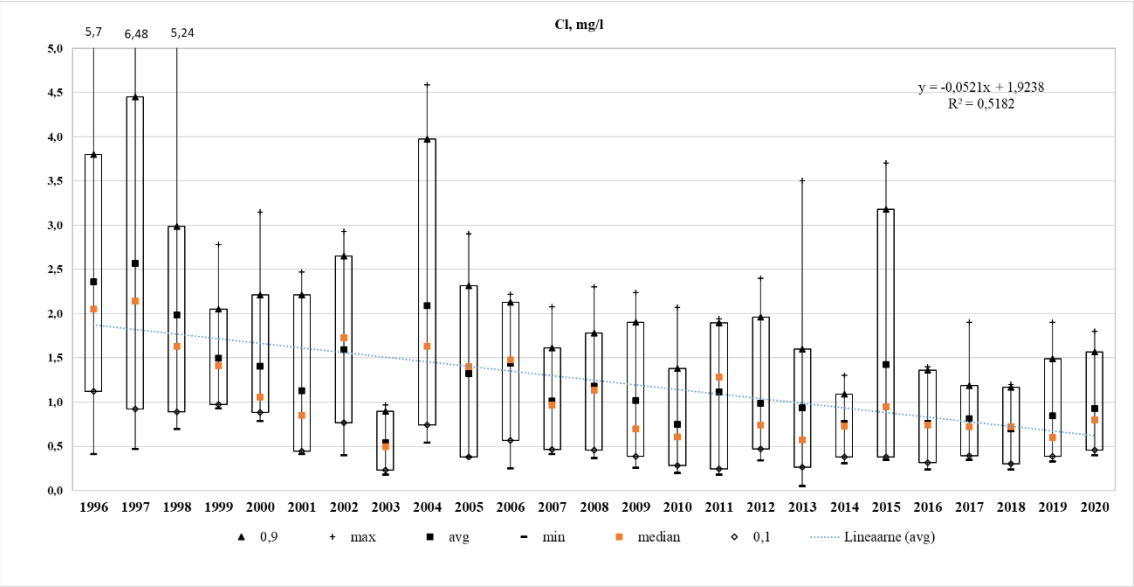
Joonis 134. Magneesiumi kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,83 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal märtsis 4,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli 2001. aasta augustis. Aastatel 1996-1999 oli naatriumi kontsentratsioon sademetes jaama pikaajalisest keskmisest (0,83 mg/l) kõrgem. See oli vahemikus 0,86-1,74 mg/l. Aastatel 2000-2001 Na sisaldus langes, kuid aastal 2002 Na sisaldus sademetes taaskord tõusis üle pikaajalise keskmise. Aastast 2007 aasta keskmine aine kontsentratsioon on taas jõudnud alla jaama keskmise ja püsinud sellisena 2020. aasta lõpuni. Välja arvatud aastad 2011 ja 2015. Naatriumi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,33, mis tähendab, et Na Lääne-Nigula seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



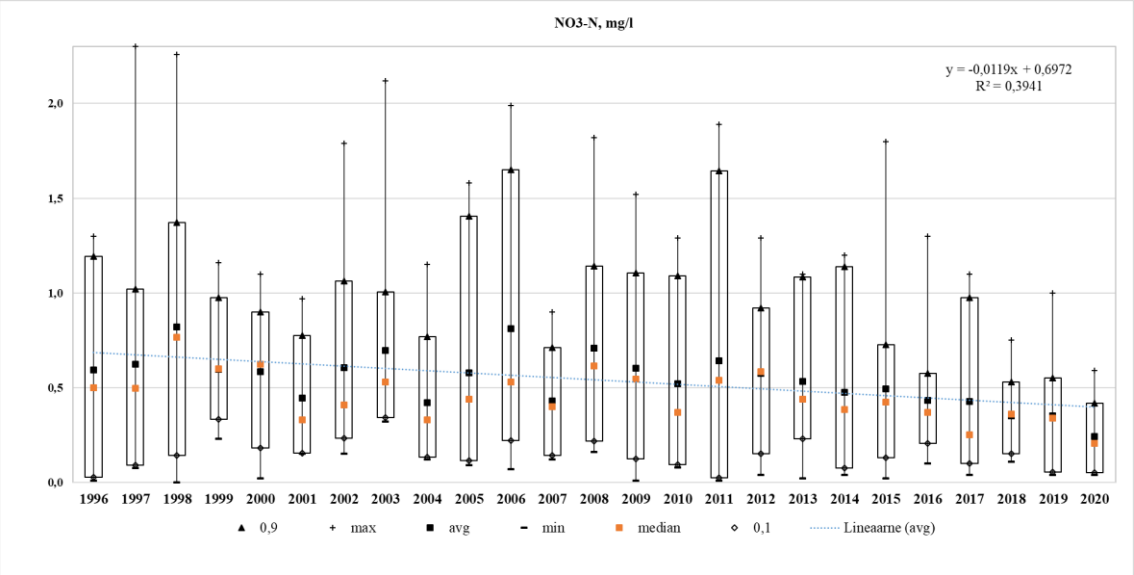
Joonis 135. Naatriumi kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 1,25 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1997. aastal märtsis 6,48 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 2013 jaanuaris. Aastatel 1996-2006 oli kloriidi sisaldus üle jaama pikaajalise keskmise, st üle 1,25 mg/l. Välja arvatud aastad 2001 ja 2003, millal Cl sisaldus oli väiksem. Alates aastast 2007 on kloriidi sisaldus vähenenud ning langenud alla jaama pikaajalise keskmise. Viimaste aastate jooksul on vaid 2015. aastal Cl aasta keskmine sisaldus ületanud jaama keskmise ning see oli 1,43 mg/l. Kloriidi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,52, mis tähendab, et Cl Lääne-Nigula seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



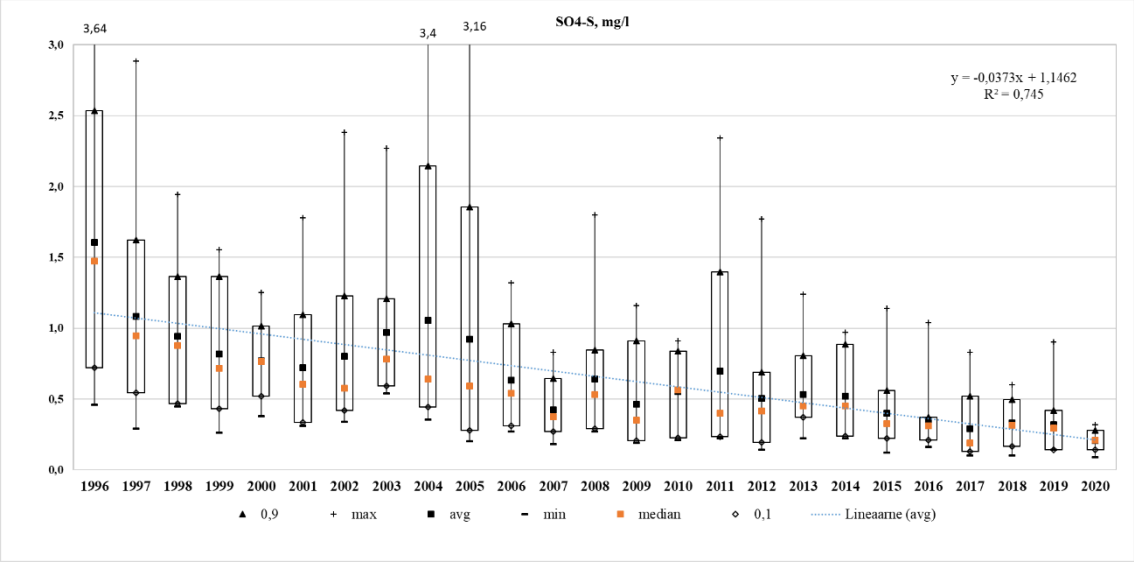
Joonis 136. Kloriidi kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,54 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1997. aastal jaanuaris 2,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,001 mg/l) oli aastal 1998 juulis. Aastatel 1996-2000 oli NO_3-N kontsentratsioon jaama pikaajalisest keskmisest kõrgem, st üle 0,55 mg/l. Aastatel 2001-2012 NO_3-N kontsentratsioon oli vahemikus 0,42-0,81, kuid aastast 2013 aine kontsentratsioon jõudis alla jaama keskmise ning püsis kuni 2020. aasta lõpuni. Nitraatlämmastiku aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,39, mis tähendab, et NO_3-N Lääne-Nigula seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



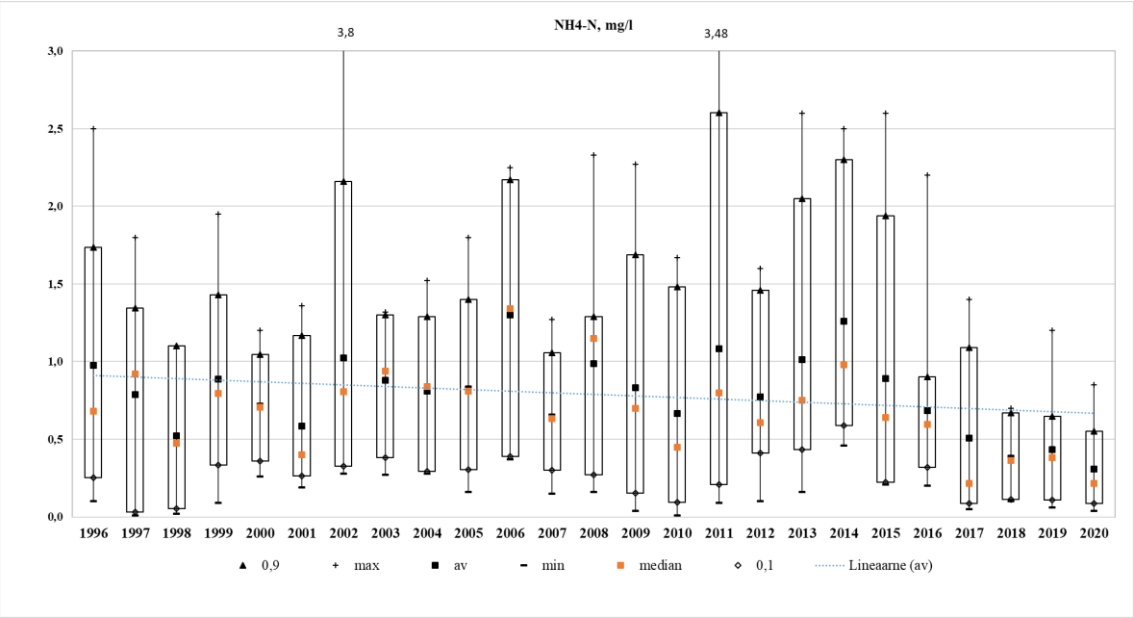
Joonis 137. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,66 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1996. aastal märtsis 3,64 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,09 mg/l) oli aastal 2020 juulis. Aastatel 1996-2005 SO_4-S kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest kontsentratsioonist suurem. Kuid alates aastast 2006 aine sisaldus sademetes hakkas langema ja jõudis alla jaama keskmise ning püsis sellisena kuni 2020. aasta lõpuni. Välja arvatud aasta 2011, millal SO_4-S kontsentratsioon oli tõusnud ning aasta keskmine aine sisaldus oli 0,70 mg/l. Sulfaatväävli aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,75, mis tähendab, et SO_4-S Lääne-Nigula seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



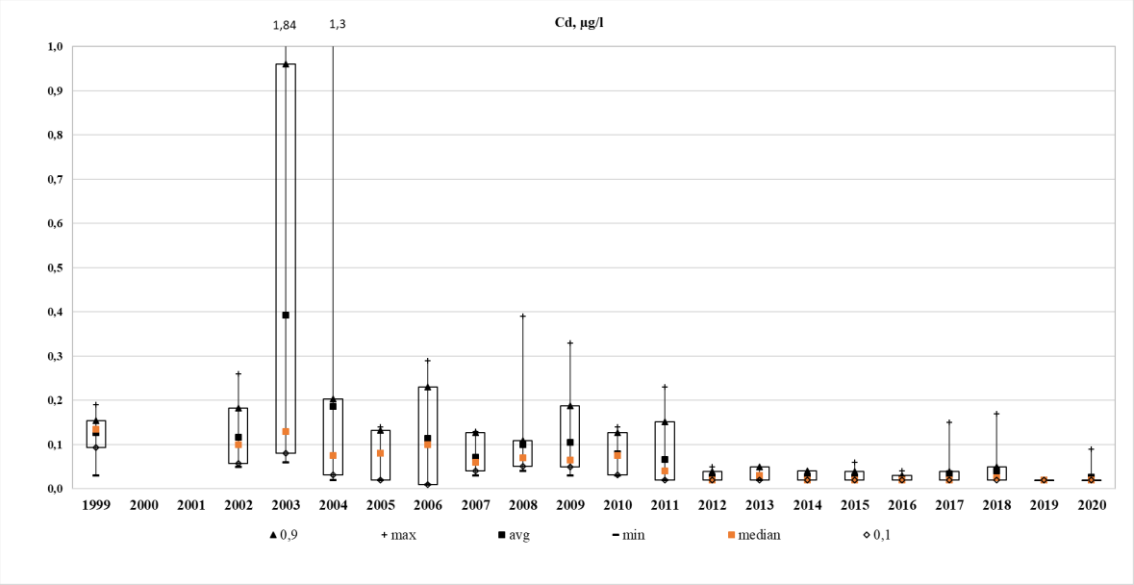
Joonis 138. Sulfaatväävli kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,79 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal maikuus 3,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,008 mg/l) oli aastal 2010 augustis. Ammooniumlämmastiku aasta keskmine sisaldus aastatel 1996-2001 oli vahemikus 0,52-0,98 mg/l. Alates aastast 2002 NH_4-N sisaldus tõusis ning kuni 2006. aastani oli see jaama keskmisest kõrgem. Pidevalt alla jaama pikaajalist keskmist NH_4-N kontsentratsioon sademetes jõudis alles aastal 2016 ning oli püsivalt alla 0,79 mg/l kuni 2020. aasta lõpuni.



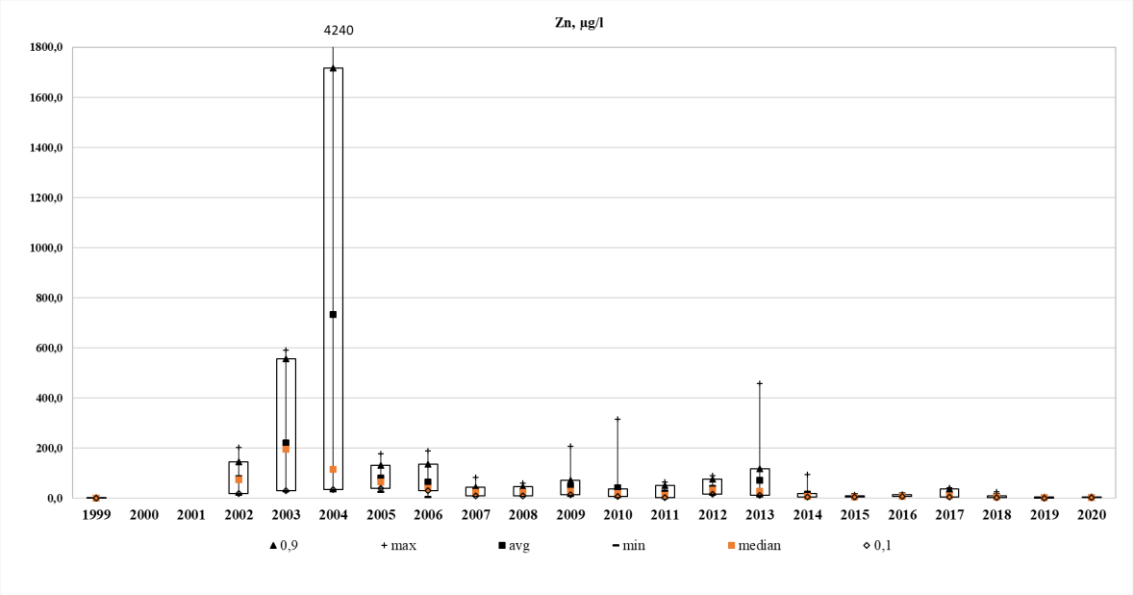
Joonis 139. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Ohtlike aineid sademetes hakati uurima alates 1999. aastast, kuid aastal 2000 see oli peatatud ja taaskord uuringud hakati tegema aastast 2002. Kahekümne kahe aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,08 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2003. aastal detsembris 1,84 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli aastal 2006 veebruaris. Aastatel 1999, 2002-2009 oli Cd kontsentratsioon sademetes stabiilselt üle jaama pikaajalise keskmise, st üle 0,08 µg/l. Alates aastast 2010 jõudis Cd aasta keskmine kontsentratsioon alla jaama keskmise ja püsis alla 0,08 µg/l. Alates aastast 2011 on pidevalt iga aasta mõõdetud aasta minimaalne Cd kontsentratsioon 0,02 µg/l. Alates 2011. aastast maksimaalne Cd kontsentratsioon oli alla 0,23 µg/l.



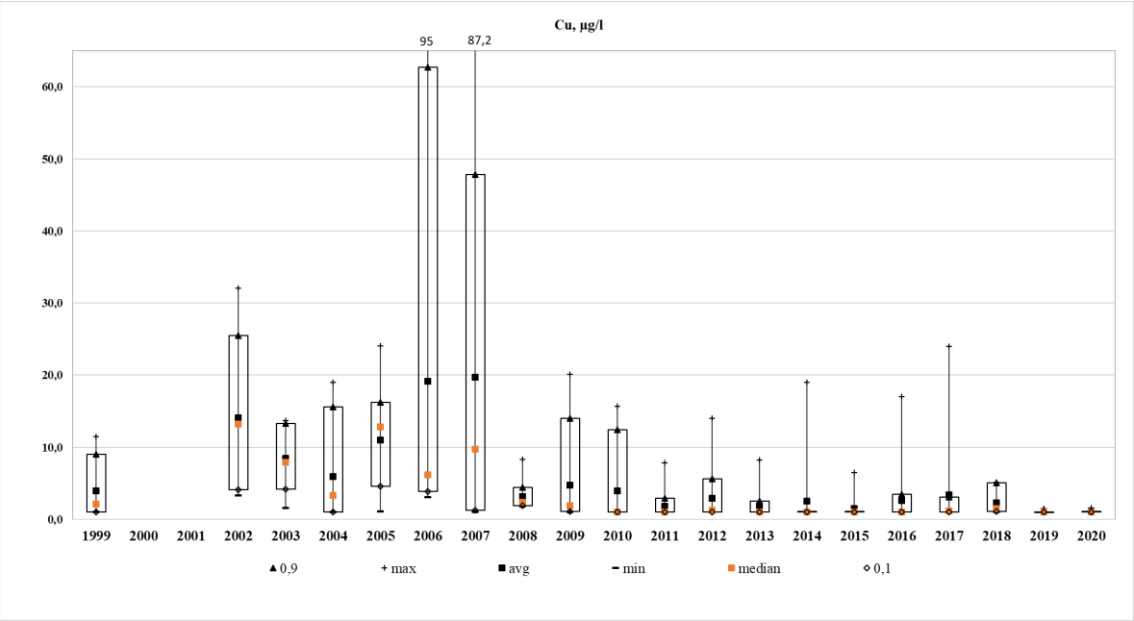
Joonis 140. Kaadmiumi kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 75,36 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2004. aastal jaanuaris 4240,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 µg/l) oli aastal 1999 novembris. Aastatel 2002-2005 aasta keskmine tsingi sisaldus sademetes oli vahemikus 78,86-731,83 µg/l. Alates aastast 2006 on Zn aasta keskmine kontsentratsioon langemas, ning see jääb alla jaama pikaajalise keskmise, st alla 75,36 µg/l. Aastatel 2015-2020 aasta keskmine Zn kontsentratsioon oli vahemikus 1,99-14,07 µg/l.



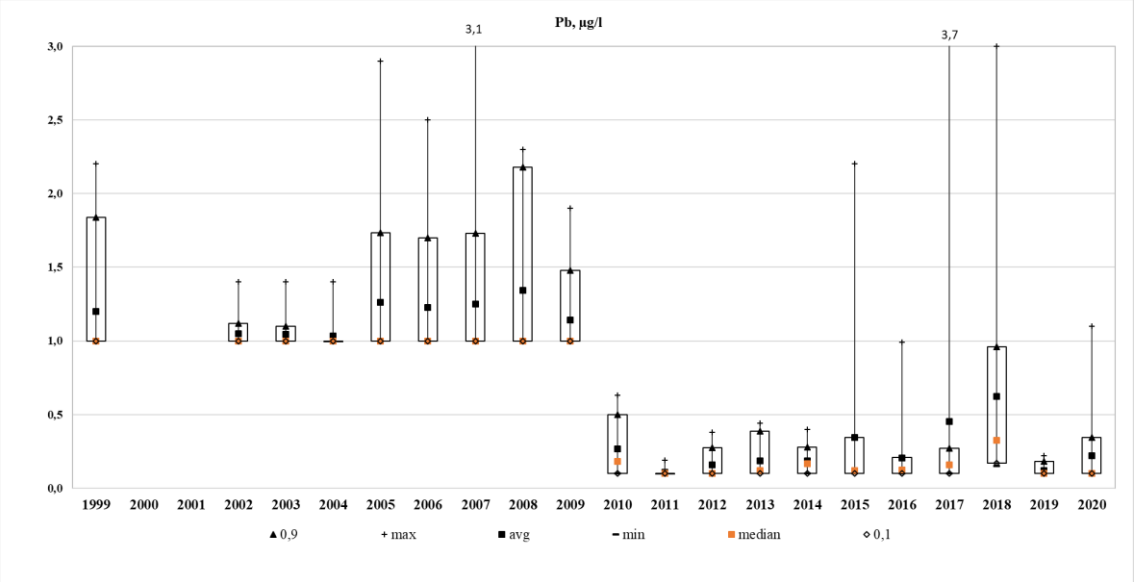
Joonis 141. Tsingi kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 5,75 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal septembris 95,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1 µg/l) oli aastatel 1999, 2007, 2009-2020. Aastatel 2002-2007 aasta keskmine Cu kontsentratsioon oli vahemikus 5,91-19,68 µg/l. Alates aastast 2008 hakkas vase aasta keskmine sisaldus sademetes langema ja see jäi jaama pikaajalisest keskmisest väärtusest alla, st alla 5,75 µg/l, ning püsis sellisena kuni 2020. aasta lõpuni.



Joonis 142. Vase kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

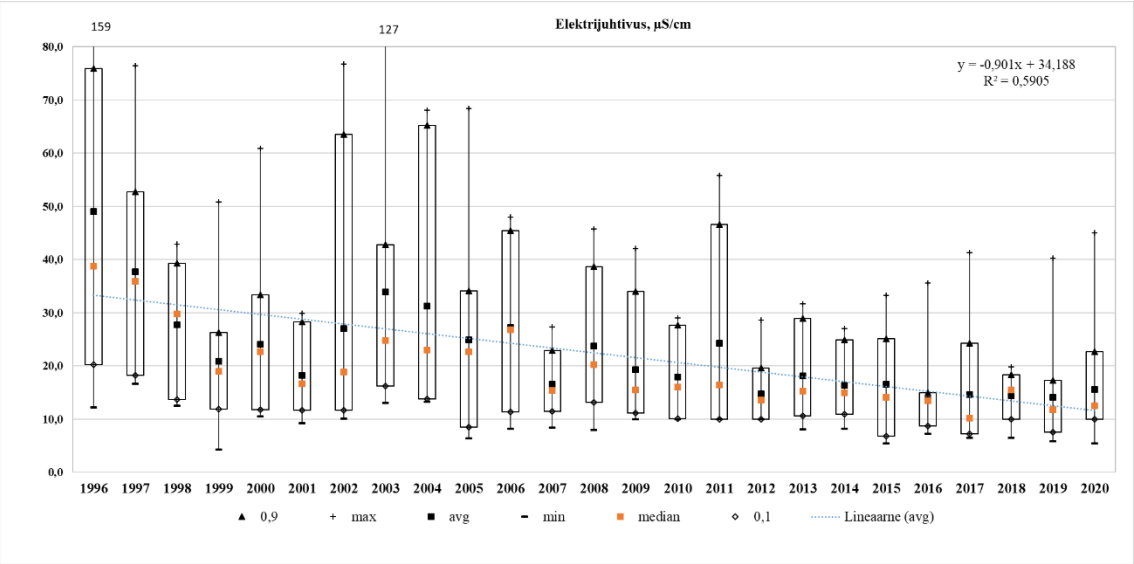
Kahekümne kahe aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,67 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2017. aastal augustis 3,7 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,1 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastatel 2010-2017 ja 2019-2020. Aastatel 1999, 2002-2009 plii aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 1,05-1,34 µg/l ning alates aastast 2010 aasta keskmine Pb kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega.



Joonis 143. Plii kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

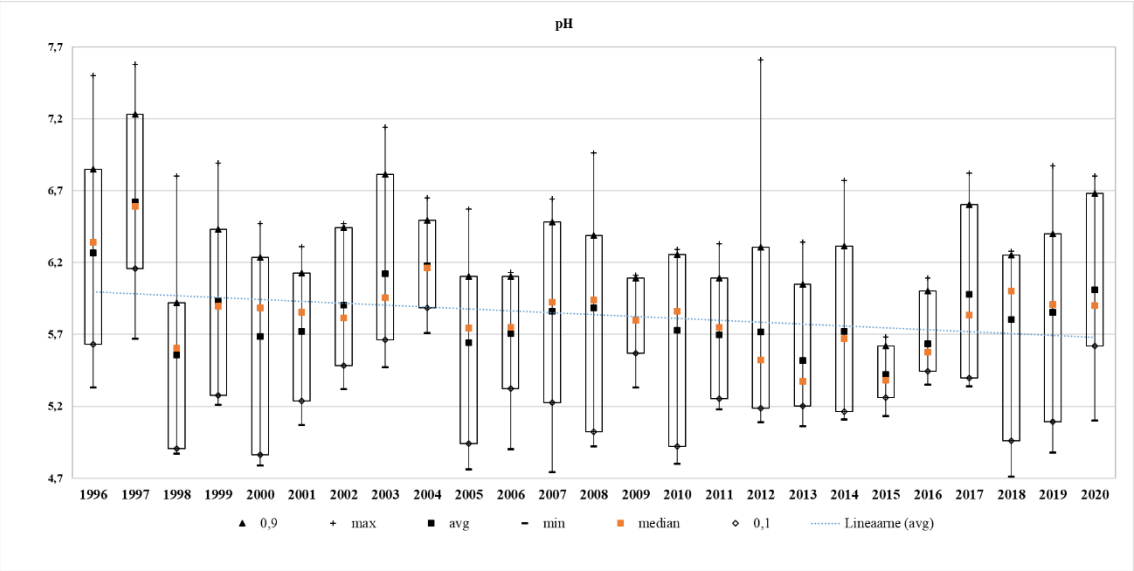
Kahekümne viie aasta keskmine plii elektrijuhtivus on 22,47 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 1996. aastal augustis 159 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (4,26

µS/cm) oli aastal 1999 juulis. Aastatel 1996-2006 elektrijuhtivus oli pikaajalise keskmise kontsentratsioonist (22,47 µS/cm) kõrgem, va aastad 1999 ja 2001, millal elektrijuhtivust sademetes oli väiksem. Aastatel 2007-2011 oli see vahemikus 16,49-24,28 µS/cm, kuid alates aastast 2012 elektrijuhtivus sademetes langes alla jaama pikaajalise aastakeskmise ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni. Elektrijuhtivuse aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,59, mis tähendab, et elektrijuhtivus Lääne-Nigula seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



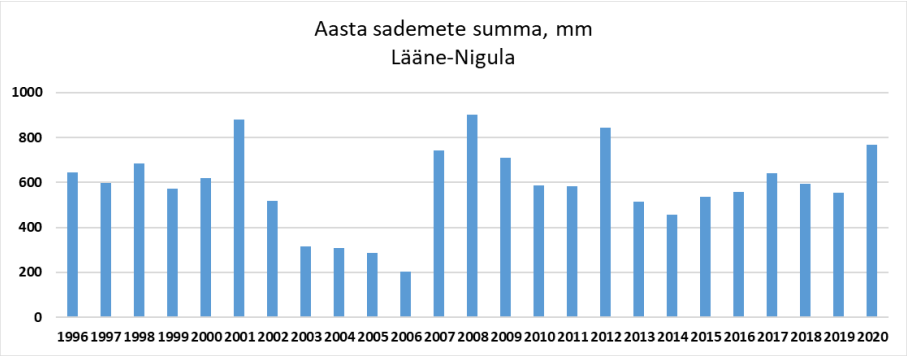
Joonis 144. Elektrijuhtivuse kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta keskmine pH on 5,84, mis tähendab, et Lääne-Nigula seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide piirist. Maksimaalne pH (7,61) oli mõõdetud aastal 2012 novembris, mis tähendab, et sademed olid sel ajal neutraalsed ning see jäi normist kõrgemale. Samal aastal oli aga aasta keskmine pH väärtus 5,73, mis jääb normide piiris. Aastatel 1998-2020 pH aasta keskmine väärtus on jäänud normide piiris (5,6-6,1).

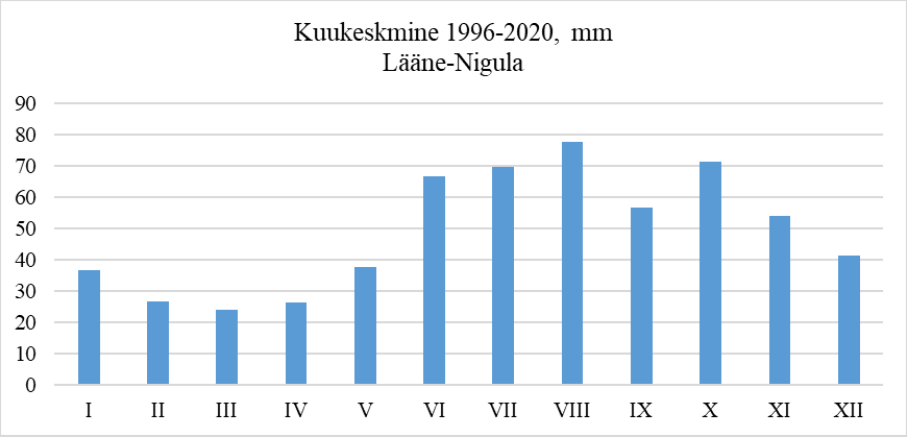


Joonis 145. pH kontsentratsioon Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

Kahekümne viie aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2008, millal aasta jooksul sadas 903,58 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2008. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 2001 (880,7 mm), 2007 (741,8 mm), 2009 (709 mm), 2012 (842,98 mm) ja 2020 (767,2 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 2006. aasta, millal sadas vaid 201,56 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 77,80 mm, norm – 83 mm) ja oktoober (kuukeskmine 71,44 mm, norm – 74,00 mm), kuid oktoobri sademete hulk jääb normidest alla. Kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 23,95 mm, norm – 37 mm).



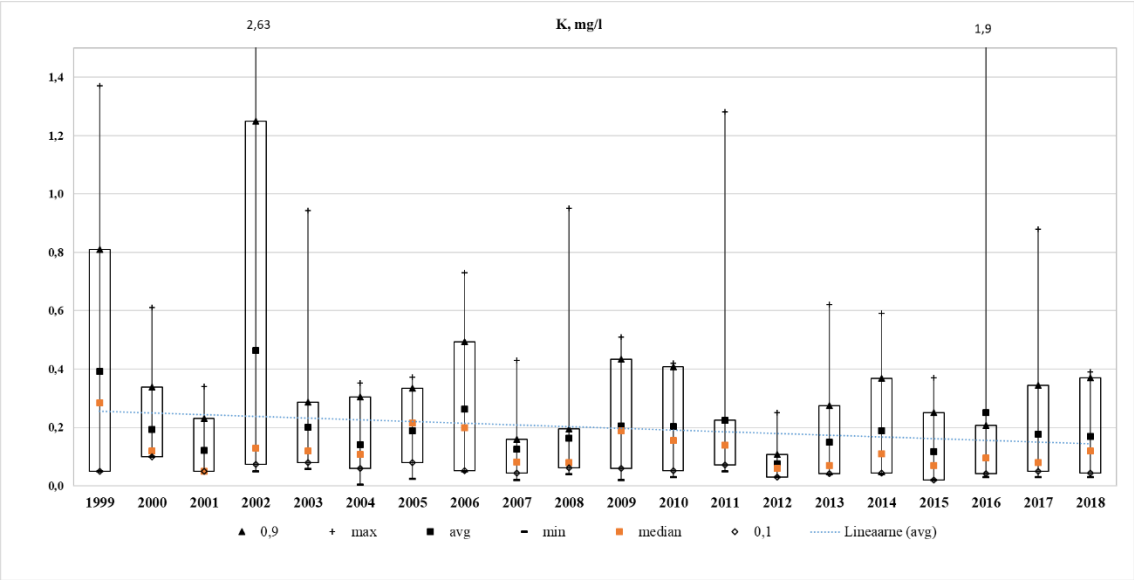
Joonis 146. Aasta sademete summa Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020



Joonis 147. Kuukeskmine sademete hulk Lääne-Nigula seirejaamas aastatel 1996-2020

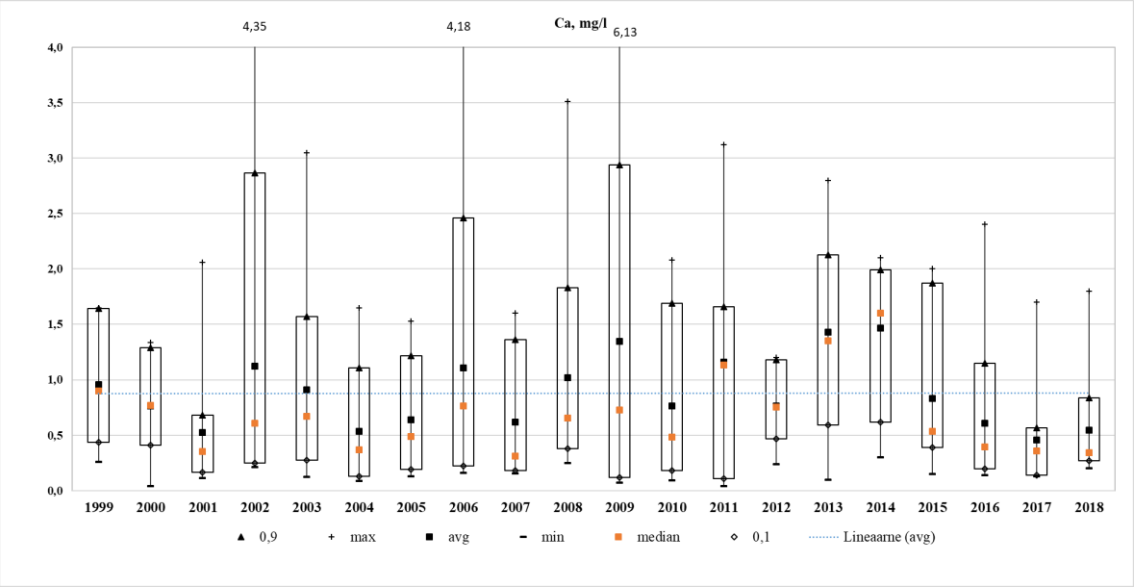
3.10 Matsalu seirejaam

Matsalu seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1999 ning kuni 2018. aasta lõpuni. Kahekümne aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,20 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal oktoobris 2,63 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastal 2004 juulikuus. 1999. aastal K kontsentratsioon sademetes oli 0,39 mg/l. Aastatel 2000-2008 oli K aasta keskmine kontsentratsioon alla jaama pikaajalist aasta keskmist, st alla 0,20 mg/l. Välja arvatud aastad 2002 ja 2006, millal K sisaldus oli tõusnud ning olnud vahemikus 0,26-0,46 mg/l. Alates 2009 aastast K aasta keskmine sisaldus on ületanud pikaajalist K väärtust, kuid alates 2012 aastast aine sisaldus sademetes on taaskord langenud ning aastani 2018 on olnud alla 0,20 mg/l. Välja arvatud aasta 2016, millal K kontsentratsioon oli 0,26 mg/l.



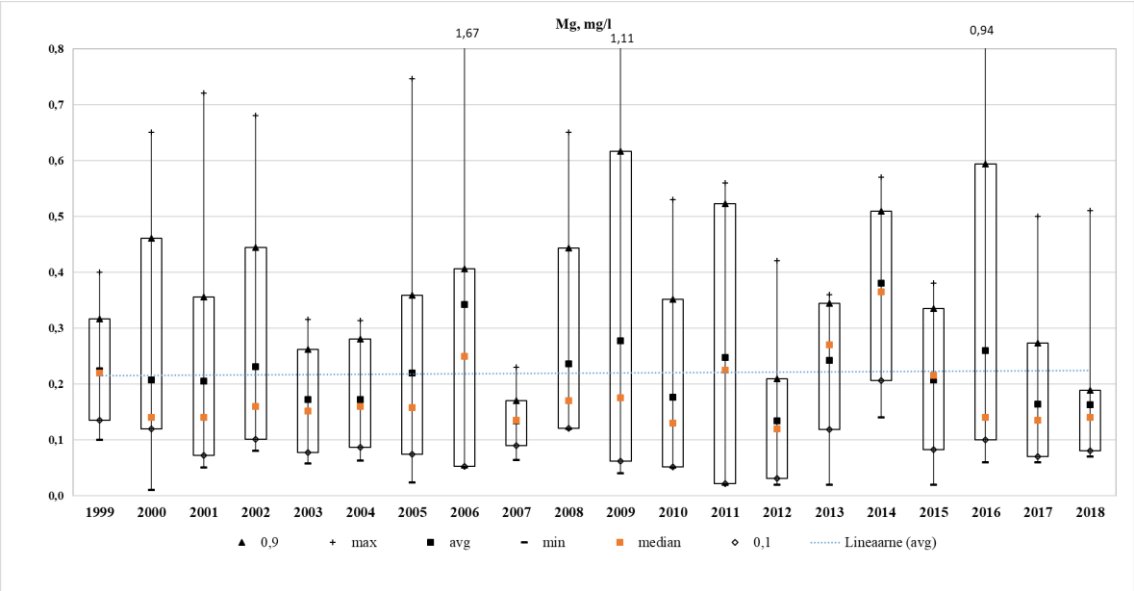
Joonis 148. Kaaliumi kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 0,88 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal maikuus 6,13 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,04 mg/l) oli aastatel 2000 ja 2011. Aastatel 1999-2014 Ca aasta keskmine sisaldus oli vahemikus 0,52-1,47 mg/l. Alates aastast 2015 Ca kontsentratsioon langes kuni 0,83 mg/l ning püsis alla jaama pikaajalist aasta keskmist 0,88 mg/l kuni 2018. aasta lõpuni.



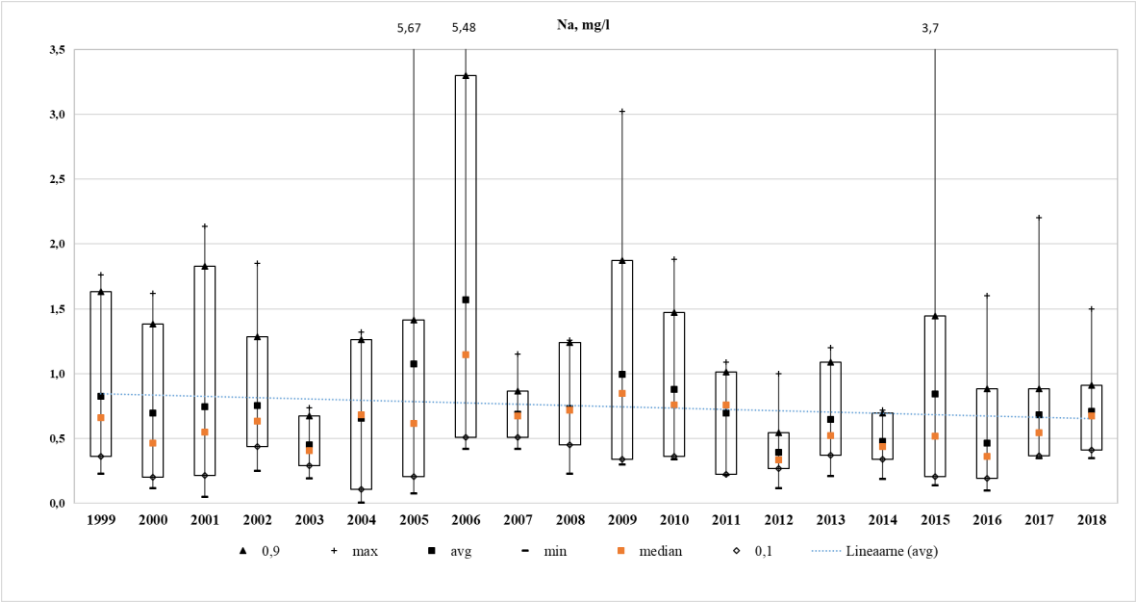
Joonis 149. Kaltsiumi kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,22 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal juulis 1,67 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2000 novembris. Aastatel 1999-2005 magneesiumi aasta keskmine sisaldus sademetes oli vahemikus 0,17-0,23 mg/l. Aastatel 2006-2016 Mg aasta keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest suurem, va aastad 2007, 2010, 2012 ja 2015, millal aasta keskmine aine sisaldus oli vahemikus 0,13-0,21 mg/l. Aastatel 2017-2018 on Mg sisaldus sademetes jõudnud alla jaama pikaajalist aasta keskmist, st alla 0,22 mg/l.



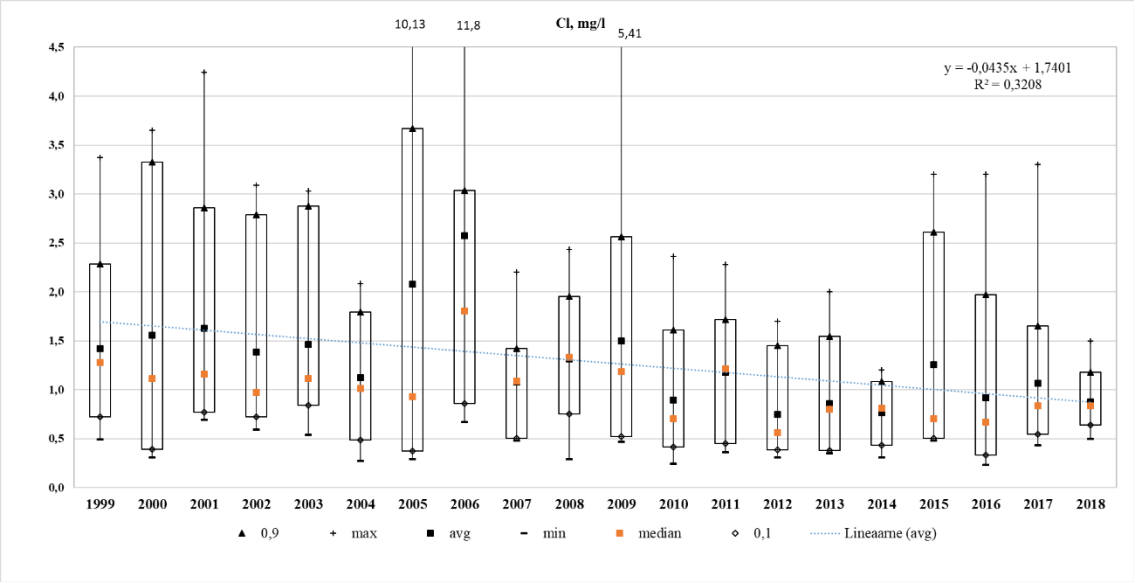
Joonis 150. Magneesiumi kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,75 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal jaanuaris 5,67 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastal 2004 juulis. Naatriumi kontsentratsioon Matsalu seirejaama proovides jäi aastatel 2000-2004 jaama pikaajalise keskmisest (0,75 mg/l) väärtusest alla. Alates aastast 2005 Na kontsentratsioon hakkas tõusma ning ületas jaama keskmist. Na aasta keskmine sisaldus sademetes püsis kõrgemal tasemel kuni 2010. aastani, va aastad 2007 ja 2008, millal Na sisaldus jäi vahemiku 0,69-0,73 mg/l. Alates 2011. aastast Na kontsentratsioon langes ning püsis alla jaama pikaajalise keskmise kuni 2018. aasta lõpuni, va aasta 2015, millal Na kontsentratsioon tõusis kuni 0,84 mg/l.



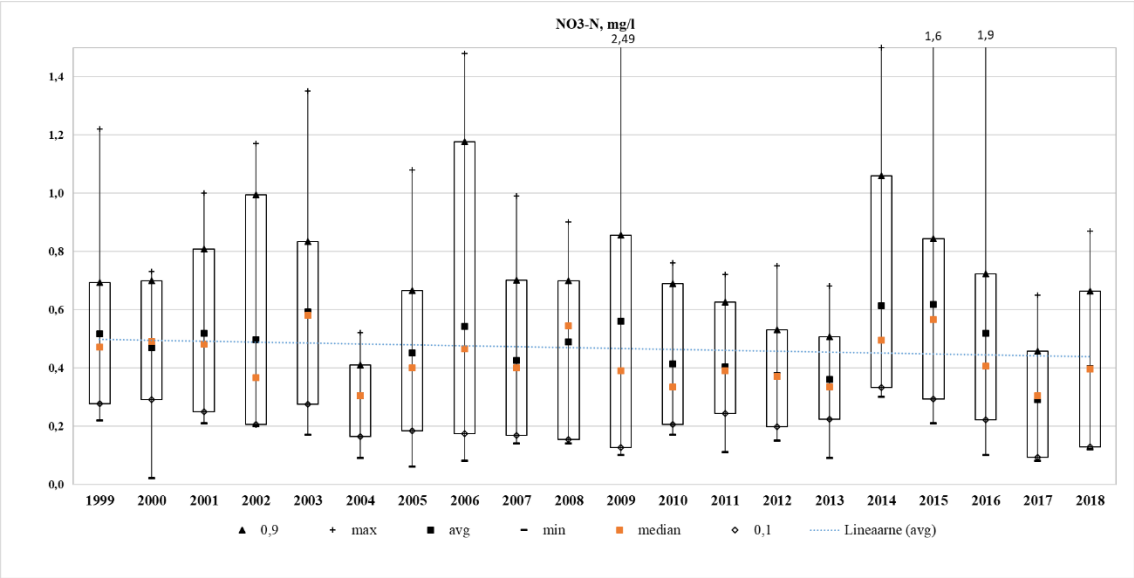
Joonis 151. Naatriumi kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 1,28 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal juulis 11,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,23 mg/l) oli aastal 2016 maikuus. Aastatel 1999-2009 Cl aasta keskmine sisaldus oli pikaajalise aasta keskmisest suurem, va aastad 2004 ja 2007, millal Cl aasta keskmine kontsentratsioon langes ning oli 1,12 mg/l ja 1,08 mg/l. Alates aastast 2010 hakkas Cl kontsentratsioon langema ning kuni 2018. aasta lõpuni püsis alla jaama keskmist, st alla 1,28 mg/l. Kloriidi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,32, mis tähendab, et Cl Matsalu seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



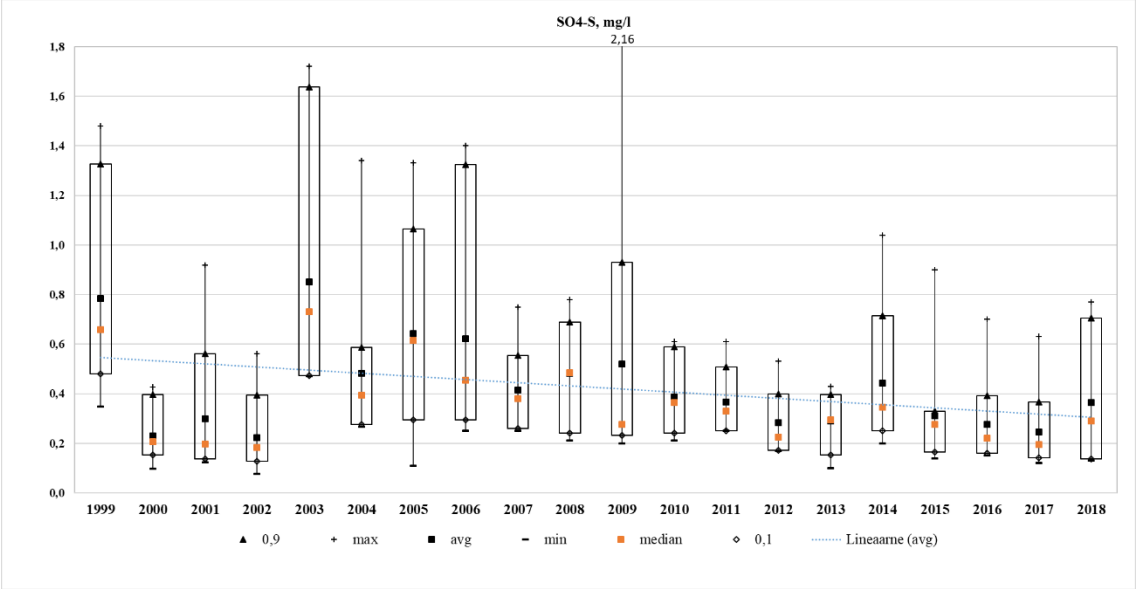
Joonis 152. Kloriidi kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,47 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal aprillis 2,49 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2000 augustis. Aastatel 1999-2005 oli aine kontsentratsioon sademetes üle jaama pikaajalise aasta keskmise, st üle 0,47 mg/l. Astatel 2004-2009 NO_3-N sisaldus oli vahemikus 0,31-0,56 mg/l. Kuid alates aastast 2010 aine kontsentratsioon hakkas langema ja püsis alla jaama keskmise kuni 2013. aasta lõpuni. Aastal 2014 oli aasta keskmine aine sisaldus tõusnud kuni 0,61 mg/l ning seejärel hakkas aasta keskmine aine sisaldus vähenema ning aastal 2017 see jõudis alla jaama keskmise.



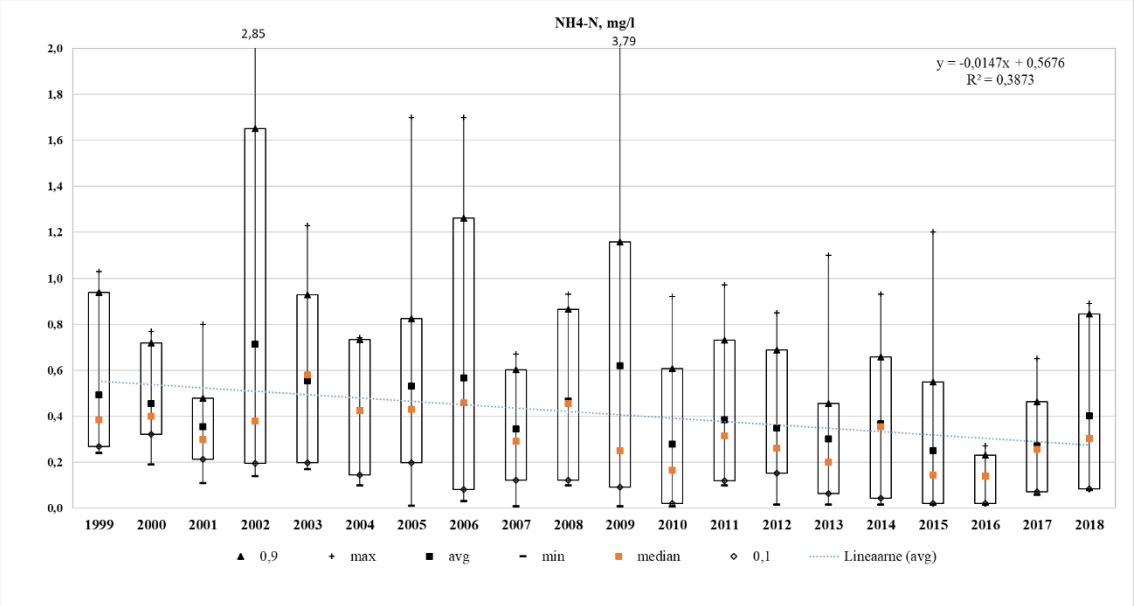
Joonis 153. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,43 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal aprillis 2,15 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,08 mg/l) oli aastal 2002 novembris. Aastatel 2000-2002 oli SO_4-S kontsentratsioon alla jaama pikaajalist aasta keskmist, st alla 0,43 mg/l. Kuid aastal 2003 aine sisaldus hakkas kasvama ning püsis üle jaama keskmise kuni 2009. aastani. Välja arvatud aasta 2007, millal SO_4-S kontsentratsioon sademetes oli 0,41 mg/l. Aastal 2010 on SO_4-S sisaldus jõudnud taas alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena 2018. aasta lõpuni, va aasta 2014, millal aine aasta keskmine sisaldus ületas jaama keskmise.



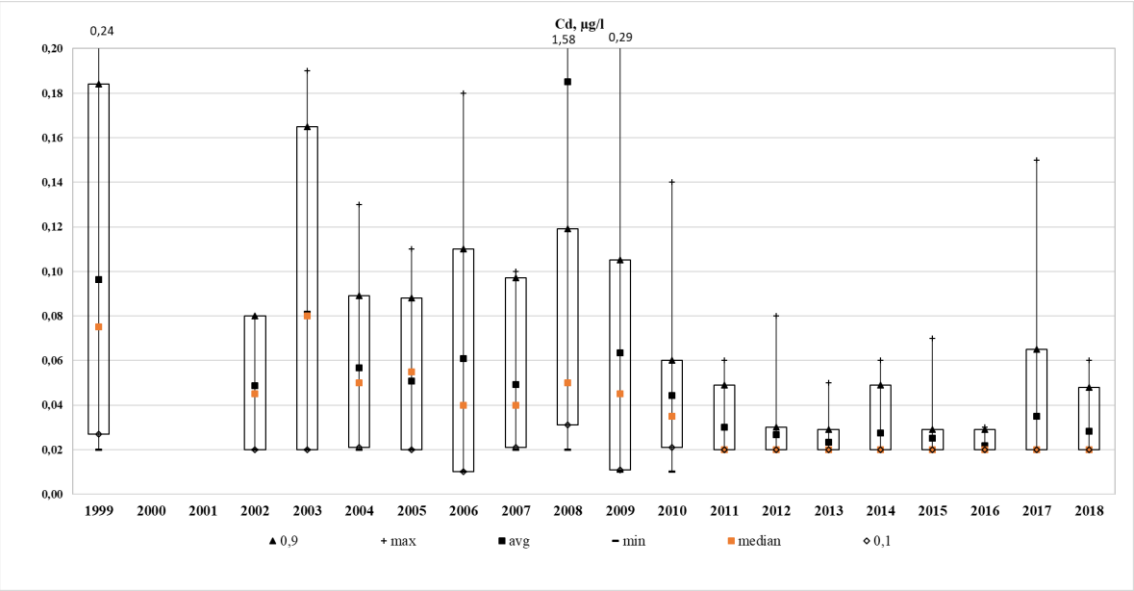
Joonis 154. Sulfaatväävli kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,41 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal aprillis 3,79 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,008 mg/l) oli aastatel 2007, 2009 ja 2010 suvekuudel. Aastatel 1999-2009 on NH_4-N olnud jaama pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem, st üle 0,41 mg/l. Välja arvatud aastad 2001 ja 2007, mõlemal aastal aine aasta keskmine kontsentratsioon langes kuni 0,35 mg/l. Aastast 2010 on NH_4-N sisaldus sademetes langenud ja püsinud alla jaama keskmist pidevalt kuni 2018. aasta lõpuni. Ammooniumlämmastik aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,39, mis tähendab, et NH_4-N Matsalu seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



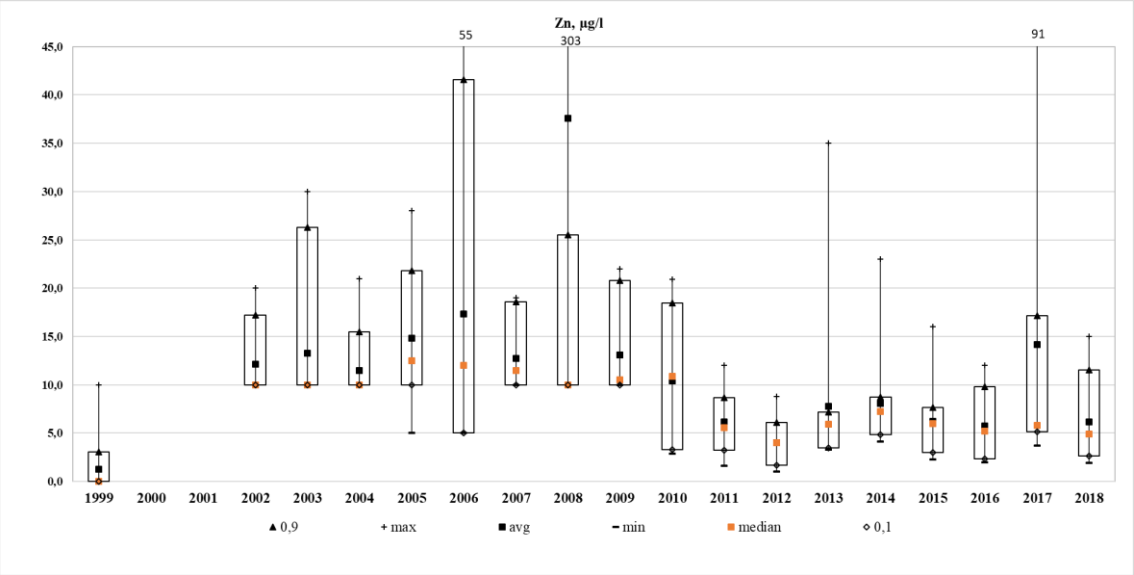
Joonis 155. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Ohtlike aineid Matsalu seirejaamas hakati uurima 1999. aastal, kuid 2000. ja 2001. aasta ohtlike ainete andmed pole kätte saadavad. Kahekümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,05 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal augustis 1,58 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l, mis on määramistäpsus) oli aastatel 2006, 2009 ja 2010. Aastatel 1999-2009 Cd aasta keskmine sisaldus oli jaama pikaajalise keskmisest suurem, st oli üle 0,05 µg/l, va aastad 2002 ja 2005, millal Cd aasta keskmised kontsentratsioonid olid võrdsed jaama keskmisega. Aastast 2010 aine sisaldus on langenud ning aastani 2018 on püsinud alla jaama keskmist.



Joonis 156. Kaadmiumi kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

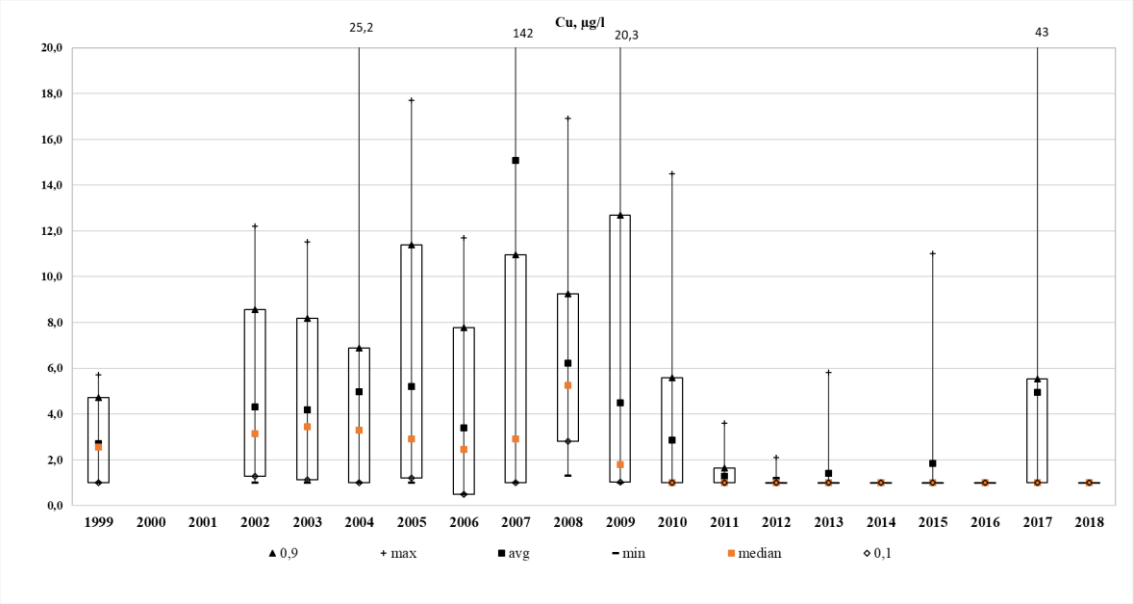
Kahekümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 11,25 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal veebruaris 303,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli aastal 1999. Aastatel 2002-2009 aasta keskmine tsingi kontsentratsioon sademetes oli vahemikus 11,5-37,58 µg/l. Alates aastast 2010 on Zn aasta keskmine kontsentratsioon võrreldes varasemate aastatega väiksem. See jääb alla jaama pikaajalist keskmist väärtust, mis on 11,25 µg/l, va aasta 2017, millal aasta keskmine Zn kontsentratsioon oli 14,16 µg/l. Alates aastast 2010, mil tõusis analüüsi määramistäpsus oli aine minimaalne kontsentratsioon alla 4,1 µg/l.



Joonis 157. Tsingi kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

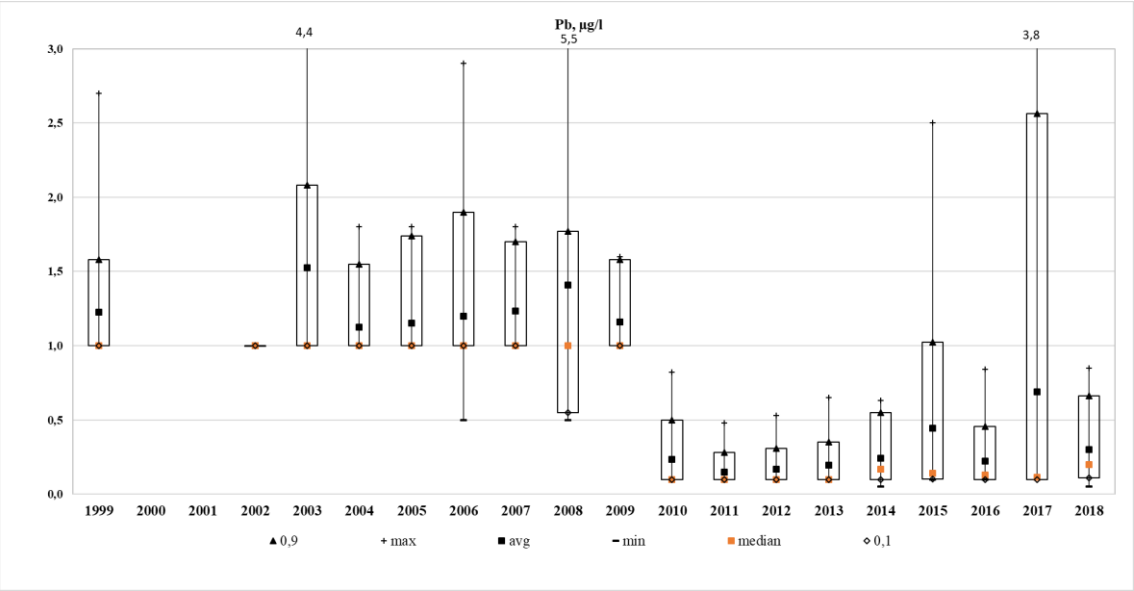
Kahekümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 3,72 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2007. aastal septembris 142,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l)

oli aastal 2006 sügiskuudel. Aastatel 2002-2009 Cu aasta keskmine sisaldus ületas jaama pikaajalist keskmist, va aasta 2006, millal aasta keskmine aine kontsentratsioon oli 3,4 µg/l. Vase keskmine sisaldus oli aastatel 2010-2016 vahemikus 1-2,85 µg/l, mis on alla jaama pikaajalise keskmise 3,72 µg/l. Aastal 2017 aine sisaldus tõusis ning ületas jaama keskmist vase kontsentratsiooni, kuid aastal 2018 taaskord aine sisaldus on langenud ning aasta keskmine Cu kontsentratsioon on olnud 1 µg/l. Minimaalne Cu kontsentratsioon sademetes oli aastatel 1999-2018 pidevalt 1 µg/l, va aasta 2006.



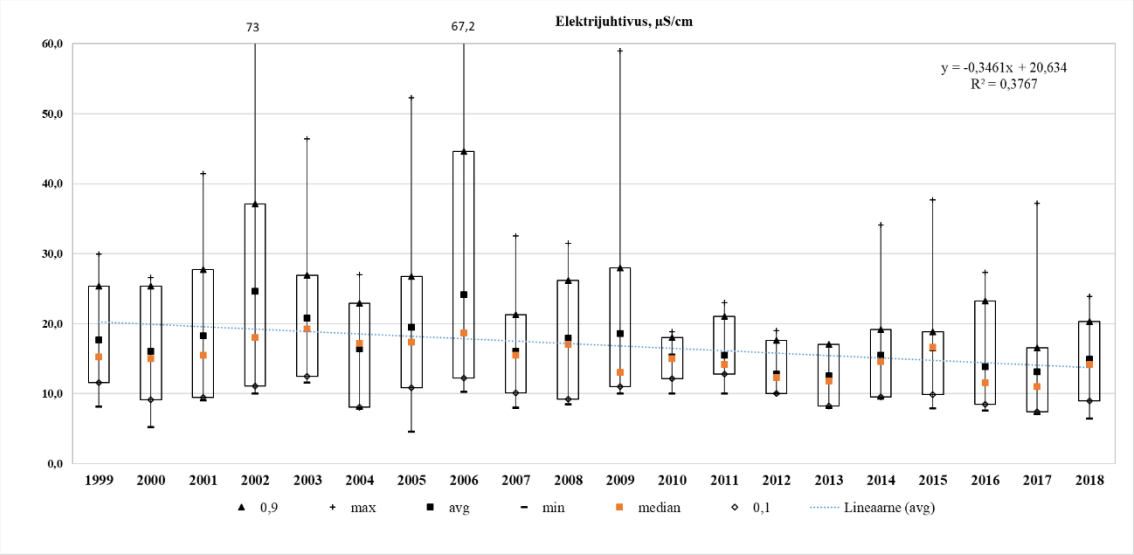
Joonis 158. Vase kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,76 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal augustis 5,5 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,05 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli 2014. ja 2018. aastatel. Aastatel 1999, 2002-2009 Pb kontsentratsioon oli vahemikus 1-1,53 µg/l, mis on jaama pikaajalisest aasta keskmisest kontsentratsioonist 0,76 µg/l kõrgem. Alates 2010. aastast hakkas Pb sisaldus langema, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega, ning aastate 2010-2018 aasta keskmine kontsentratsioon oli 0,15-0,69 µg/l vahemikus ning aine minimaalne kontsentratsioon oli vahemikus 0,05-0,1 µg/l.



Joonis 159. Plii kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

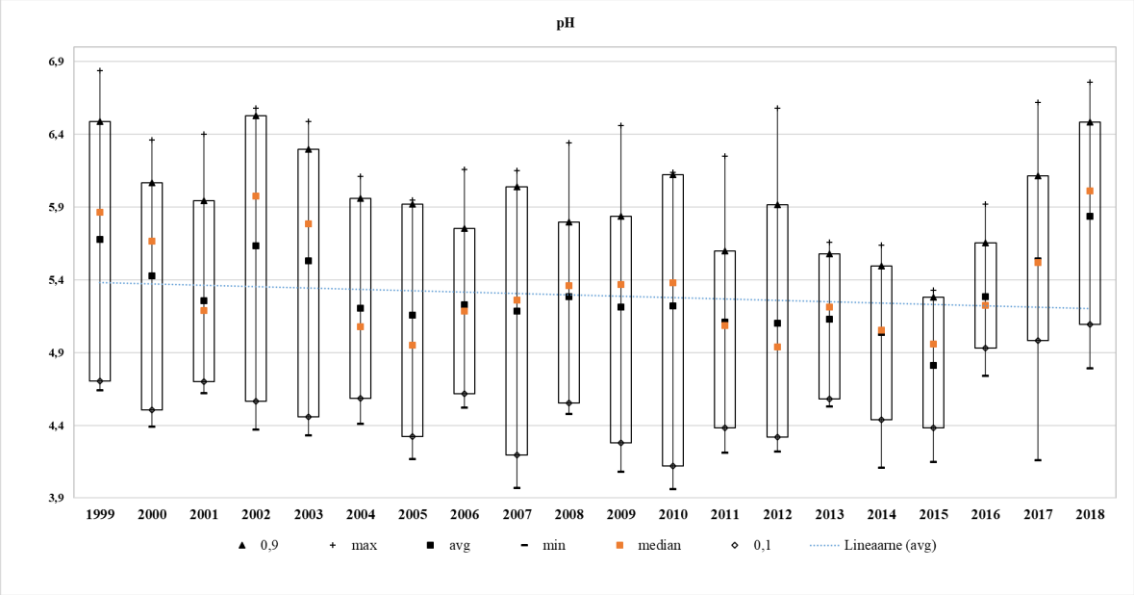
Kahekümne aasta keskmine elektrijuhtivus on 17,0 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal maikuus 73,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (4,51 µS/cm) oli aastal 2005 augustis. Aastatel 1999-2009 oli elektrijuhtivus vahemikus 16,08-24,58 µS/cm. Kuid aastast 2010 elektrijuhtivus langes ning kuni 2018. aasta lõpuni püsis alla jaama pikaajalise keskmise. Elektrijuhtivuse aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,38, mis tähendab, et elektrijuhtivus Matsalu seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 160. Elektrijuhtivus Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

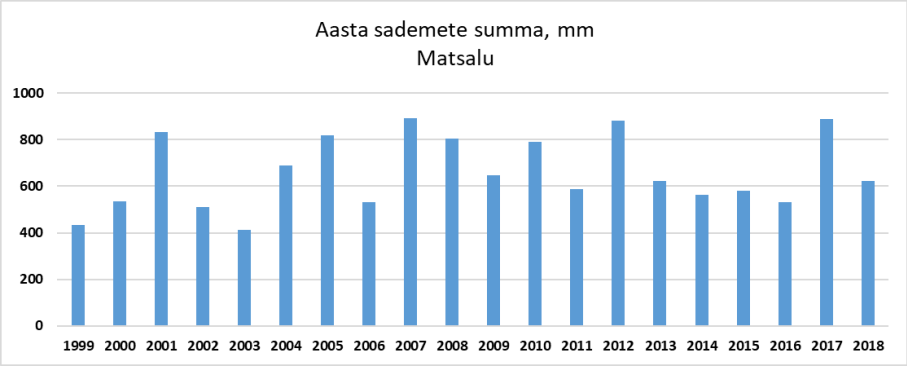
Kahekümne aasta keskmine pH on 5,29, mis tähendab, et Matsalu seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on happeline ning ei ole normide piiris. Maksimaalne pH väärtus 6,84 oli mõõdetud juulis 1999, mis tähendab, et sel ajal sademed olid nõrgalt

happelised, kuid neutraalsetele ligidal. Aastatel 1999, 2002 ja 2018 keskmine aasta pH väärtus oli pH normide (5,6-6,1) piiris, ning see tähendab, et sademed olid nõrgalt happelised. Teistel aastatel jäi aasta keskmine pH normidest alla, mis tähendab, et sademed olid normist happelisemad.

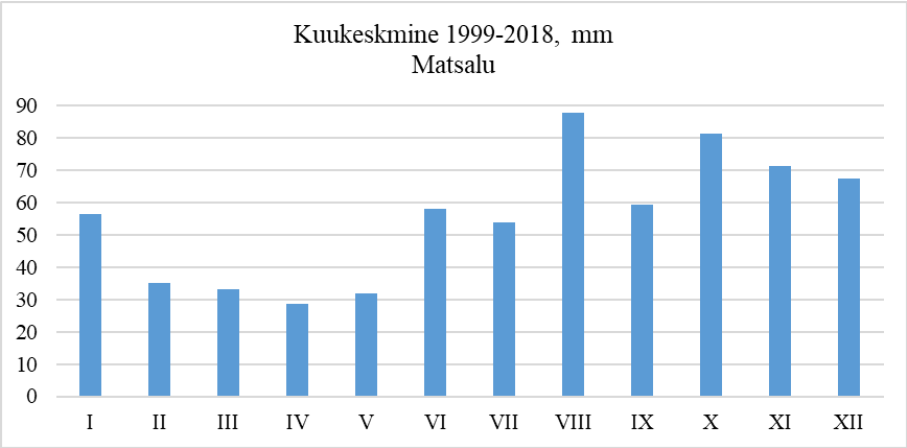


Joonis 161. pH kontsentratsioon Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

Sademete hulga analüüsi puhul ma ei võta arvesse 1999. aasta sademete summat, kuna meile on kättesaadavad sademete hulga andmed alates aprillist. Üheksateistkümne aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2007, millal aasta jooksul sadas 890,88 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2007. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 2001 (834,1 mm), 2005 (816,93 mm), 2008 (805,45 mm), 2010 (791,0 mm), 2012 (880,65 mm) ja 2017 (888,09 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 2003, millal sadas vaid 412,3 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 87,90 mm, norm – 83 mm) ja oktoober (kuukeskmine 81,27 mm, norm – 74 mm) ning kõige vähem sademeid oli aprillis (kuukeskmine 28,67 mm, norm – 31 mm).



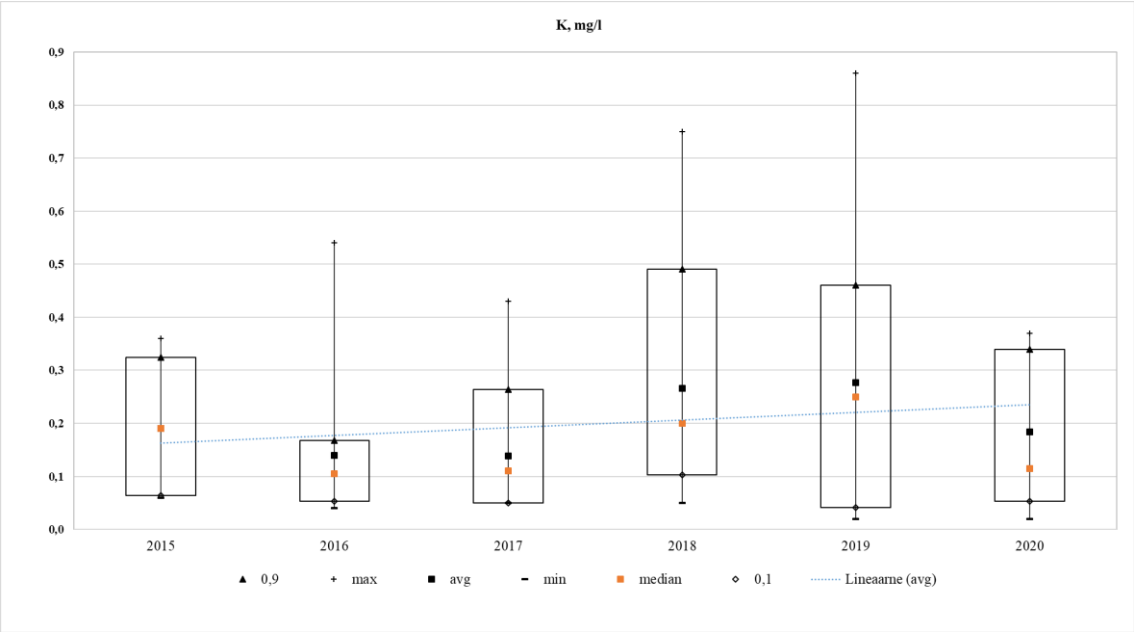
Joonis 162. Aasta sademete summa Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018



Joonis 163. Kuukeskmine sademete hulk Matsalu seirejaamas aastatel 1999-2018

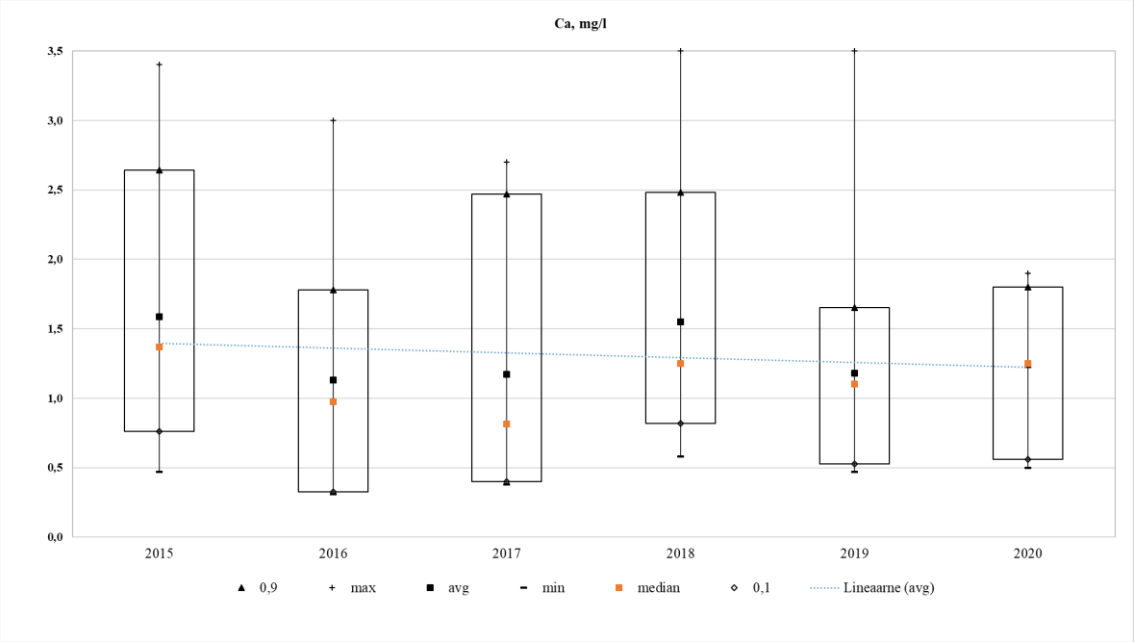
3.11 Narva seirejaam

Narva seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 2015 augustikuust ning seirejaam töötab tänapäevani. Kuue aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,20 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal aprillis 0,86 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2019 ja 2020. Aastatel 2015-20017 oli K sisaldus alla jaama pikaajalist aasta keskmist, st alla 0,20 mg/l. Alates 2018 aastast K aasta keskmine sisaldus on ületanud pikaajalist K väärtust, kuid aastal 2020 aine sisaldus sademetes on langenud ning on olnud 0,18 mg/l.



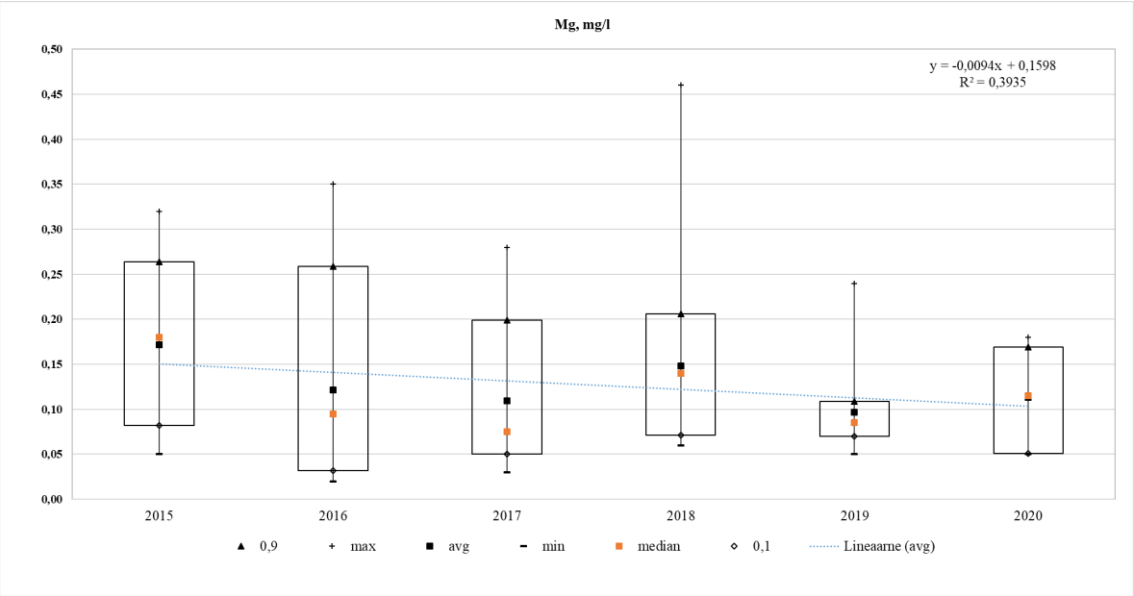
Joonis 164. Kaaliumi kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Kuue aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 1,31 mg/l ning maksimaalne väärtus oli aastatel 2018 ja 2019 3,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,31 mg/l) oli aastal 2016 oktoobris. Ca sisaldus on olnud aastatel 2015 ja 2018 jaama pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem ning jäi vahemikku 1,55-1,59 mg/l.



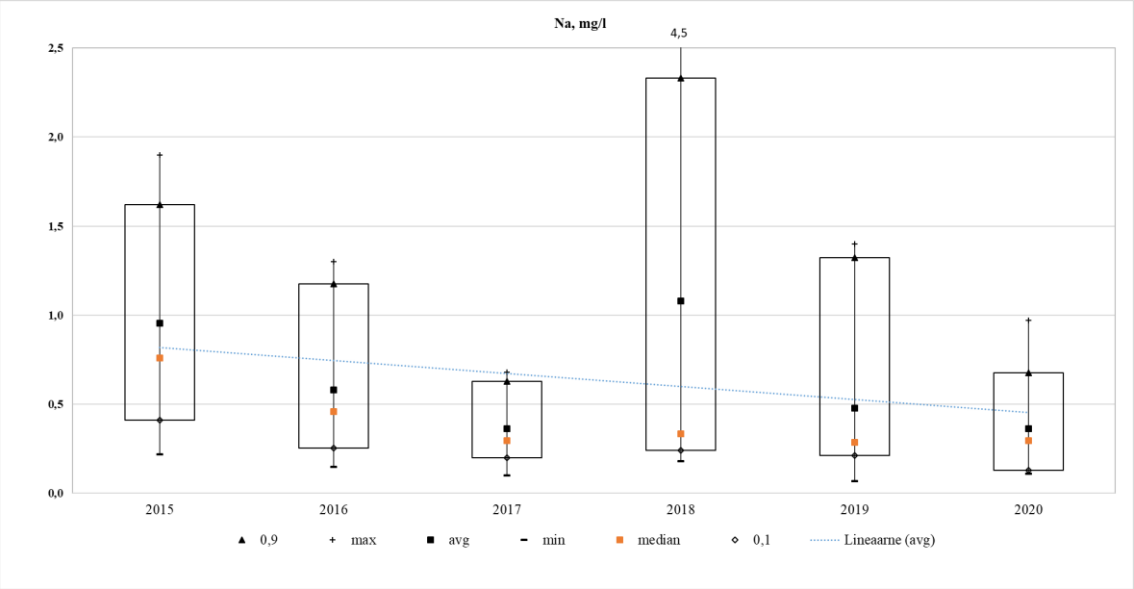
Joonis 165. Kaltsiumi kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Kuue aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,13 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal maikuus 0,46 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2016 augustis. Aastatel 2015 ja 2018 on Mg sisaldus ületanud jaama pikaajalist aasta keskmist. Teistel aastatel see oli alla jaama keskmise ning aastal 2019 aasta keskmine kontsentratsioon oli 0,09 mg/l. Magneesiumi aasta keskmise määramis koefitsient R^2 on 0,39, mis tähendab, et Mg Narva seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 166. Magneesiumi kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

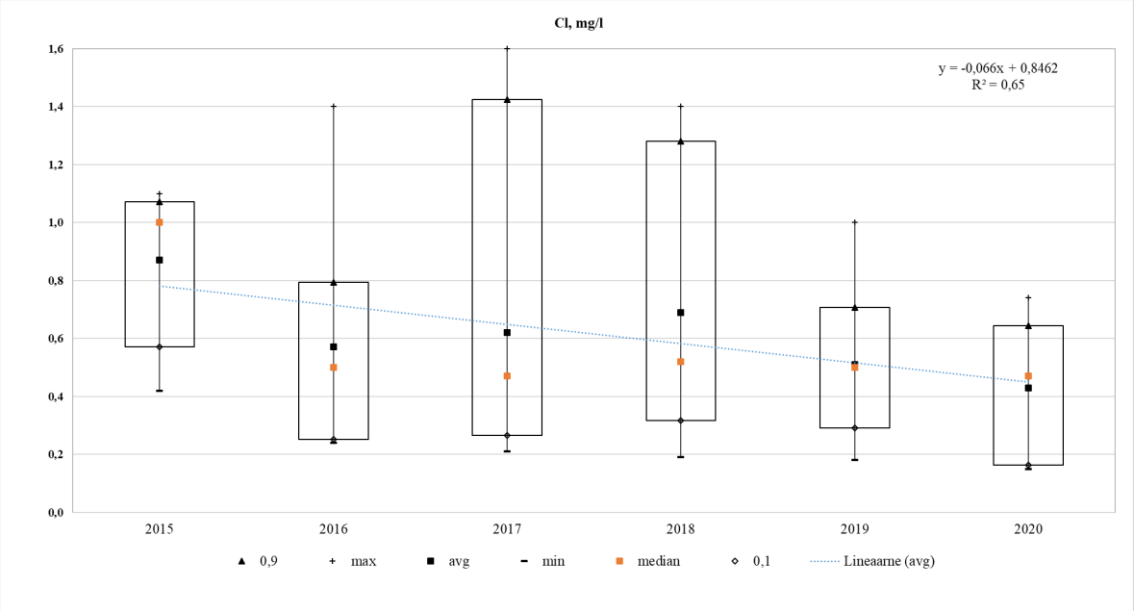
Kuue aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,64 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal maikuus 4,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,07 mg/l) oli aastal 2019 juunis. Naatriumi kontsentratsioon Narva seirejaama proovides on aastatel 2015 ja 2018 ületanud jaama pikaajalist aasta keskmist kontsentratsiooni. Teistel aastatel see jäi alla jaama keskmist ja aastal 2020 Na aasta keskmine sisaldus sademetes oli 0,36 mg/l.



Joonis 167. Naatriumi kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

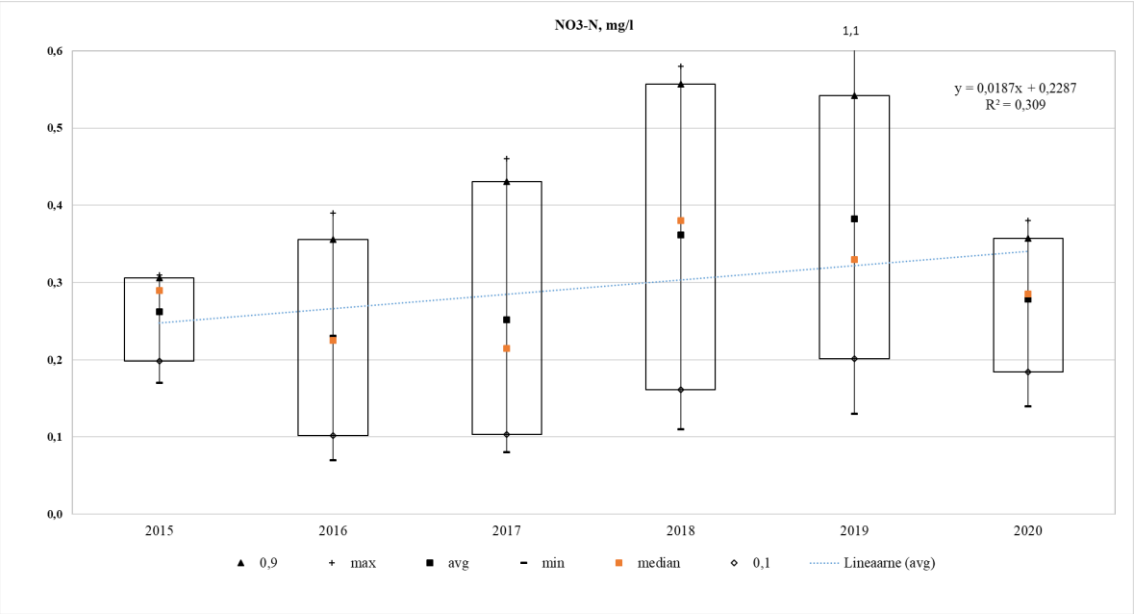
Kuue aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 0,62 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2017. aastal veebruaris 1,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,15 mg/l) oli aastal 2020 augustis. Aastatel 2015 ja 2018 Cl aasta keskmine sisaldus oli pikaajalise

aasta keskmisest suurem. Teistel aastatel oli see alla 0,62 mg/l ja aastal 2020 aasta keskmine Cl sisaldus oli 0,43 mg/l. Kloriidi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,65, mis tähendab, et K Narva seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



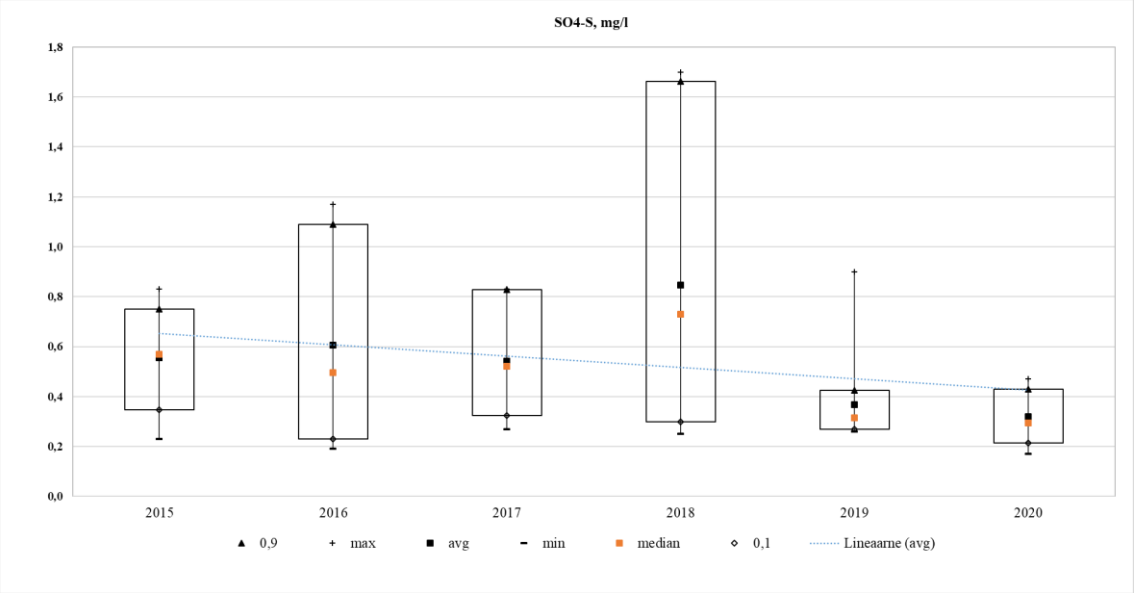
Joonis 168. Kloriidi kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Kuue aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,29 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal aprillis 1,1 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,07 mg/l) oli aastal 2016 septembris. Aastatel 2018-2019 oli aine kontsentratsioon sademetes üle jaama pikaajalise aasta keskmise, st ületas 0,29 mg/l. Teistel aastatel keskmine aine sisaldus jäi alla jaama keskmist ning aastal 2020 aasta keskmine NO_3-N kontsentratsioon oli 0,28 mg/l. Nitraatlämmastiku aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,31, mis tähendab, et NO_3-N Narva seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra tõusnud.



Joonis 169. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

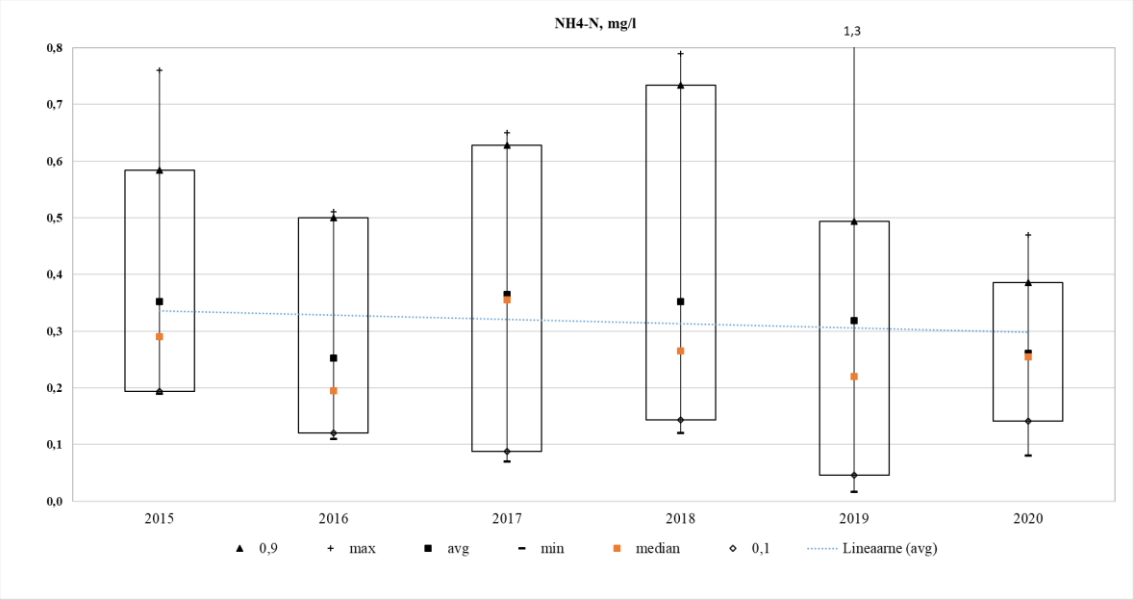
Kuue aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,54 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal maikuus 1,7 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,17 mg/l) oli aastal 2020 juulis. Aastatel 2015-2016 ja 2018 oli SO_4-S kontsentratsioon jaama pikaajalisest aasta keskmisest suurem, st ületas 0,54 mg/l. Teistel aastatel aine kontsentratsioon oli alla jaama keskmist ja aastal 2020 aasta keskmine SO_4-S sisaldus oli 0,32 mg/l.



Joonis 170. Sulfaatväävli kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

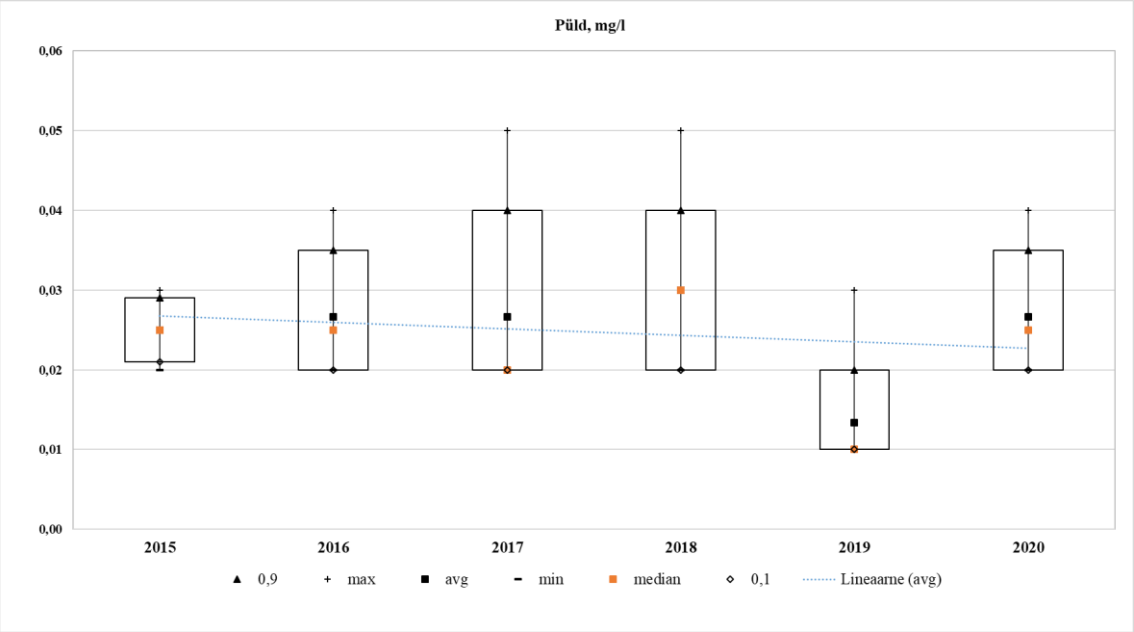
Kuue aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,32 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal aprillis 1,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2019 novembris. Aastatel 2015, 2017-2018 on

NH_4-N olnud jaama pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem, st ületas 0,32 mg/l. Teistel aastatel aine kontsentratsioon oli alla jaama keskmist ja 2020. aastal see oli 0,26 mg/l.



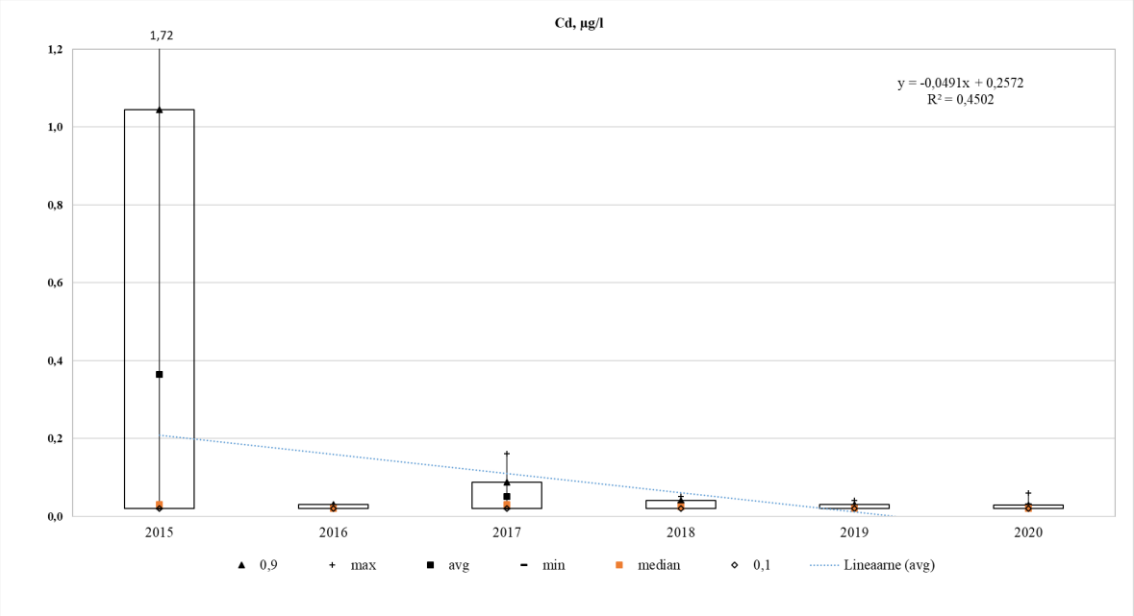
Joonis 171. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Üldfosfori analüüsid on tehtud kord kahes kuus. Kuue aasta keskmine üldfosfori (Püld) kontsentratsioon on 0,025 mg/l ning maksimaalne väärtus oli aastatel 2017 ja 2018 juulikuus 0,05 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2019 jaanuaris ja märtsis. Jaama pikaajalisest keskmisest kontsentratsioonist väiksem Püld aasta keskmine aine sisaldus sademetes on olnud vaid aastal 2019, see oli 0,01 mg/l. Teistel aastatel see ületas jaama keskmist ning jäi vahemiku 0,025-0,03 mg/l.



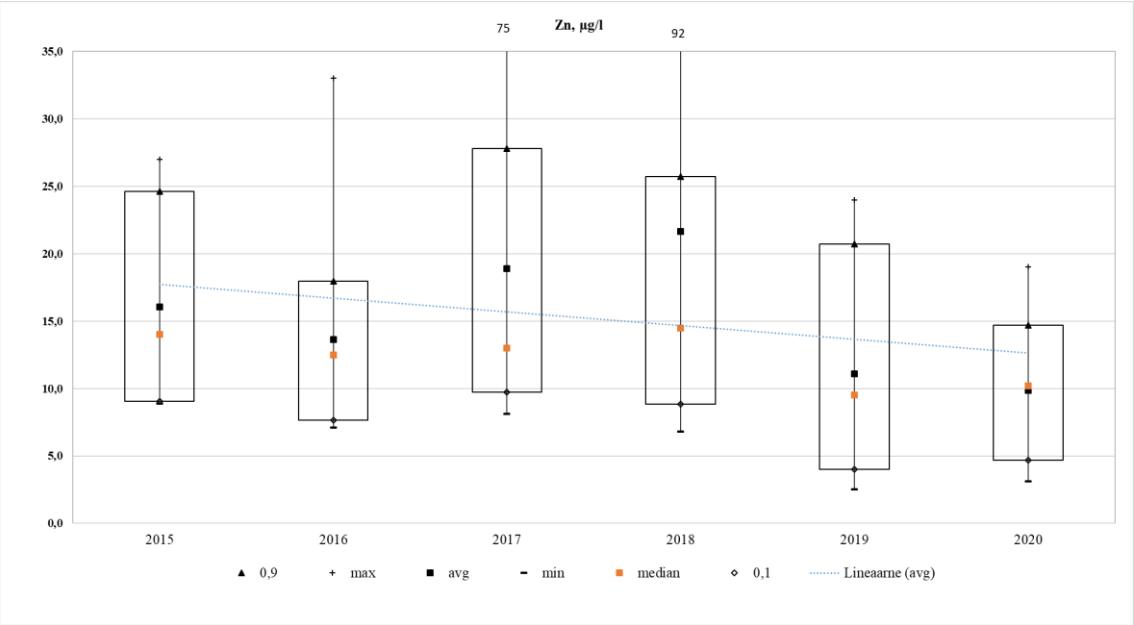
Joonis 172. Üldfosfori kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Kuue aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,09 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal septembris 1,72 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 µg/l) oli aastatel 2015-2020. 2015. aastal Cd aasta keskmine sisaldus oli 0,36 µg/l, mis on jaama pikaajalise keskmisest suurem. Aastatel 2016-2020 oli aasta keskmine väärtus pidevalt alla jaama keskmist. Kaadmiumi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,45, mis tähendab, et Cd Narva seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



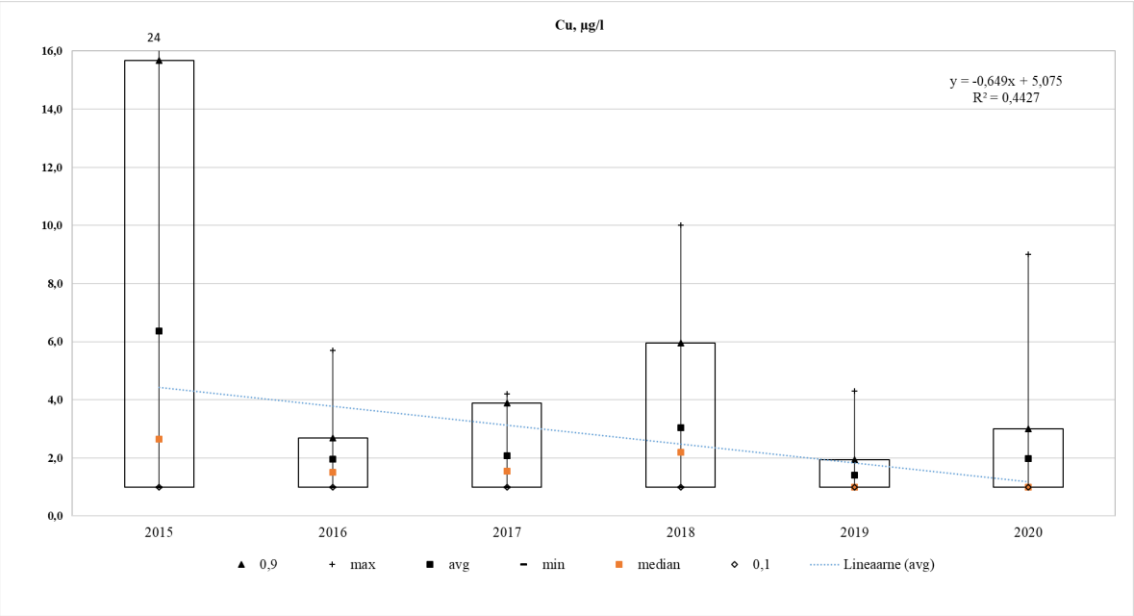
Joonis 173. Kaadmiumi kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Kuue aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 15,20 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal detsembris 92,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (2,5 µg/l) oli aastal 2019 juulis. Aastatel 2016, 2019-2020 Zn aasta keskmine kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist aine sisaldust. Aastatel 2015, 2017 ja 2018 oli aasta keskmine Zn kontsentratsioon pikaajalisest kontsentratsioonist suurem.



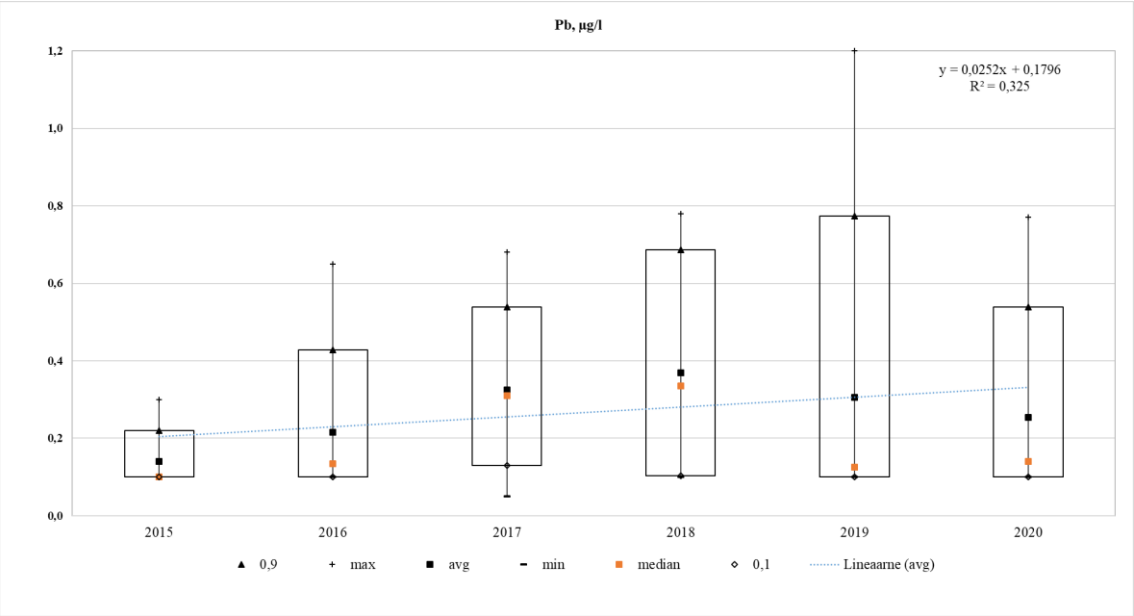
Joonis 174. Tsingi kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Kuue aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 2,8 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal augustis 24,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1,0 µg/l) oli aastatel 2015-2020. Vase aasta keskmine sisaldus oli aastatel 2015 ja 2018 jaama pikaajalise keskmisest (2,8 µg/l) kõrgem. Teistel aastatel oli see alla jaama keskmist. Vase aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,44, mis tähendab, et Cu Narva seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



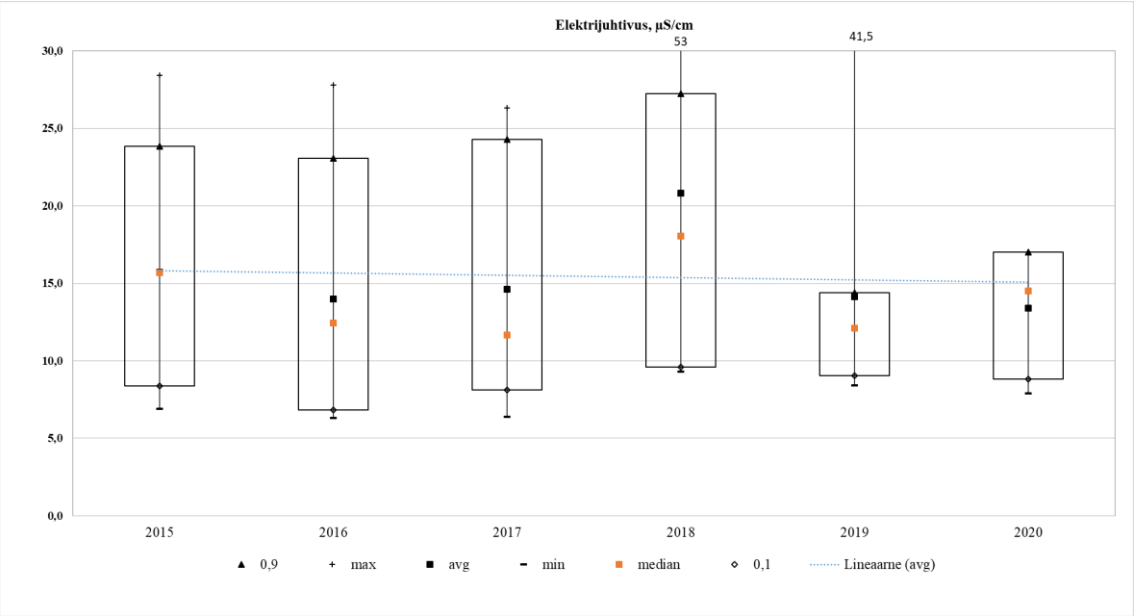
Joonis 175. Vase kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Kuue aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,27 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal maikuus 1,2 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 µg/l) oli 2017. aastal juunis. Aastatel 2017-2019 Pb kontsentratsioon oli vahemikus 0,31-0,37 µg/l, mis on jaama pikaajalisest aasta keskmisest kontsentratsioonist 0,27 µg/l kõrgem. Teistel aastatel oli see alla jaama pikaajalist keskmist. Minimaalne aine sisaldus oli pidevalt 0,1 µg/l, va aasta 2017. Plii aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,33, mis tähendab, et Pb Narva seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



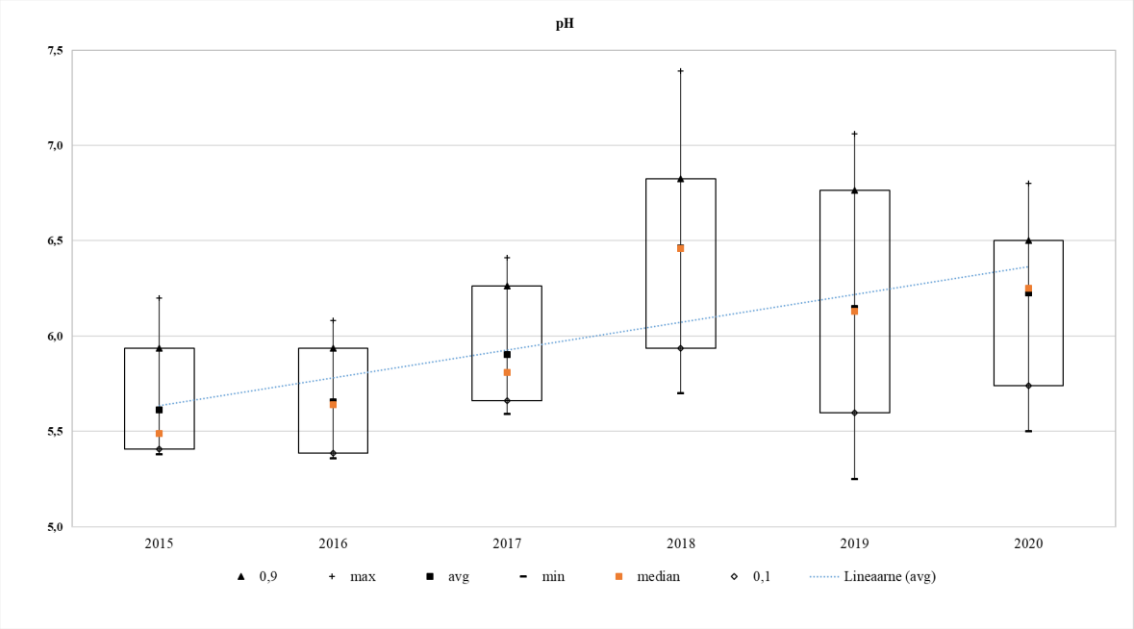
Joonis 176. Plii kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Kuue aasta keskmine elektrijuhtivus on 15,44 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal maikuus 53,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (6,3 µS/cm) oli 2016. aastal oktoobris. Aastatel 2015 ja 2018 oli elektrijuhtivus jaama pikaajalise aasta keskmisest kõrgem. Teistel aastatel aasta keskmine elektrijuhtivus oli alla jaama keskmist.



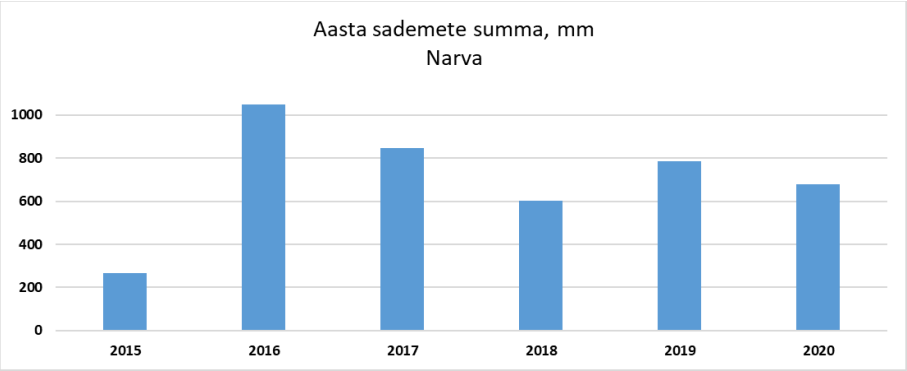
Joonis 177. Elektrijuhtivus Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Sademete vesinikueksponent jääb 5,2-7,39 piirides. Kuue aasta keskmine pH on 6,0, mis tähendab, et Narva seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on happeline, ning on normide piiris. Maksimaalne pH väärtus 7,39 oli mõõdetud mais 2018, mis tähendab, et sel ajal sademed olid neutraalsed. Aastatel 2015-2017 keskmine aasta pH väärtus oli pH normide (5,6-6,1) piiris, ning see tähendab, et sademed olid nõrgalt happelised. Teistel aastatel jäi aasta keskmine pH normidest üles, mis tähendab, et sademed olid normist neutraalsemad.

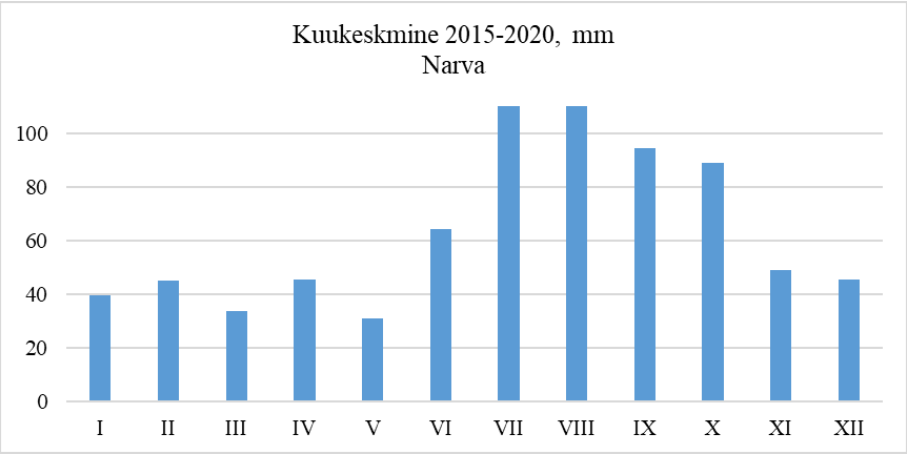


Joonis 178. pH kontsentratsioon Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

Sademete hulga analüüsi puhul ma ei võta arvesse 2015. aasta sademete summat, kuna meile on kättesaadavad sademete hulga andmed alates augustist. Viie aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2016, millal aasta jooksul sadas 1049,99 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2016. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 2017 (846,73 mm) ja 2019 (785 mm). Teistel aastatel oli sademete hulk normide piiris. Kõige sademete vaesem aasta oli 2018, millal sadas 603,35 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 118,48 mm, norm – 83 mm) ja juuli (kuukeskmine 110,63 mm, norm – 73 mm) ning kõige vähem sademeid oli maikuus (kuukeskmine 31,26 mm, norm – 33 mm).



Joonis 179. Aasta sademete summa Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

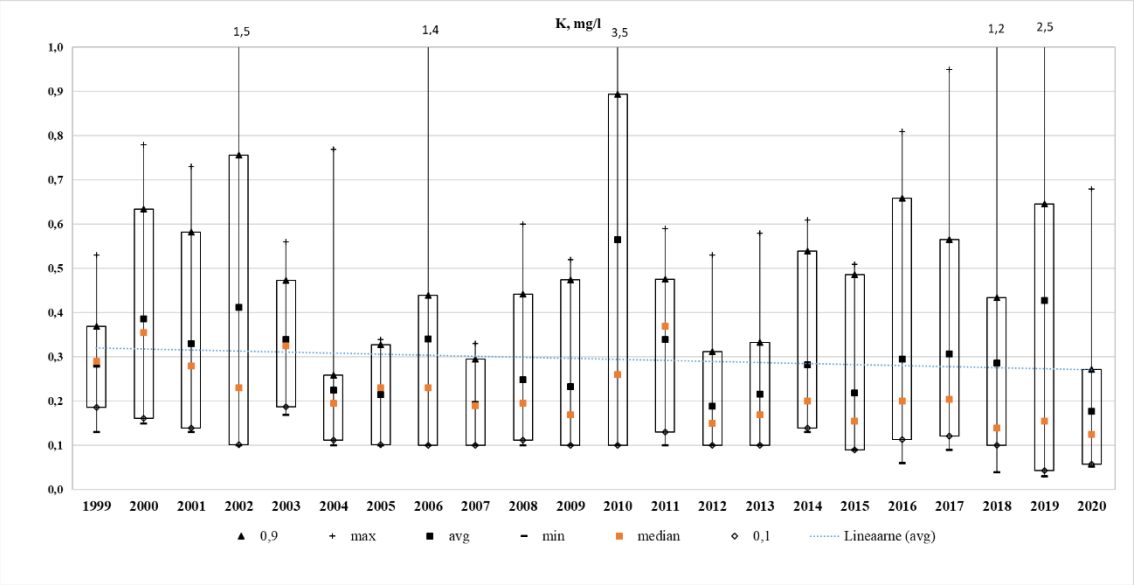


Joonis 180. Kuukeskmine sademete hulk Narva seirejaamas aastatel 2015-2020

3.12 Nigula seirejaam

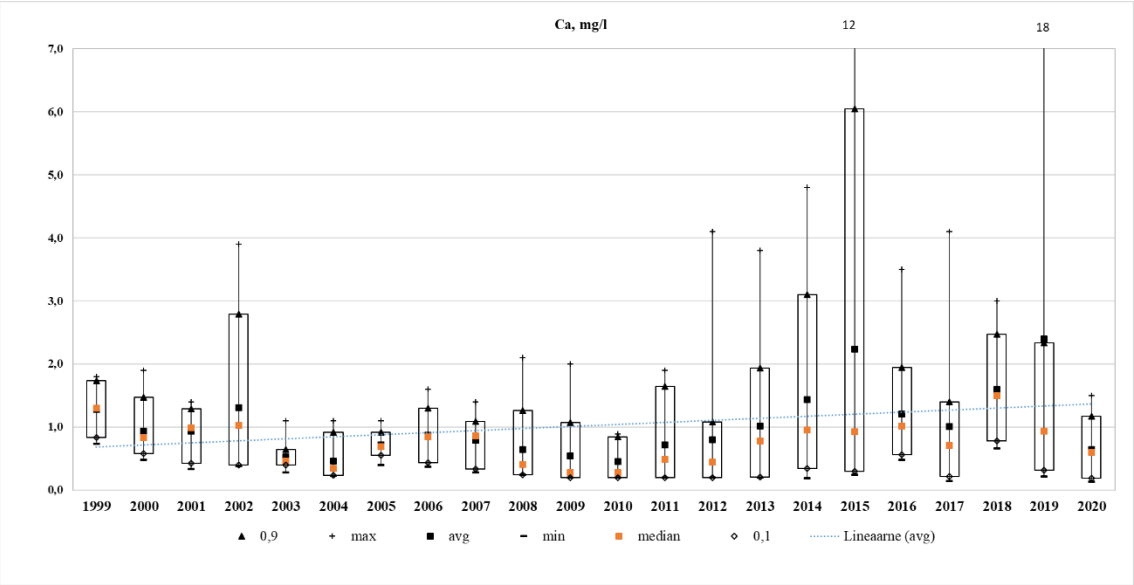
Nigula seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1999 ning antud sademete seirejaam töötab tänapäevani. Kahekümne kahe aasta keskmine kaaliumi (K)

kontsentratsioon on 0,30 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal juulis 3,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2019 oktoobris. Aastatel 2000-2003 oli kaaliumi aasta keskmine kontsentratsioon vahemikus 0,33-0,41 mg/l, mis ületab jaama pikaajalist K keskmist kontsentratsiooni, st on üle 0,30 mg/l. Aastast 2004 K sisaldus sademetes hakkas langema ning edaspidi kuni 2020 aastani K sisaldus oli vaid 4 korda jaama keskmisest suurem.



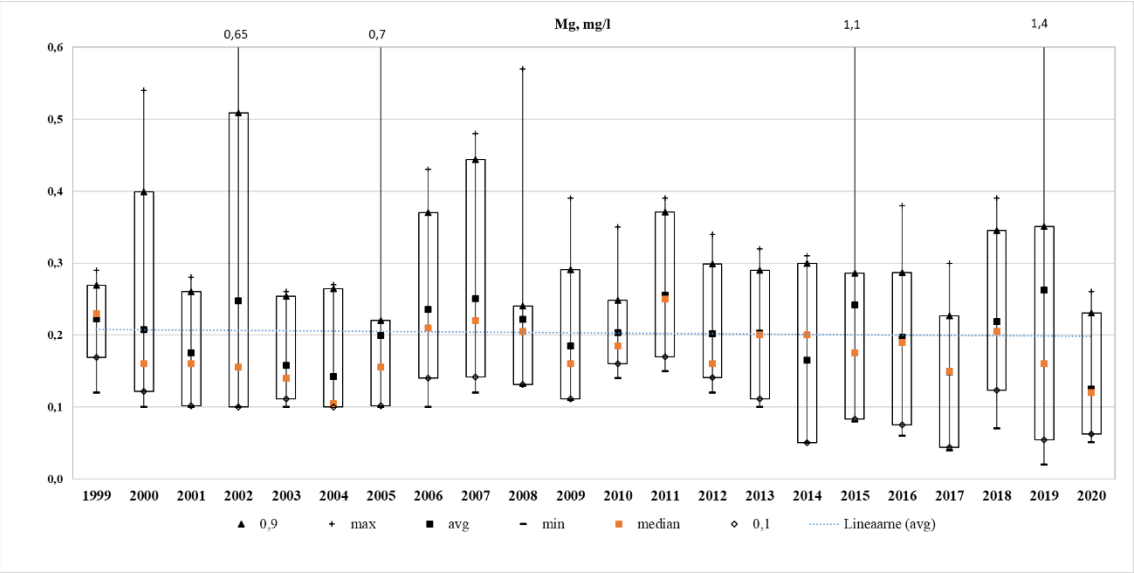
Joonis 181. Kaaliumi kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 1,02 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal aprillis 18,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,13 mg/l) oli aastal 2020 novembris. Aastatel 2000-2013 on Ca kontsentratsioon olnud alla jaama keskmise väärtuse, va aasta 2002, millal Ca kontsentratsioon oli tõusnud kuni 1,30 mg/l. Alates 2014. aastast keskmine aine sisaldus sademetes tõusis ning see on püsinud pikaajalisest keskmisest suuremana kuni 2019 aasta lõpuni. Välja arvatud aasta 2017, millal Ca aasta keskmine kontsentratsioon oli 1,0 mg/l.



Joonis 182. Kaltsiumi kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

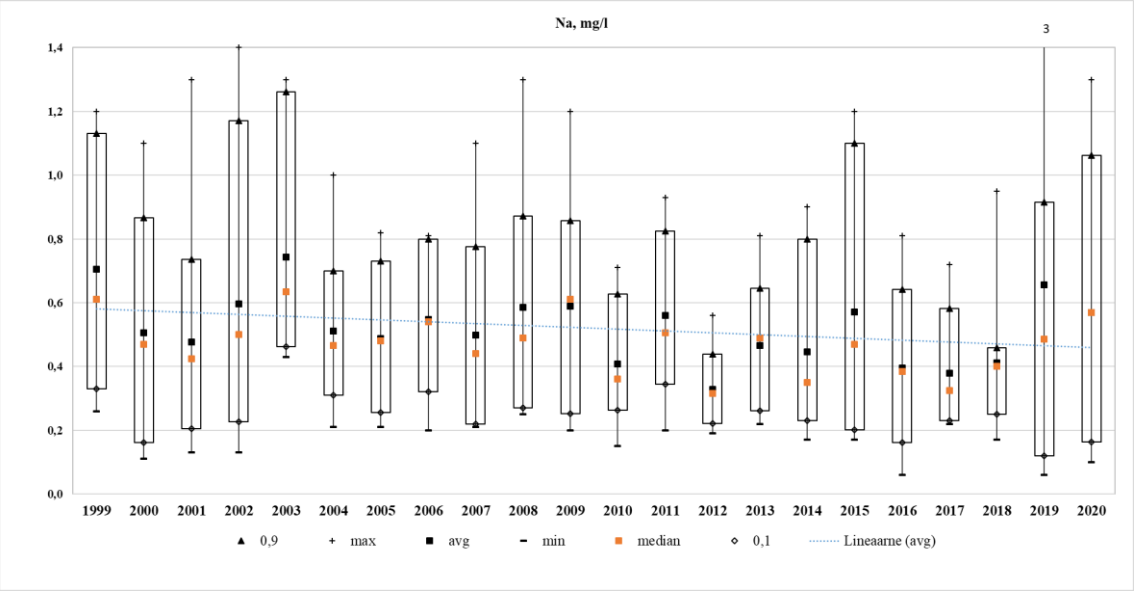
Kahekümne kahe aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,2 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal aprillis 1,4 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2019 novembris. Aastatel 1999-2000 Mg keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest kontsentratsioonist kõrgem, kuid aastal 2001 Mg kontsentratsioon hakkas langema ning aastatel 2003-2005 see oli alla jaama keskmist. Seejärel aine aasta keskmine kontsentratsioon hakkas kasvama kuid alates aastast 2008 on taaskord langemas. Aastatel 2009-2020 aasta keskmine magneesiumi kontsentratsioon oli vahemikus 0,13-0,26 mg/l.



Joonis 183. Magneesiumi kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

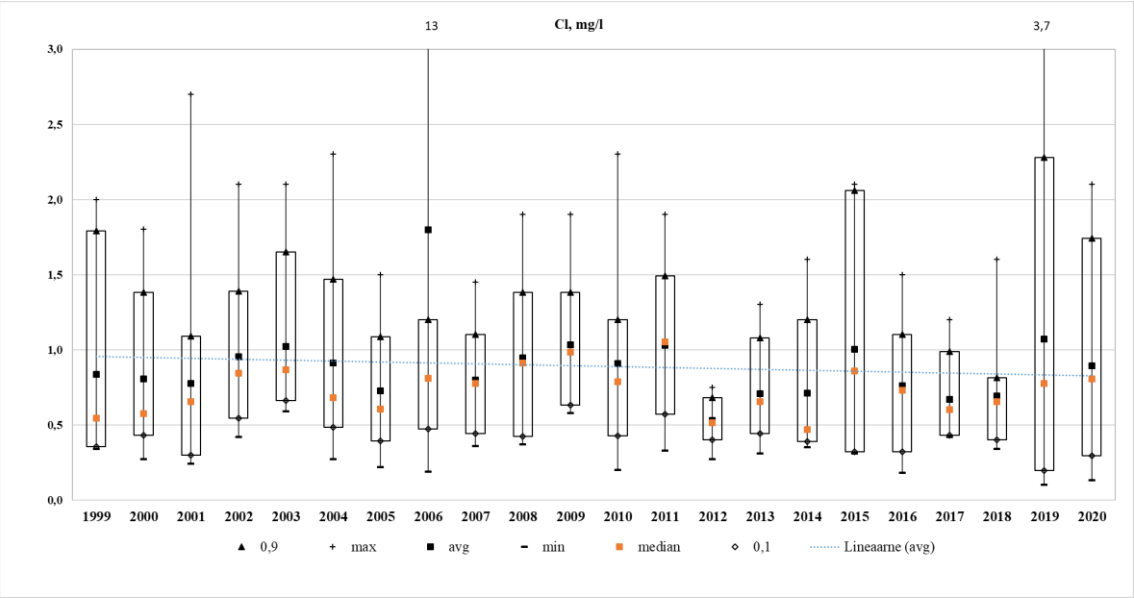
Kahekümne kahe aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,52 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal aprillis 3,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon

(0,06 mg/l) oli aastatel 2016 ja 2019. Aastatel 1999-2003 on aine keskmine sisaldus olnud vahemikus 0,68-0,74 mg/l. Alates 2004. aastast Na kontsentratsioon on vähenenud ning aastani 2011 on jäänud vahemikku 0,49-0,58 mg/l. Aastatel 2012-2018 Na aasta keskmine kontsentratsioon jäi alla jaama pikaajalist keskmist, va aasta 2015t, millal Na keskmine sisaldus oli 0,57 mg/l. Aastatel 2019-2020 aasta keskmine aine kontsentratsioon jäi vahemikku 0,57-0,66 mg/l.



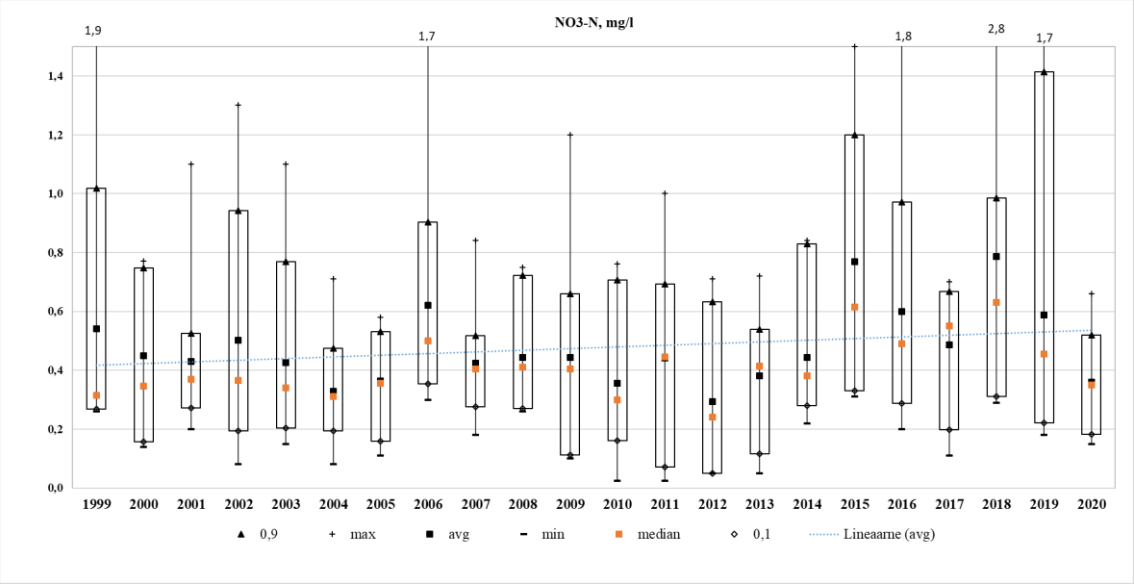
Joonis 184. Naatriumi kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 0,89 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal juulis 13,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,1 mg/l) oli aastal 2019 novembris. Cl aasta keskmine sisaldus sademetes oli aastatel 1999-2001 vahemikus 0,77-0,84 mg/l, mis on alla jaama pikaajalist aasta keskmist. Aastal 2002 Cl sisaldus hakkas tõusma ning kuni aastani 2011 on püsinud üle jaama pikaajalise keskmise väärtuse, va aastad 2005 ja 2007, millal aasta keskmine aine kontsentratsioon oli 0,73 mg/l ja 0,79 mg/l. Aastal 2012 Cl kontsentratsioon sademetes taaskord langes ja püsis alla 0,89 mg/l kuni 2020. aasta lõpuni. Välja arvatud aastad 2015 ja 2019, millal Cl kontsentratsioon tõusis kuni 1,07 mg/l.



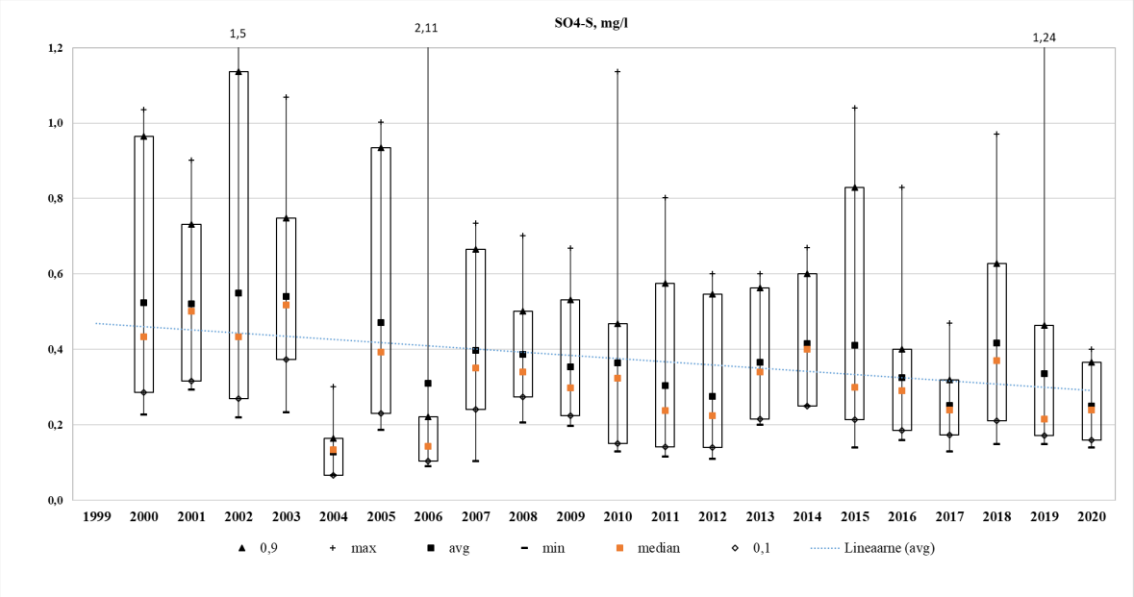
Joonis 185. Kloriidi kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,48 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal juulis 2,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,025 mg/l) oli aastatel 2010 ja 2011. Aastatel 2002-2006 oli NO3-N kontsentratsioon jaama pikaajalisest keskmisest kõrgem, st ületas 0,48 mg/l. Aastatel 2007-2014 NO_3-N kontsentratsioon langes ning jäi jaama keskmisest alla, kuid alates 2015. aastast keskmine aine sisaldus hakkas taaskord tõusma. Kuni 2019. aastani oli aine kontsentratsioon jaama keskmisest suurem ja aastal 2020 see langes kuni 0,36 mg/l.



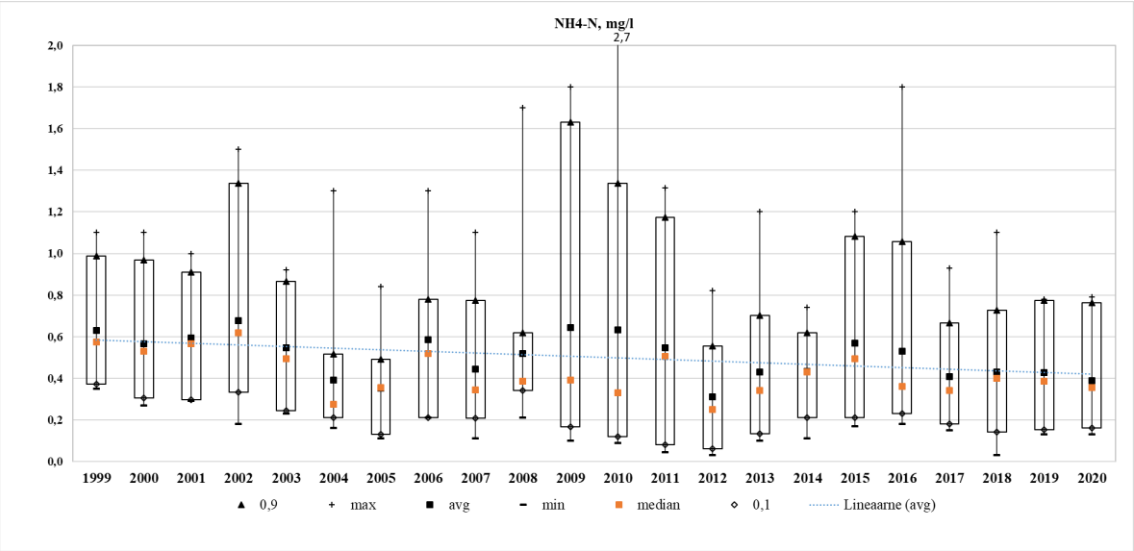
Joonis 186. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Sulfaatväävli andmed on kätte saadavad alates 2000. aastast. Kahekümne ühe aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,38 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal juulis 2,11 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,07 mg/l) oli aastal 2004 septembris. Aastatel 2000-2008 SO_4-S aasta keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest (0,38 mg/l) suurem, va aastad 2004 ja 2006, millal aine kontsentratsioon oli langenud alla jaama keskmist. Kuid alates aastast 2009 aine sisaldus sademetes hakkas langema ja jõudis alla jaama keskmise ning püsis sellisena kuni 2013. aasta lõpuni. Aastast 2016 on SO_4-S aasta keskmine kontsentratsioon taas jõudnud alla jaama pikaajalise keskmise ning püsinud sellisena kuni 2020. aasta lõpuni. Välja arvatud aasta 2018, millal aine aasta keskmine sisaldus oli 0,42 mg/l.



Joonis 187. Sulfaatväävli kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

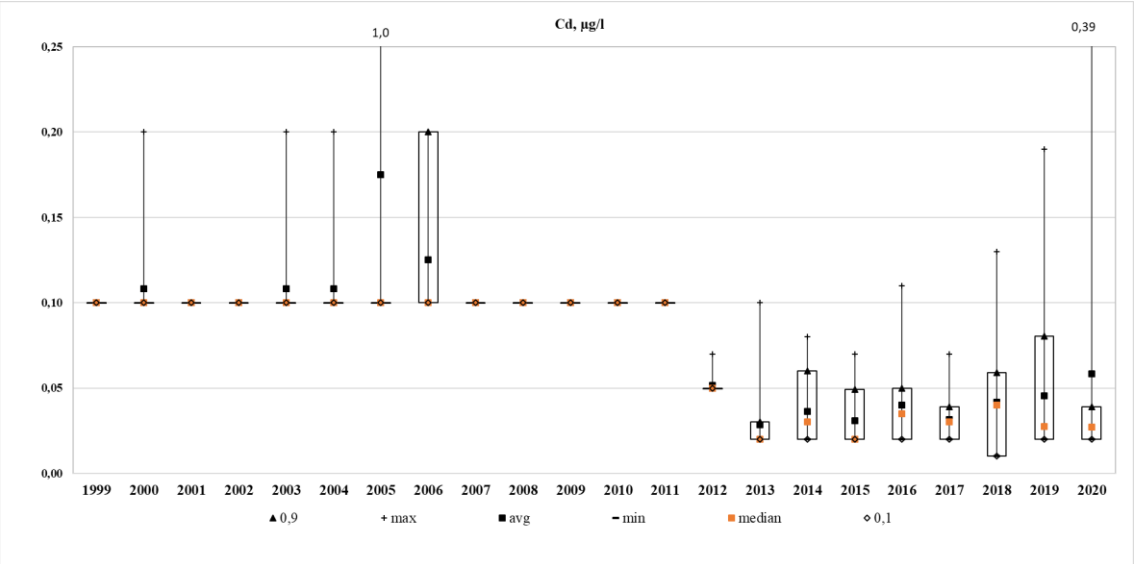
Kahekümne kahe aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,50 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal juulis 2,7 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2018 veebruaris. Ammooniumlämmastiku sisaldus aastatel 1999-2003 oli vahemikus 0,54-0,68 mg/l, mis tähendab, et see oli jaama pikaajalise aasta keskmisest (0,50 mg/l) kõrgem. Aastal 2004 aine sisaldus vähenes kuid aastatel 2008-2011 taaskord ületas jaama pikaajalist keskmist. Aastatel 2012-2020 aine sisaldus jõudis alla 0,5 mg/l, välja arvatud aastad 2015-2016, millal aine sisaldus sademetes oli 0,53-0,57 mg/l.



Joonis 188. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

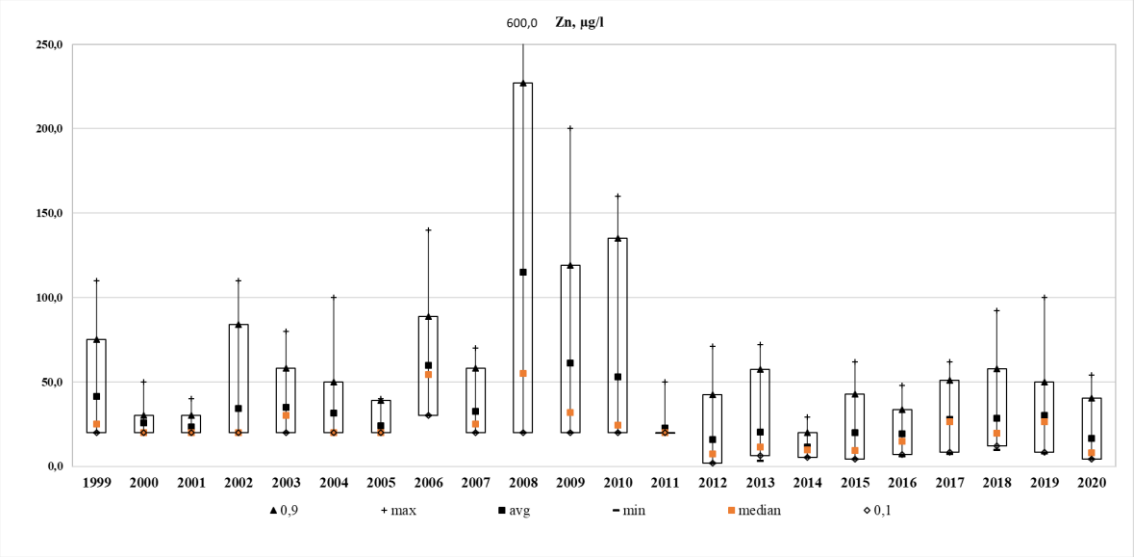
Nigula seirejaamas alustati 2015. aastal üldfosfori mõõtmistega. Püld andmeid võeti kord kahes kuus. Kuue aasta keskmine üldfosfori (Püld) kontsentratsioon on 0,03 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal augustis 0,009 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2019 oktoobris. Aastatel 2015, 2017-2018 on fosfori aasta keskmine sisaldus olnud jaama pikajalisest keskmisest suurem, kuid viimasel kahel aastal see on langenud ning püsinud alla 0,02 mg/l.

Kahekümne kahe aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,08 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal detsembris 1,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,01 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastal 2018 sügisel. Aastatel 1999-2011 oli Cd aasta keskmine kontsentratsioon sademetes stabiilselt üle jaama pikaajalise keskmise ning see püsis vahemikkus 0,1-0,18 µg/l. Alates aastast 2012 jõudis Cd aasta keskmine sisaldus alla jaama pikaajalise keskmise ja püsis sellisena kuni 2020. aasta lõpuni, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega. Aastatel 2007-2011 oli iga kuu sama Cd kontsentratsioon sademetes ja see oli 0,1 µg/l. Aastast 2012 minimaalne aine sisaldus oli vahemikus 0,01-0,05 µg/l.



Joonis 189. Kaadmiumi kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

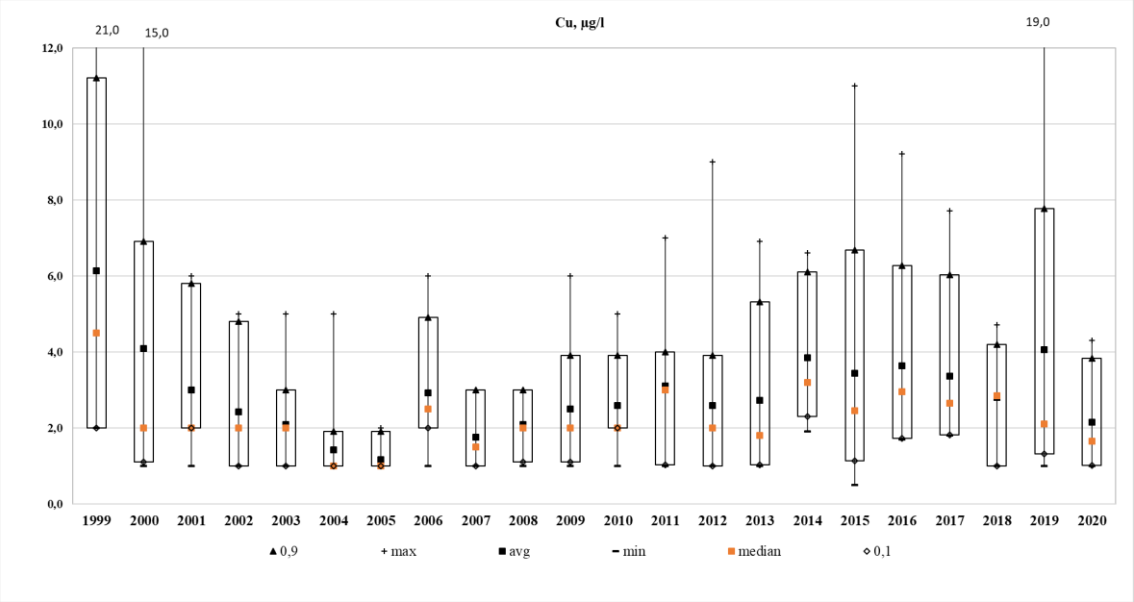
Kahekümne kahe aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 34,03 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal oktoobris 600,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (2,0 µg/l) oli aastal 2012 talvekuudel. Aastatel 1999-2010 aasta keskmine tsingi sisaldus sademetes oli vahemikus 23,33-115,0 µg/l. Alates aastast 2011 on Zn aasta keskmine kontsentratsioon langenud, ning see jäi alla jaama pikaajalise keskmise kuni 2020. aasta lõpuni. Aastatel 1999-2011 aasta minimaalne Zn oli pidevalt 20 µg/l ja aastal 2006 oli 30 µg/l. Alates 2012. aastast see on alla 10 µg/l.



Joonis 190. Tsingi kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

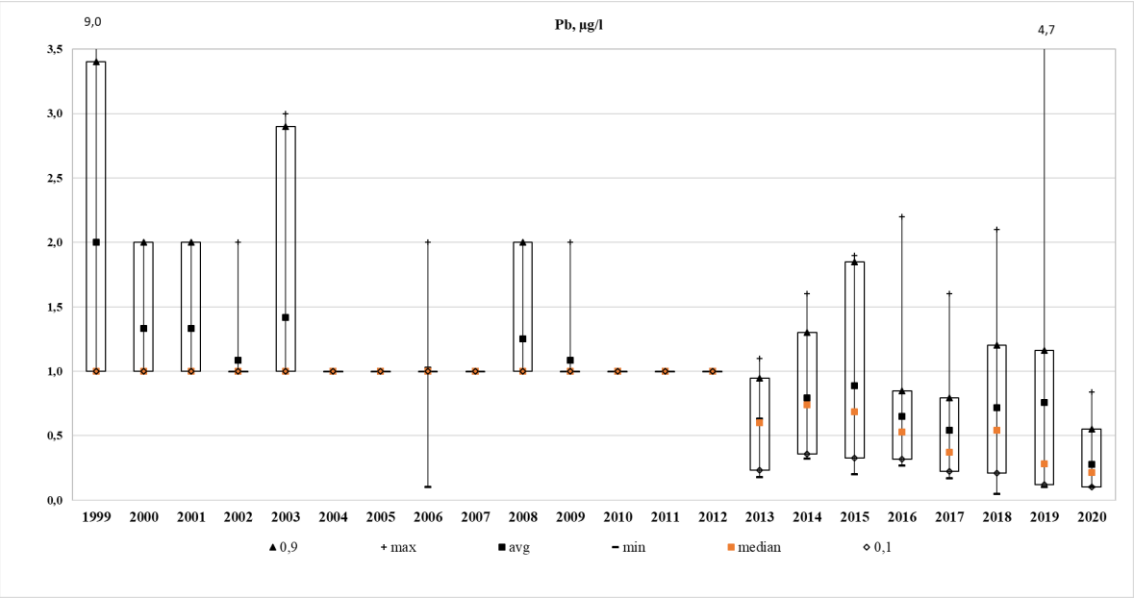
Kahekümne kahe aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 2,90 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal juulis 21,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l) oli aastal 2015 juulis. Aastatel 2002-2013 aasta keskmine Cu

kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist, va aastad 2006, 2011, millal aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 2,92-3,1 µg/l. Aastal 2013 määramismetoodika täpsus paranes ning tõenäoliselt seoses sellega alates aastast 2014 vase sisaldus sademetes suurenes ning kuni 2019. aasta lõpuni oli jaama pikaajalisest keskmisest Cu kontsentratsioonist suurem, va aasta 2018 (2,79 µg/l). 2020. aastal Cu aasta keskmine kontsentratsioon sademetes oli taas alla jaama keskmist ning see oli 2,14 µg/l.



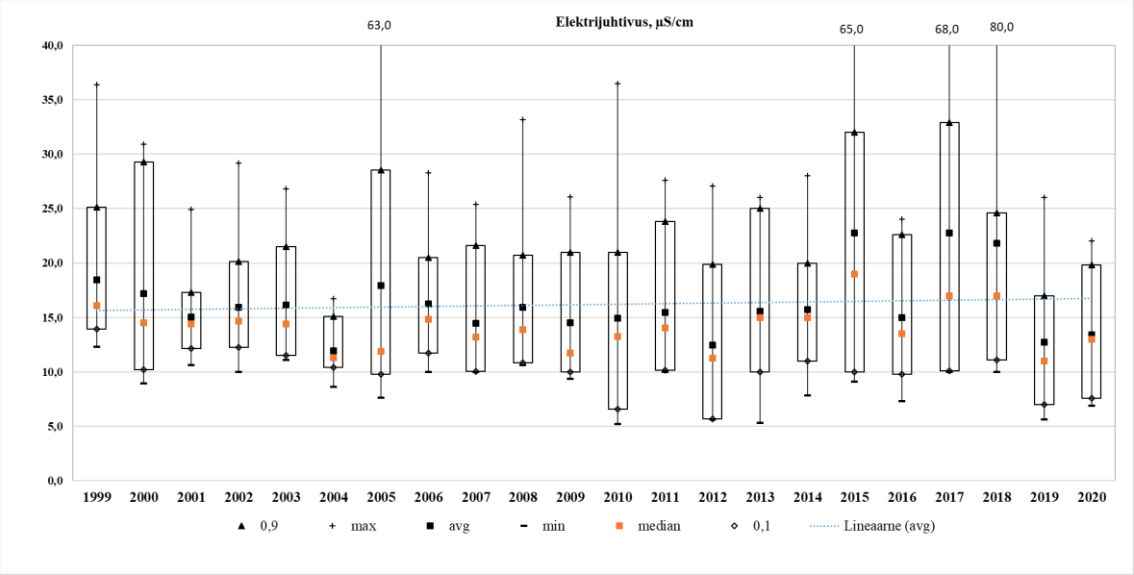
Joonis 191. Vase kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,99 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal juulis 9,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,05 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastal 2018 augustis. Aastatel 1999-2012 plii aasta keskmine kontsentratsioon sademetes oli vahemikus 1-2 µg/l, mis ületas jaama pikaajalist keskmist Pb kontsentratsioon. Aastal 2013 aasta keskmine plii kontsentratsioon jõudis alla jaama pikaajalise keskmise, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega, ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni. Minimaalne aine sisaldus 2012. aastani oli 1 µg/l, va aasta 2006, millal minimaalne Pb oli mõõdetud 0,1 µg/l. Alates 2013. aastast minimaalne Pb sisaldus on alla 0,32 µg/l.



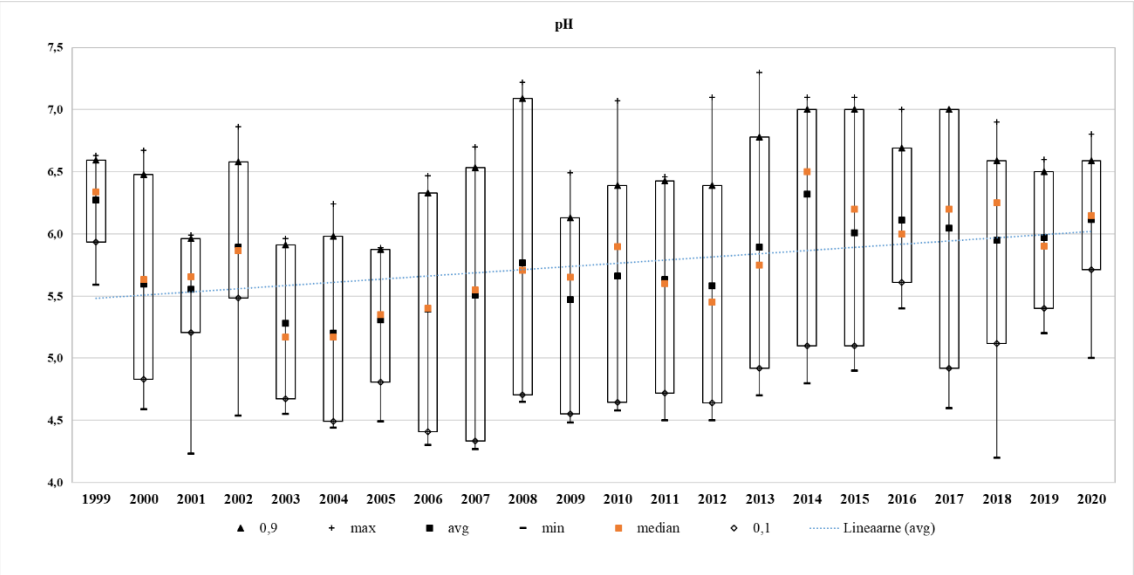
Joonis 192. Plii kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine elektrijuhtivus on 16,19 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal juulis 80,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (5,2 µS/cm) oli aastal 2010 juunis. Aastatel 2001-2014 elektrijuhtivus oli alla pikaajalise keskmise kontsentratsiooni (16,19 µS/cm), va aastad 2005 ja 2006, millal elektrijuhtivust sademetes oli suurem. Aastal 2015 hakkas elektrijuhtivus sademetes tõusma ning aastal 2018 oli mõõdetud maksimaalne elektrijuhtivus. Aastatel 2019-2020 elektrijuhtivus oli taas alla jaama pikaajalise keskmise ning see oli vahemikus 12,69-13,38 µS/cm.



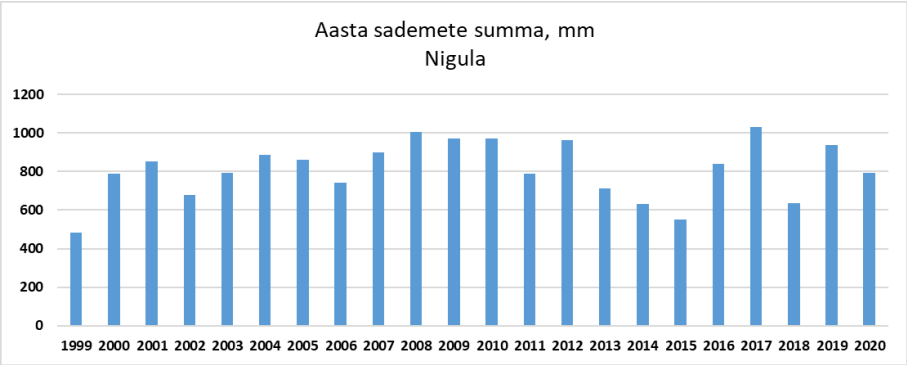
Joonis 193. Elektrijuhtivuse kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Sademete vesinikueksponent jääb 4,2 ja 7,3 piiridesse. Kahekümne kahe aasta keskmine pH on 5,75, mis tähendab, et Nigula seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide piiris. Maksimaalne pH 7,3 oli mõõdetud aastal 2013 oktoobris, mis tähendab, et sademed olid sel ajal neutraalsed ning see jäi normist kõrgemale. Samal aastal oli aga aasta keskmine pH väärtus 5,89, mis jääb normide piiris. Aastatel 1999, 2003-2007 ja 2009, 2014 pH aasta keskmine väärtus on jäänud normide piirist (5,6-6,1) välja. Teiste aastate keskmised pH väärtused on normide piiris.

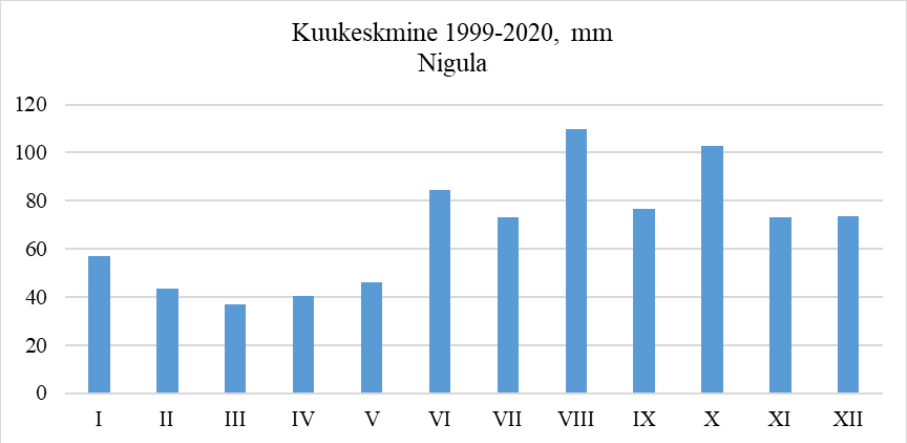


Joonis 194. pH kontsentratsioon Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

Sademete hulga analüüsil ma ei võta arvesse 1999. aasta andmeid, kuna need on kättesaadavad alates maikuust. Kahekümne ühe aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2017, millal aasta jooksul sadas 1029,0 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2017. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem veel 16 aastat. Kõige sademete vaesem aasta oli 2015. aasta, millal sadas 550 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 109,68 mm, norm – 83 mm) ja oktoober (kuukeskmine 102,68 mm, norm – 74,00 mm). Kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 36,71 mm, norm – 37 mm), kuid see oli normide piiris.



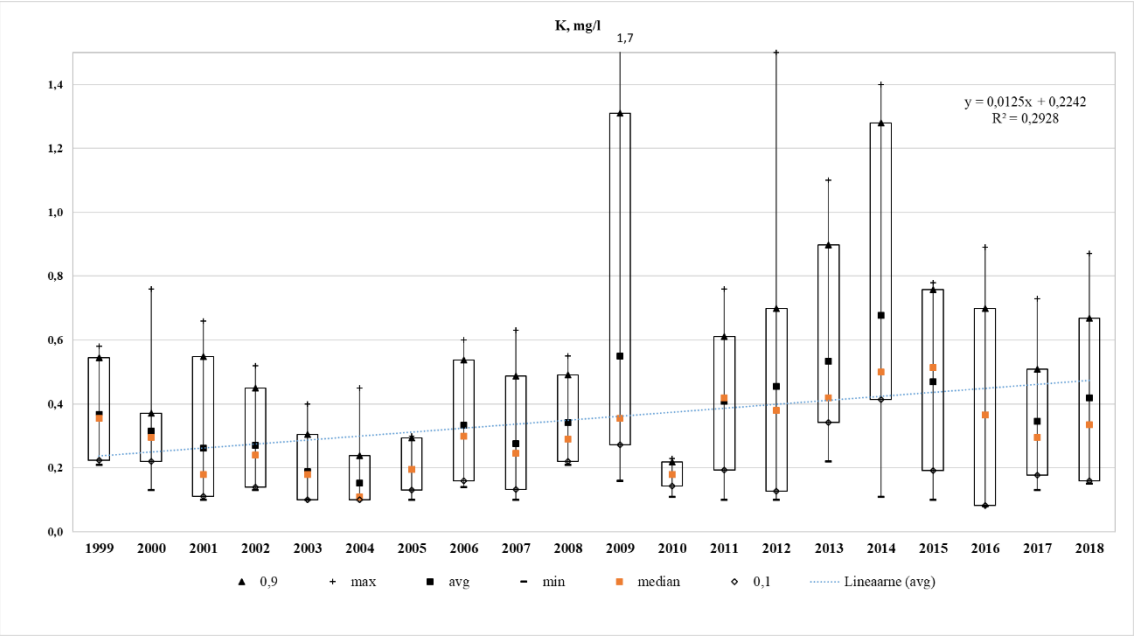
Joonis 195. Aasta sademete summa Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020



Joonis 196. Kuukeskmine sademete hulk Nigula seirejaamas aastatel 1999-2020

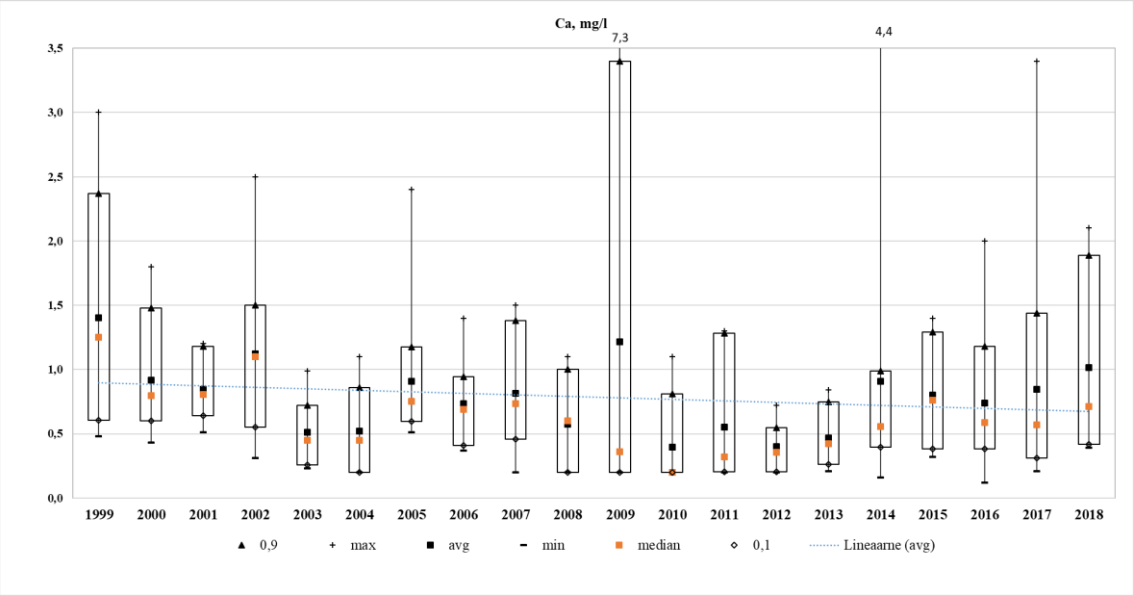
3.13 Otepää seirejaam

Otepää seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1999 ning kuni 2018. aasta lõpuni. Kahekümne aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,36 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal augustis 1,7 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,08 mg/l) oli aastal 2016 veebruaris ja märtsis. 1999. aastal keskmine kaaliumi kontsentratsioon sademetes oli 0,37 mg/l. Aastatel 2000-2008 oli K aasta keskmine sisaldus alla jaama pikaajalist aasta keskmist, st alla 0,36 mg/l. Alates 2009 aastast K aasta keskmine sisaldus on ületanud pikaajalist K väärtust ning püsis üle 0,36 mg/l kuni 2018. aasta lõpuni, välja arvatud aastad 2010 ja 2017, millal K kontsentratsioon oli alla jaama keskmise. Kaaliumi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,29, mis tähendab, et K Otepää seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra tõusnud.



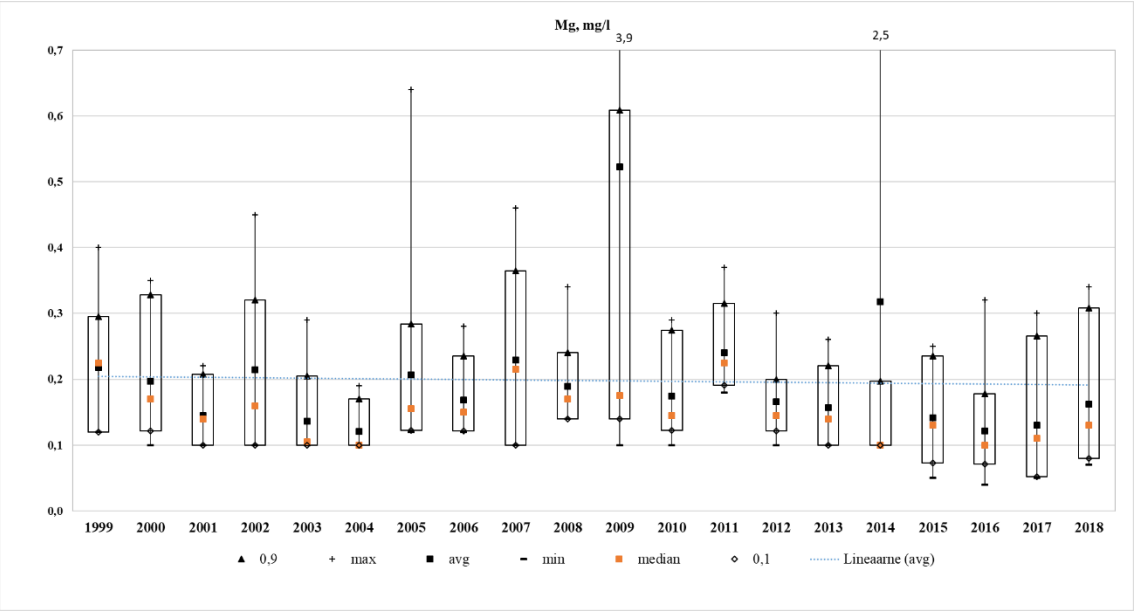
Joonis 197. Kaaliumi kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 0,78 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal augustis 7,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,12 mg/l) oli aastal 2016 novembris. Aastatel 1999-2002 aasta keskmine Ca kontsentratsioon sademetes oli üle jaama pikaajalise keskmise, st ületas 0,78 mg/l. Aastatel 2004-2008 Ca aasta keskmine sisaldus oli vahemikus 0,51-0,91 mg/l ja aastal 2009 see jõudis kuni 1,21 mg/l. Aastal 2010 kaltsiumi sisaldus sademetes langes ning kuni 2013. aastani keskmine kontsentratsioon püsis alla 0,55 mg/l. Aastast 2014 aine sisaldus hakkas taas tõusma.



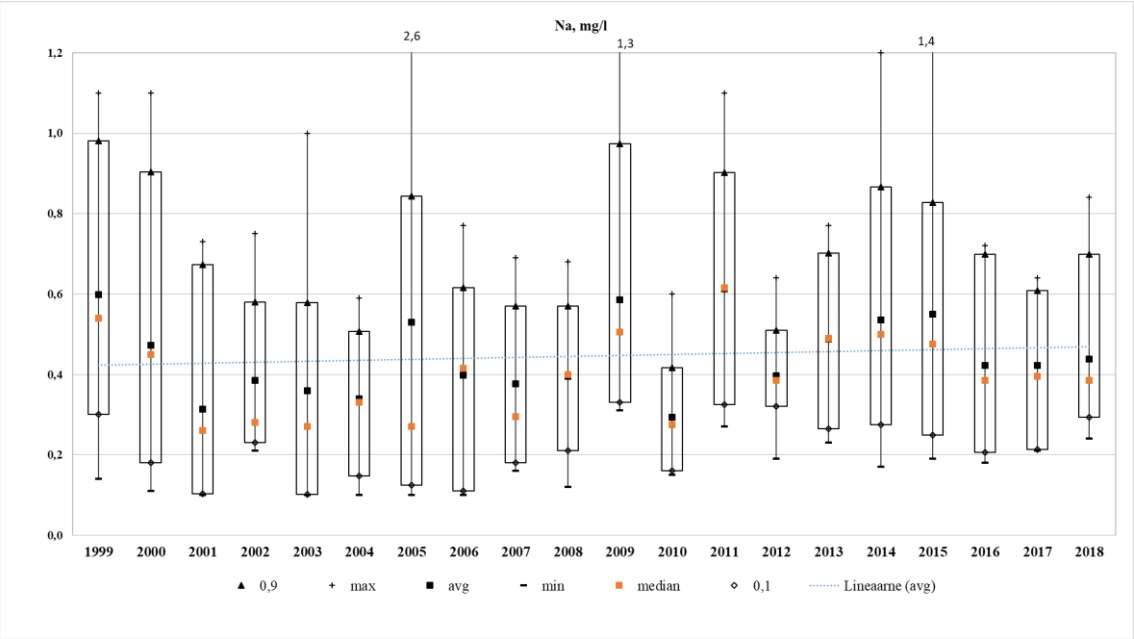
Joonis 198. Kaltsiumi kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,2 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal augustis 3,9 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,04 mg/l) oli aastal 2016 novembris. Aastatel 2000-2004 aasta keskmine aine kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist, va aasta 2002, millal Mg kontsentratsioon oli 0,21 mg/l. Aastatel 2005-2011 aasta keskmine magneesiumi kontsentratsioon oli vahemikus 0,17-0,52 mg/l. Aastal 2012 Mg aasta keskmine sisaldus sademetes langes ning püsis alla jaama pikaajalist keskmist 2018. aasta lõpuni, va aasta 2014 (0,32 mg/l).



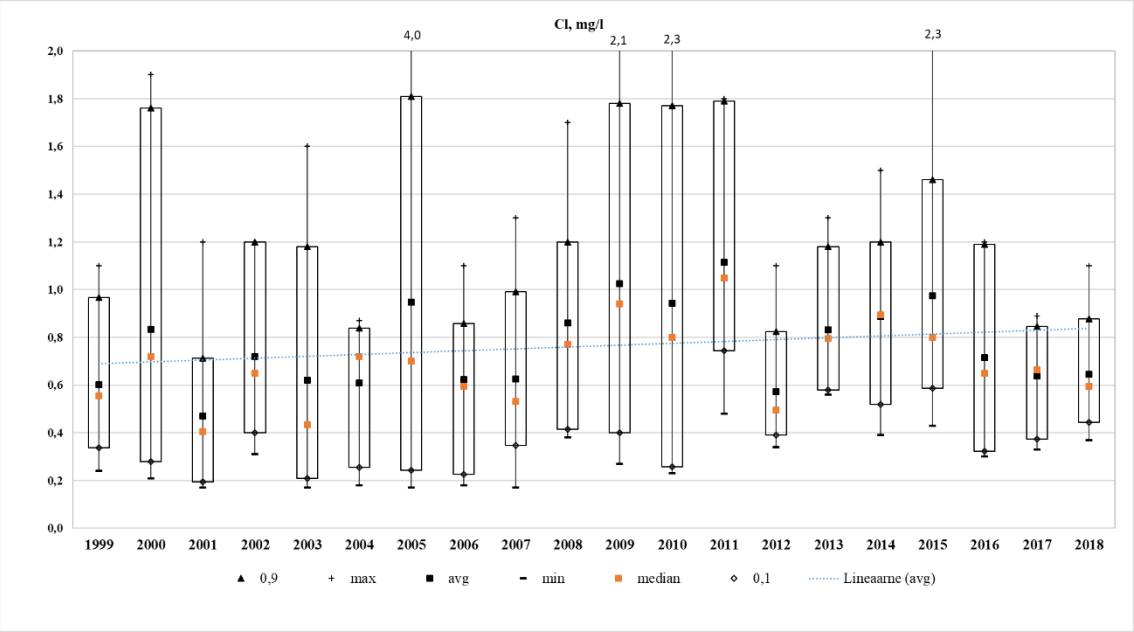
Joonis 199. Magneesiumi kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,45 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal jaanuaris 2,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,1 mg/l) oli aastatel 2001, 2003-2006 suvekuudel. Naatriumi aasta keskmine kontsentratsioon jäi aastatel 2001-2008 jaama pikaajalise keskmisest (0,45 mg/l) väärtusest alla, va aasta 2005, millal jaama aasta keskmine väärtus oli 0,53 mg/l. Alates aastast 2009 Na kontsentratsioon hakkas tõusma ning ületas jaama keskmist. Na aasta keskmine sisaldus sademetes püsis kõrgel tasemel kuni 2015. aastani, va aastad 2010 ja 2012, millal Na keskmine sisaldus jäi vahemiku 0,29-0,39 mg/l. Alates 2016. aastast Na kontsentratsioon langes ning püsis alla jaama keskmise kuni 2018. aasta lõpuni.



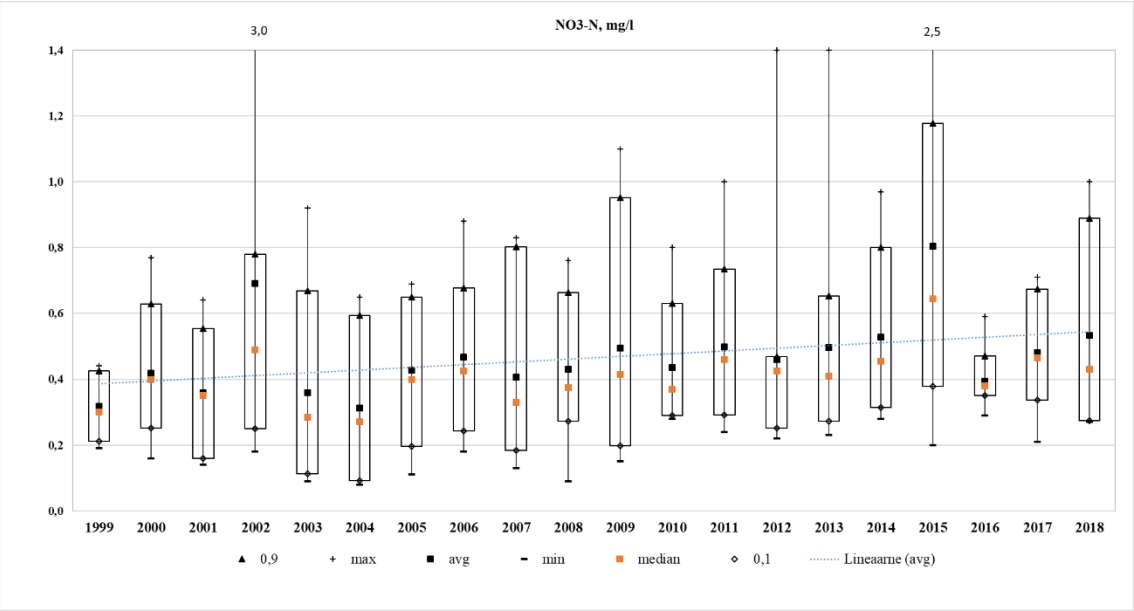
Joonis 200. Naatriumi kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 0,76 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal jaanuaris 4,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,17 mg/l) oli aastatel 2001, 2003, 2005 ja 2007 suvekuudel. Aastatel 1999-2007 Cl aasta keskmine sisaldus oli pikaajalise aasta keskmisest väiksem, va aastad 2000 ja 2005, millal Cl kontsentratsioon tõusis üle jaama keskmise. Alates aastast 2008 hakkas Cl sisaldus kasvama ning kuni 2015. aasta lõpuni püsis üle jaama keskmist, va aasta 2012, millal aasta keskmine aine kontsentratsioon oli 0,57 mg/l. Kuid aastast 2016 on aine sisaldus jõudnud alla jaama keskmist ning püsinud sellisena kuni 2018. aastani.



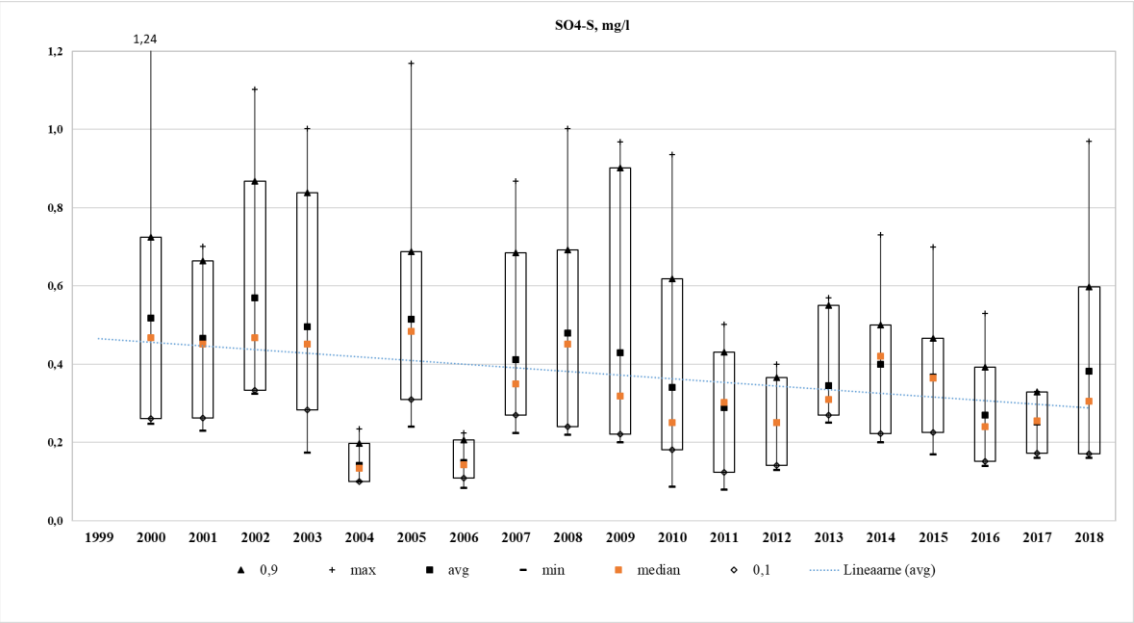
Joonis 201. Kloriidi kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine nitraatlämmastik (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,47 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal veebruaris 3,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,08 mg/l) oli aastal 2004. juulis. Aastatel 1999-2008 oli aine kontsentratsioon sademetes alla jaama pikaajalise aasta keskmise, st alla 0,47 mg/l, va aasta 2002, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 0,69 mg/l. Aastal 2000 NO_3-N sisaldus hakkas kasvama ja ületas jaama keskmise väärtuse. NO_3-N sisaldus oli üle 0,47 mg/l kuni 2018. aastani, va aastad 2010, 2012 ja 2016, millal aasta keskmine nitraatlämmastiku kontsentratsioon oli alla jaama keskmist.



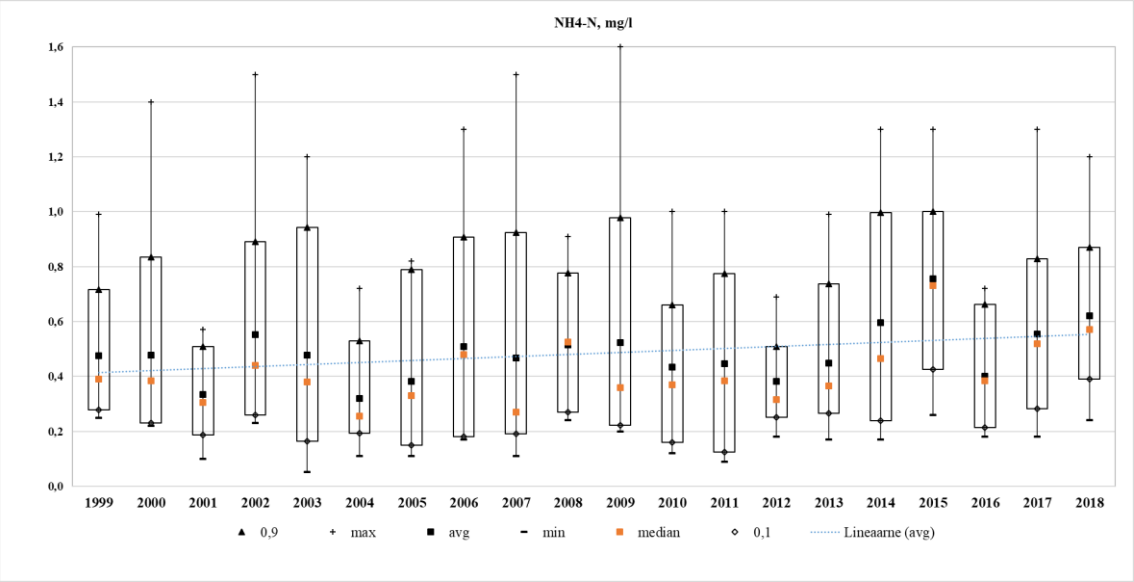
Joonis 202. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,37 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2000. aastal aprillis 1,24 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,08 mg/l) oli aastal 2011. jaanuaris. Aastatel 2000-2009 oli SO_4-S aasta keskmine kontsentratsioon üle jaama pikaajalist aasta keskmist, st üle 0,37 mg/l. Välja arvatud aastad 2004 ja 2006, millal aasta keskmised olid 0,14 mg/l ja 0,15 mg/l. Aastal 2010 aine sisaldus hakkas langema ning püsis alla jaama keskmise kuni 2017. aasta lõpuni, va aasta 2014, millal aasta keskmine oli 0,4 mg/l. Aastal 2018 on SO_4-S aasta keskmine sisaldus taas tõusnud ning see oli 0,38 mg/l.



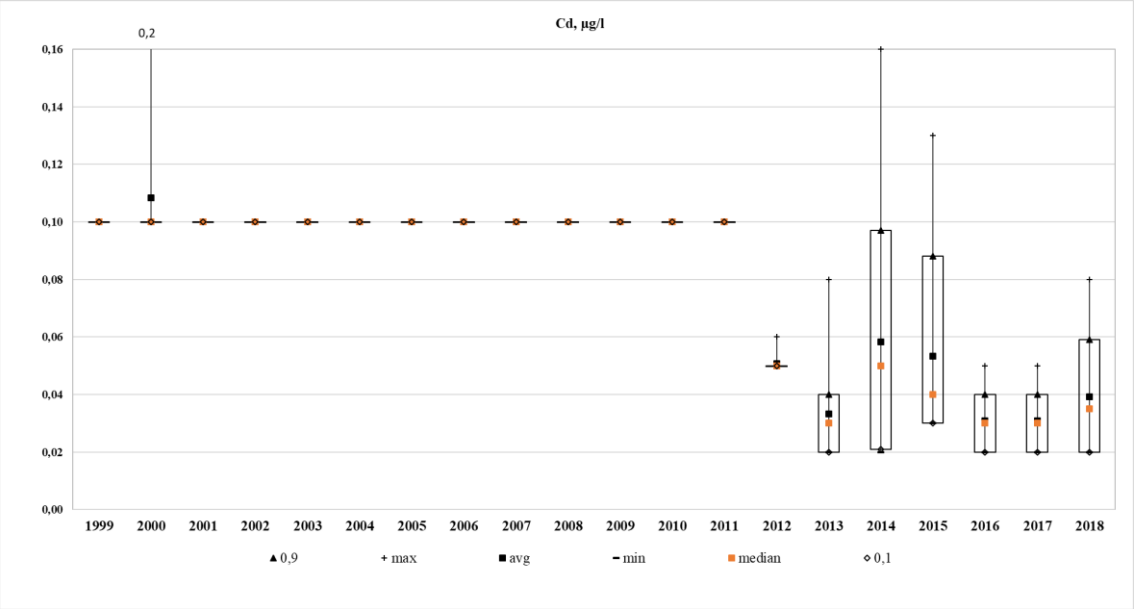
Joonis 203. Sulfaatväävli kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,48 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal aprillis 1,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 2003. augustis. Aastatel 1999-2007 on NH_4-N olnud jaama pikaajalisest aasta keskmisest madalam, st alla 0,48 mg/l, va aastad 2002 ja 2006, millal aasta keskmine oli 0,55 mg/l ja 0,51 mg/l. Aastatel 2008 ja 2009 on aine sisaldus tõusnud ning ületanud jaama keskmise, kuid alates 2010. aastast on NH_4-N sisaldus langenud ja püsinud alla jaama keskmist kuni 2013. aasta lõpuni. Aastal 2014 on aine keskmine kontsentratsioon taaskord tõusnud ning püsis üle 0,48 mg/l kuni 2018. aastani, va aasta 2016, millal langes aine aasta keskmine sisaldus kuni 0,40 mg/l.



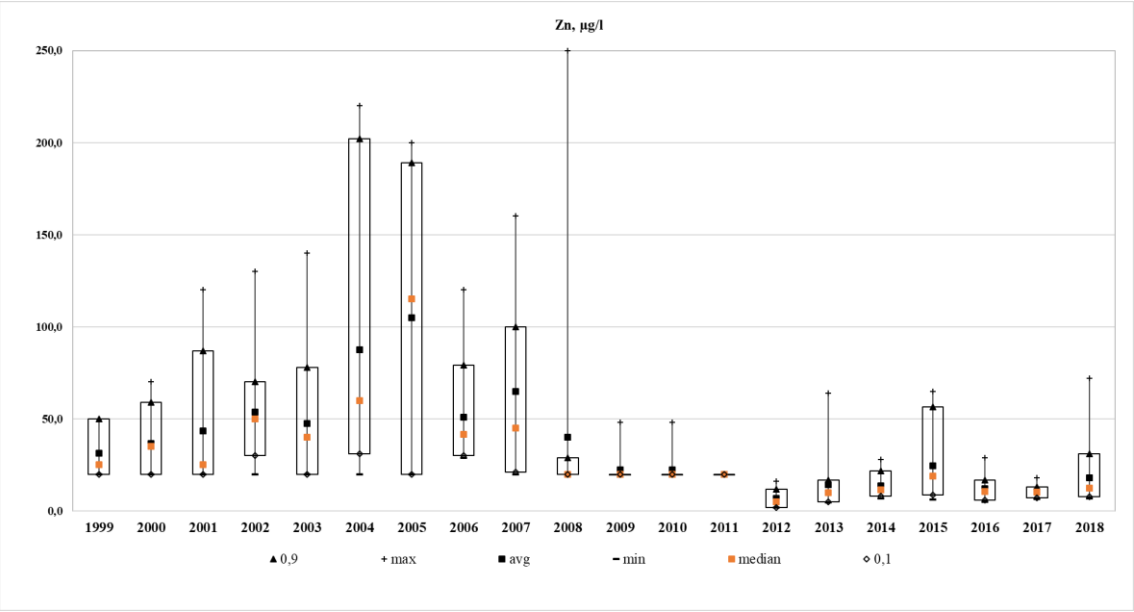
Joonis 204. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,08 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2000. aastal aprillis 0,2 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,02 µg/l, mis on võrdne määramistäpsusega. Aastatel 1999-2011 minimaalne Cd kontsentratsioon oli pidevalt 0,1 µg/l ning aasta keskmine kontsentratsioon oli 0,1-0,11 µg/l. Alates 2012. aastast on Cd kontsentratsioon langenud, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega. Alates 2012. aastast minimaalne aine kontsentratsioon on alla 0,05 µg/l. Aasta keskmine aine kontsentratsioon jäi vahemikku 0,03-0,06 µg/l ning maksimaalne aine sisaldus oli mõõdetud aastal 2014septembris, milleks oli 0,16 µg/l.



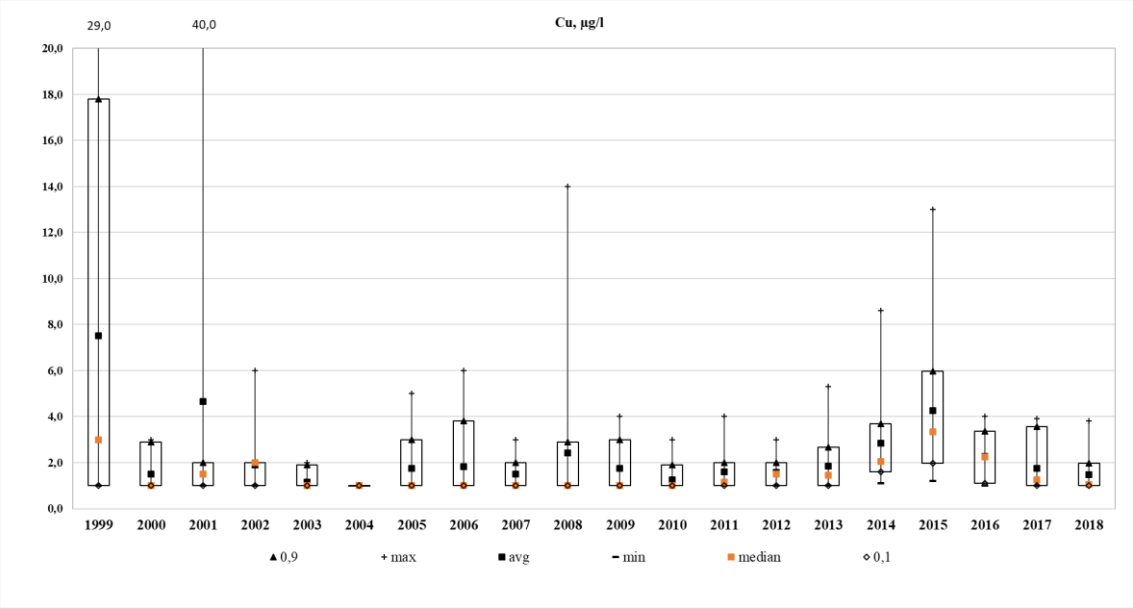
Joonis 205. Kaadmiumi kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 36,25 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal oktoobris 250,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (2,0 µg/l) oli aastal 2012 jaanuarist-märtsini. Aastatel 2000-2008 Zn aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 36,67-105,0 µg/l. Alates aastast 2009 on Zn väärtus võrreldes varasemate aastatega väiksem. See jääb alla jaama pikaajalist keskmist väärtust, mis on 36,25 µg/l. Aastatel 1999-2011 aasta minimaalne Zn kontsentratsioon oli pidevalt 20 µg/l, va 2006. aasta, millal minimaalne kontsentratsioon oli 29 µg/l. Ning alates 2012. aastast, mil tõusis analüüsi määramistäpsus, see on alla 7,0 µg/l. Maksimaalne Zn sisaldus aastatel 2012-2018 oli vahemikus 16-65 µg/l.



Joonis 206. Tsingi kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

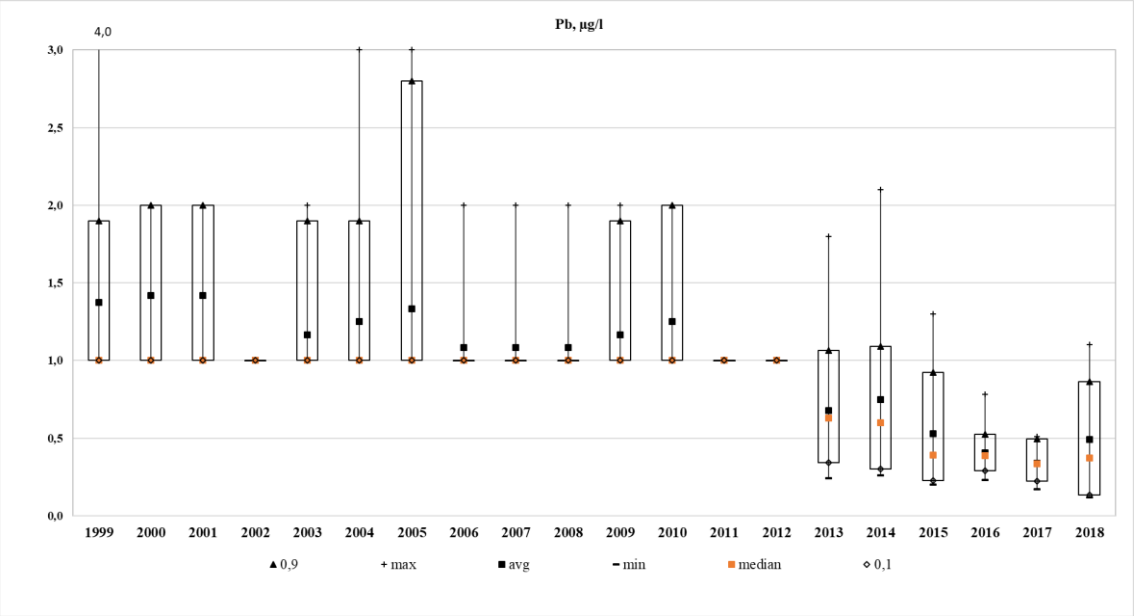
Kahekümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 2,29 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2001. aastal detsembris 40,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1,0 µg/l, mis on määramistäpsus) oli aastatel 1999-2018, va aastad 2014 ja 2015. Aastatel 2014 ja 2015 aasta minimaalsed kontsentratsioonid olid 1,1 µg/l ja 1,2 µg/l. Aastatel 1999-2018 vase aasta keskmine sisaldus oli pidevalt alla jaama pikaajalise keskmist kontsentratsiooni, mis on 2,29 µg/l. Selle aja jooksul vaid 5. aastal aasta keskmine aine sisaldus ületas jaama keskmist. Need olid 1999, 2001, 2008 ja 2014-2015 aastad.



Joonis 207. Vase kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

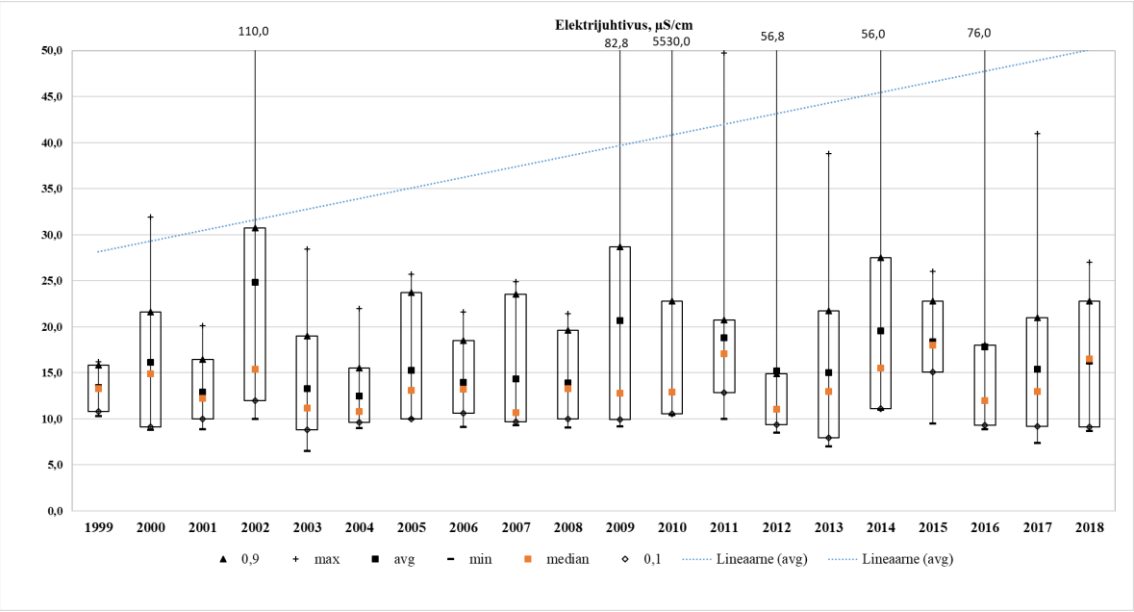
Kahekümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,99 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999. aastal juunis 4,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,12 µg/l) oli

aastal 2018. Aastatel 1999-2012 Pb kontsentratsioon oli vahemikus 1-1,42 µg/l, mis on jaama pikaajalisest aasta keskmisest kontsentratsioonist kõrgem. Alates 2013. aastast hakkas Pb sisaldus langema, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega, ning aastate 2013-2018 keskmine kontsentratsioon oli 0,34-0,75 µg/l vahemikus. Aastatel 1999-2012 aasta minimaalne aine sisaldus sademetes oli pidevalt 1 µg/l ning alates 2013. aastast see on alla 0,26 µg/l.



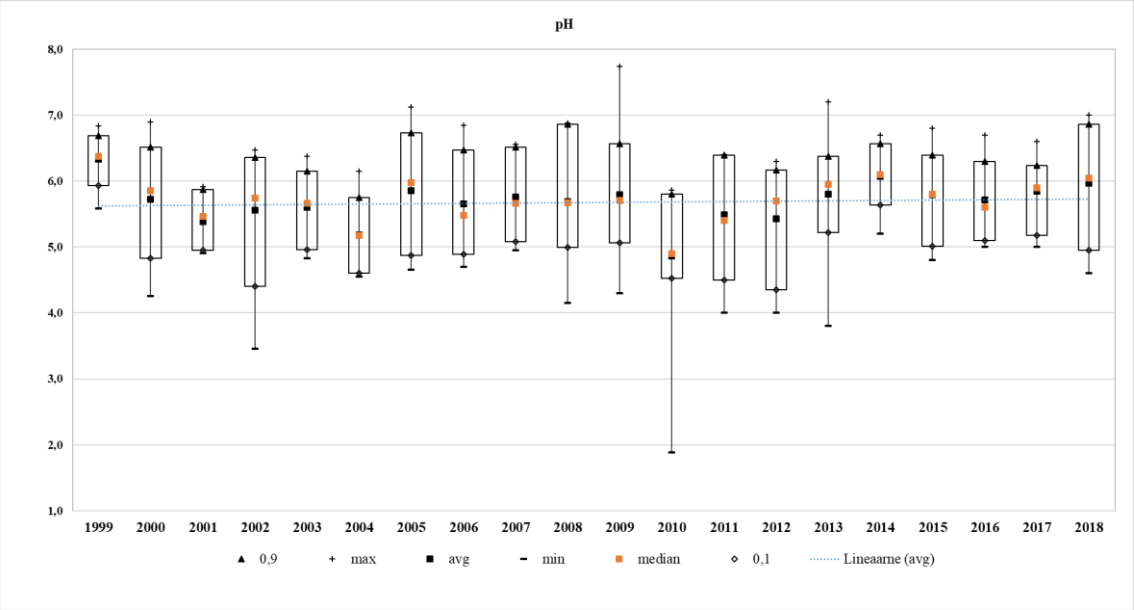
Joonis 208. Plii kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine elektrijuhtivus on 39,09 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2010. aastal juunis 5530,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (6,5 µS/cm) oli aastal 2003 augustis. Aastatel 1999-2018 elektrijuhtivus oli alla jaama pikaajalist keskmist, st alla 39,09 µS/cm. Sel vahemikus vaid aastal 2010 aasta keskmine elektrijuhtivus ületas jaama pikaajalist keskmist ja see oli 474,08 µS/cm.



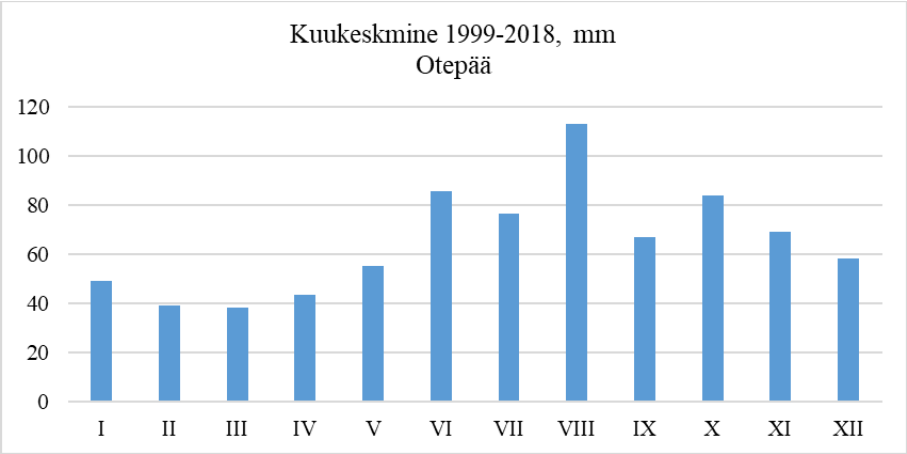
Joonis 209. Elektrijuhtivus Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Sademetes vesinikueksponent jääb 1,88-7,74 piirides. Kahekümne aasta keskmine pH on 5,68, mis tähendab, et Otepää seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on happeline, ning on normide piiris. Maksimaalne pH väärtus 7,74 oli mõõdetud augustis 2009, mis tähendab, et sel ajal sademed olid neutraalsed. Aastatel 2000, 2002-2003 ja 2005-2009 keskmine aasta pH väärtus oli pH normide (5,6-6,1) piiris, ning see tähendab, et sademed olid nõrgalt happelised. Alates aastast 2010 aasta keskmine pH langes ning jäi normidest alla, mis tähendab et sademed olid normist happelisemad. Alates 2013. aastast sademete pH jõudis taas normide piiri ning kuni 2018. aasta lõpuni oli vahemikus 5,6-6,1.

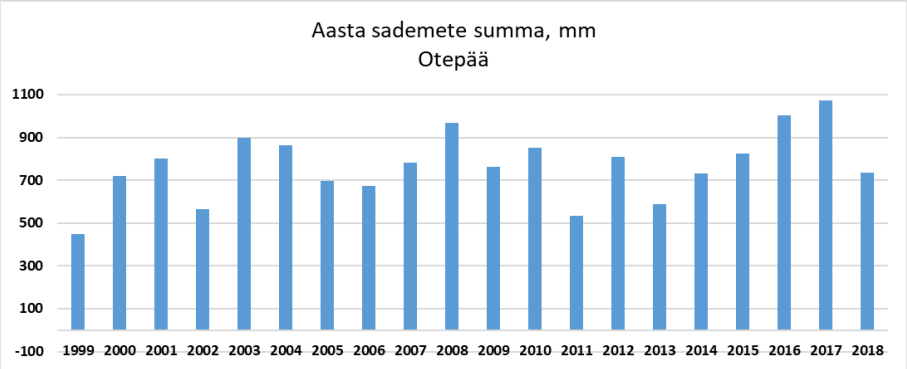


Joonis 210. pH kontsentratsioon Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

Sademete hulga analüüsi puhul ma ei võta arvesse 1999. aasta sademete summat, kuna meile on kättesaadavad sademete hulga andmed alates maist. Üheksateistkümne aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2017, millal aasta jooksul sadas 1072 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2007. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem veel 13 korda. Kõige sademete vaesem aasta oli 2011, millal sadas 534,0 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 113,21 mm, norm – 83 mm) ja juuni (kuukeskmine 85,75 mm, norm – 58 mm) ning kõige vähem sademeid oli märts (kuukeskmine 38,32 mm, norm – 38 mm), kusjuures kuigi märtsikuu sademete hulk oli jaama väiksem, see ikka ületas Eesti normi.



Joonis 211. Aasta sademete summa Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

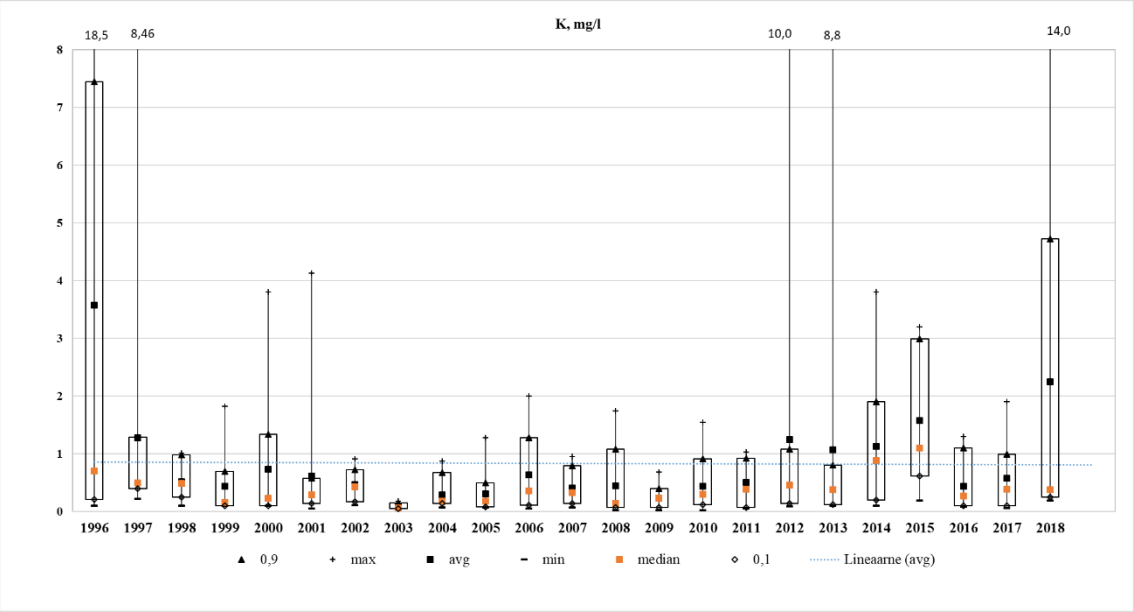


Joonis 212. Kuukeskmine sademete hulk Otepää seirejaamas aastatel 1999-2018

3.14 Saka seirejaam

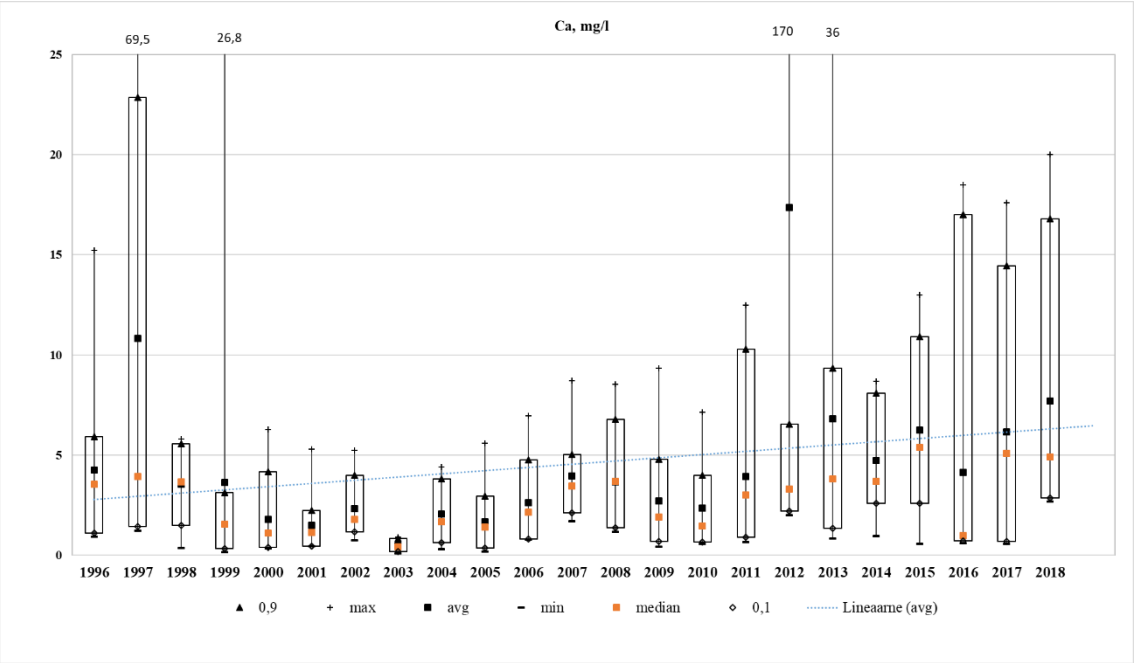
Saka seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1996 ning kuni 2018. aasta lõpuni. Kahekümne kolme aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,84

mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1996. aastal jaanuaris 18,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2008-2010. Aastatel 1998-2011 oli kaaliumi aasta keskmine kontsentratsioon vahemikus 0,23-0,73 mg/l, mis on alla pikaajalist K keskmist väärtust, st alla 0,84 mg/l. Alates aastast 2012 K sisaldus sademetes hakkas kasvama ning kuni 2016. aastani see oli jaama keskmisest kõrgem. Aastatel 2016 ja 2017 K aasta keskmine kontsentratsioon oli 0,43mg/l ja 0,58 mg/l.



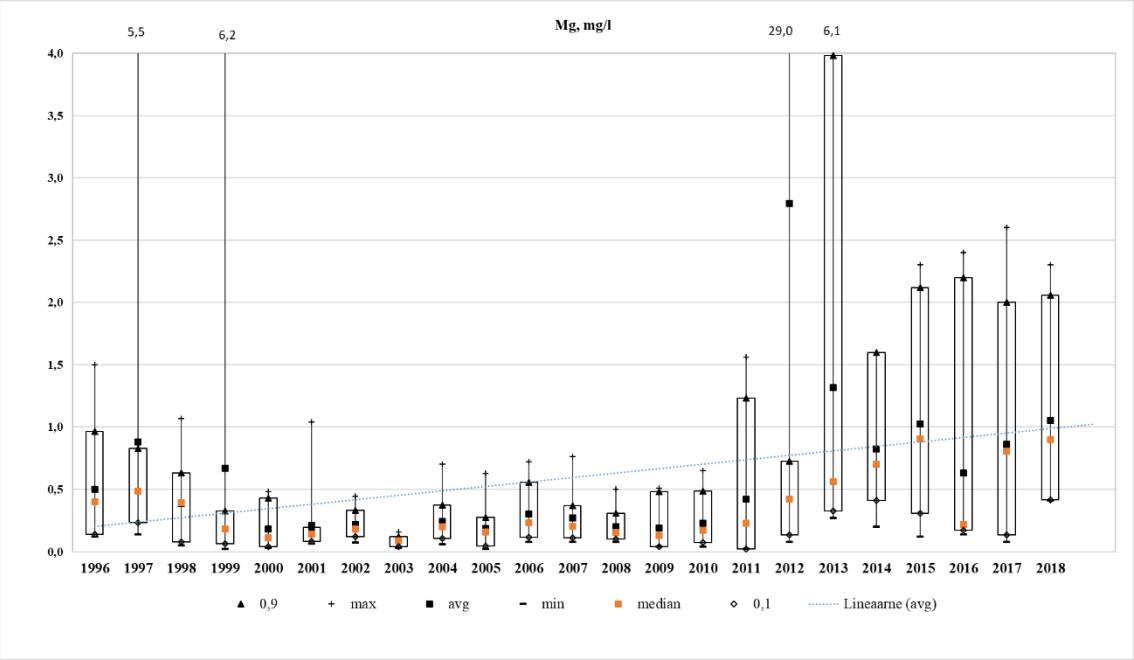
Joonis 213. Kaaliumi kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine kaltsium (Ca) kontsentratsioon on 4,55 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal septembris 170,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,09 mg/l) oli aastal 2003 novembris. Aastatel 1998-2011 oli Ca aasta keskmine aine sisaldus sademetes alla jaama pikaajalist keskmist. Aastast 2012 Ca sisaldus on tõusnud ning on ületanud jaama keskmise väärtuse ning sellisena oli aine aasta keskmine kontsentratsioon 2018. aasta lõpuni. Välja arvatud aasta 2016, millal aasta keskmine kontsentratsioon oli 4,16 mg/l.



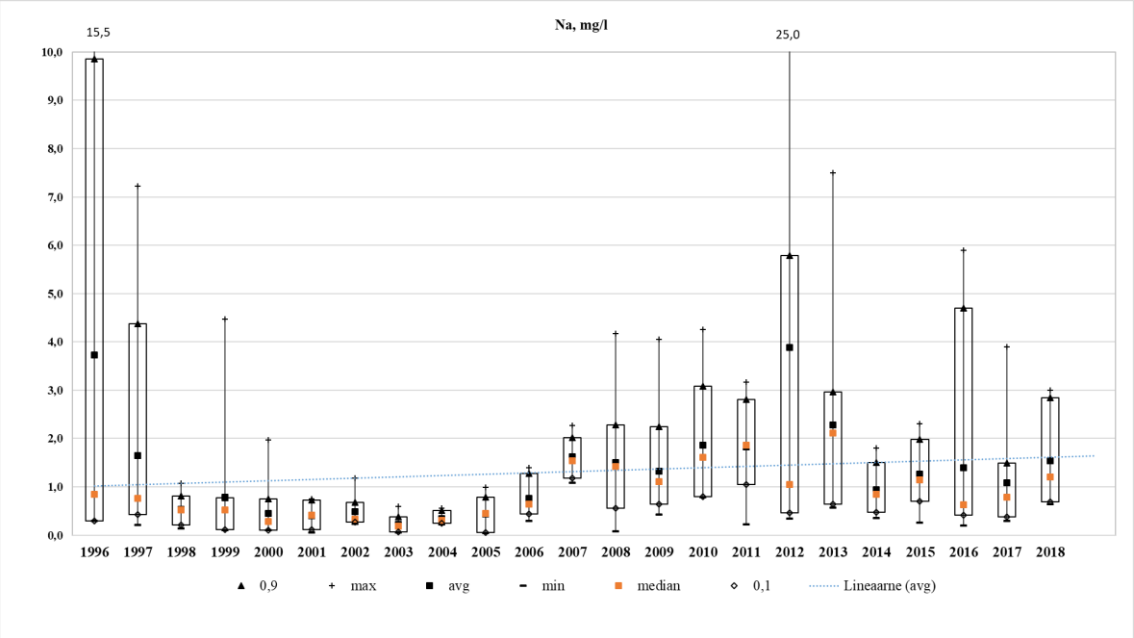
Joonis 214. Kaltsiumi kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine magneesium (Mg) kontsentratsioon on 0,59 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal septembris 29,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 1999, 2005 ja 2011. Aastatel 1996-2011 Mg keskmine kontsentratsioon oli pikaajalisest keskmisest madalam, va aastad 1996 ja 1999, millal aasta keskmine Mg sisaldus oli pikaajalisest suurem ning see oli 0,88 mg/l ja 0,67 mg/l. Alates 2012. aastast Mg kontsentratsioon tõusis ning 2018. aastani see oli jaama keskmisest kõrgem ning jäi vahemikku 0,63-2,80 mg/l.



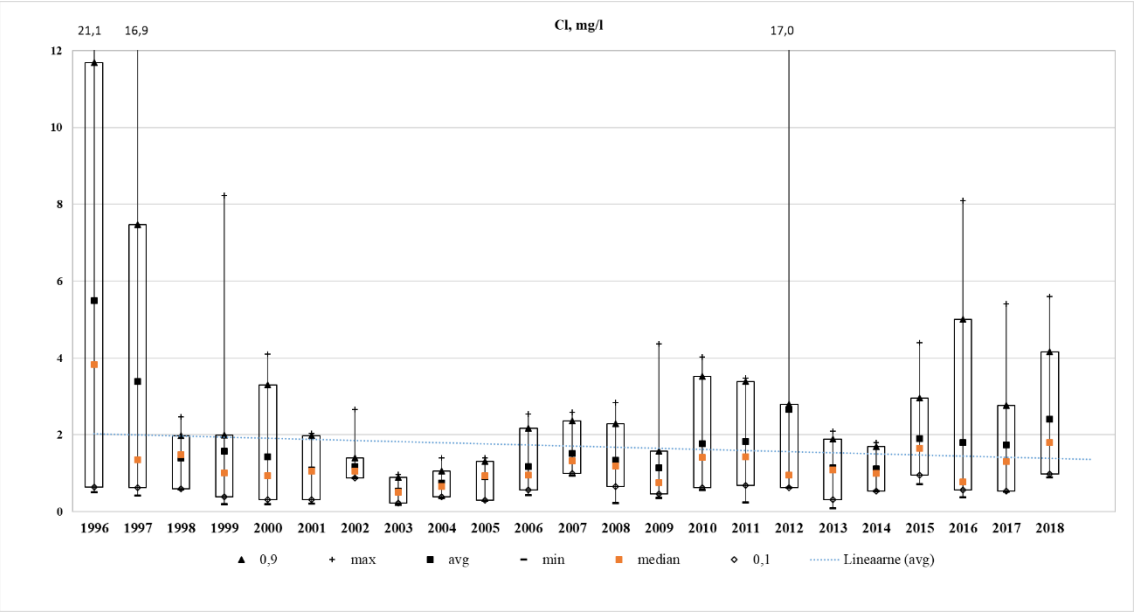
Joonis 215. Magneesiumi kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine naatrium (Na) kontsentratsioon on 1,32 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal septembris 25,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 2005 augustis. Aastatel 1998-2006 oli naatriumi kontsentratsioon sademetes jaama pikaajalisest keskmisest (1,32 mg/l) madalam. See oli vahemikus 0,22-0,78 mg/l. Aastal 2007 Na sisaldus sademetes suurenes ning see oli jaama keskmisest kõrgem kuni 2013. aastani. Seejärel Na sisaldus hakkas langema, kuid ei jäänud pidevalt jaama keskmisest alla. 2014-2018. aastatel oli aasta keskmine Na sisaldus vahemikus 0,94-1,54 mg/l.



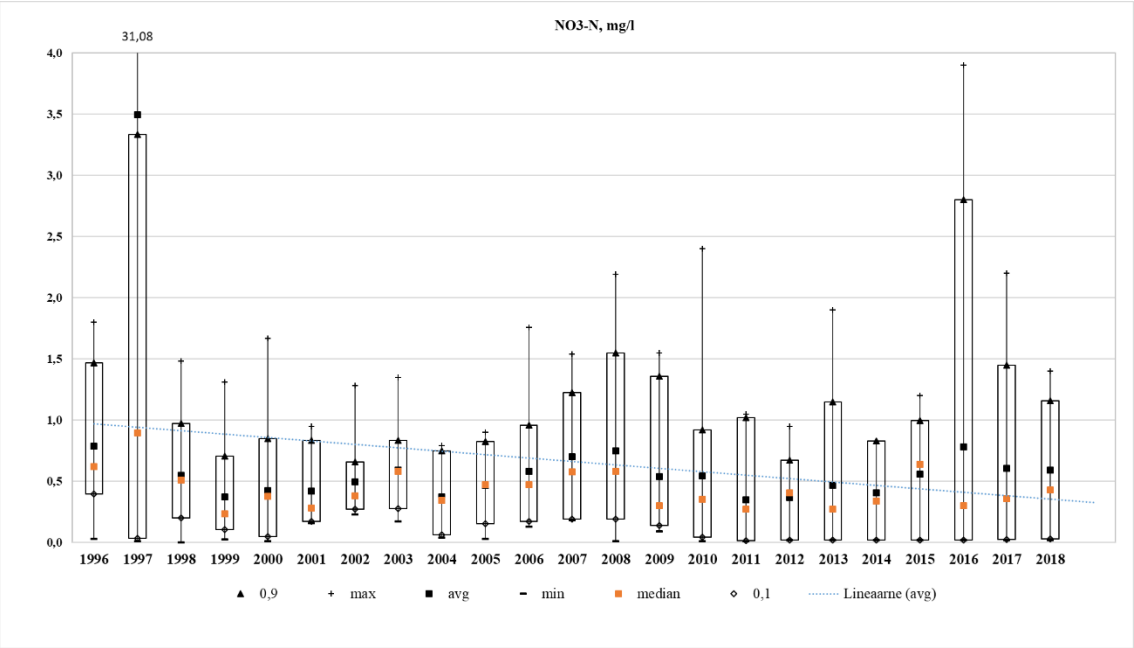
Joonis 216. Naatriumi kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 1,71 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1996. aastal jaanuaris 21,1 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,09 mg/l) oli aastal 2013 jaanuaris. Aastatel 1998-2009 oli kloriidi sisaldus alla jaama pikaajalise keskmise. Aastal 2010 Cl sisaldus hakkas kasvama ning kuni 2018. aasta lõpuni aasta keskmine aine sisaldus ületas jaama pikaajalist keskmist. Välja arvatud aastad 2013-2014, millal Cl sisaldus oli vahemikus 1,12-1,15 mg/l.



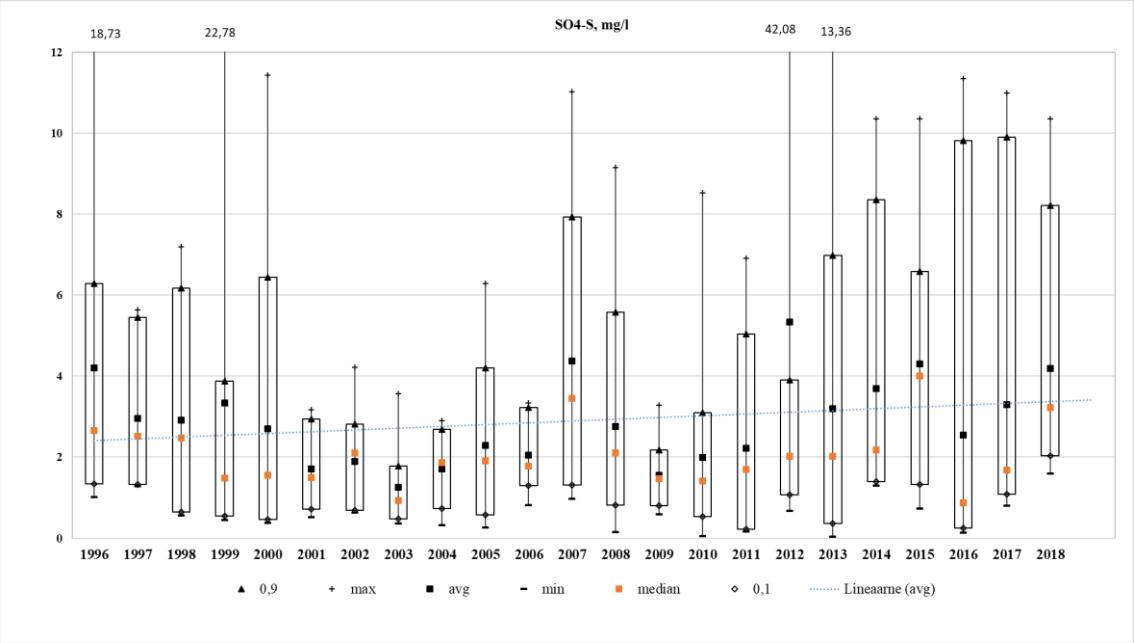
Joonis 217. Kloriidi kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine nitraatlämmastik (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,66 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1997. aastal maikuus 31,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,001 mg/l) oli aastal 1998 juulis. Aastatel 1998-2006 oli NO_3-N kontsentratsioon jaama pikaajalisest keskmisest madalam, st alla 0,66 mg/l. Aastatel 2007-2008 NO_3-N aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 0,7-0,75 mg/l, kuid aastast 2009 aine kontsentratsioon jõudis taas alla jaama keskmise ning püsis sellisena kuni 2018. aasta lõpuni, välja arvatud aasta 2016, millal jaama keskmine aine sisaldus oli 0,78 mg/l.



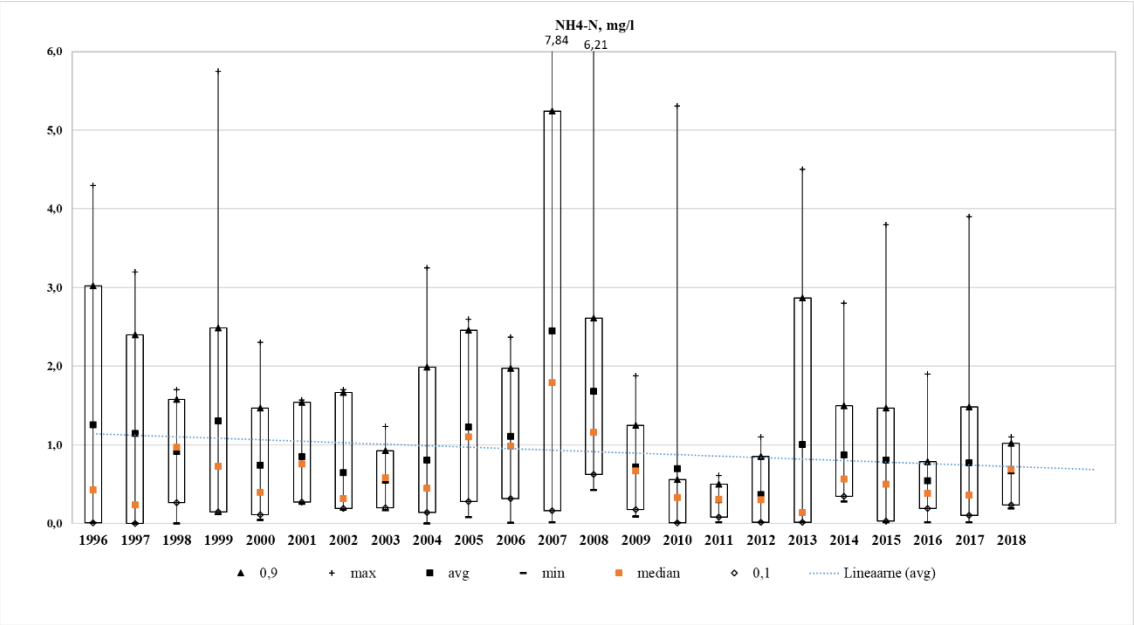
Joonis 218. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 2,89 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal septembris 42,08 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2013 jaanuaris. Aastatel 1996-1999 SO_4-S aasta keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest (2,89 mg/l) suurem. Kuid alates aastast 2000 aine sisaldus sademetes hakkas langema ja jõudis alla jaama keskmise ning püsis sellisena kuni 2011. aasta lõpuni. Välja arvatud aasta 2007, millal SO_4-S kontsentratsioon oli tõusnud ning aasta keskmine aine sisaldus oli 4,37 mg/l. Aastatel 2012-2018 SO_4-S sisaldus oli jaama keskmisest suurem, va aasta 2016, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 2,55 mg/l.



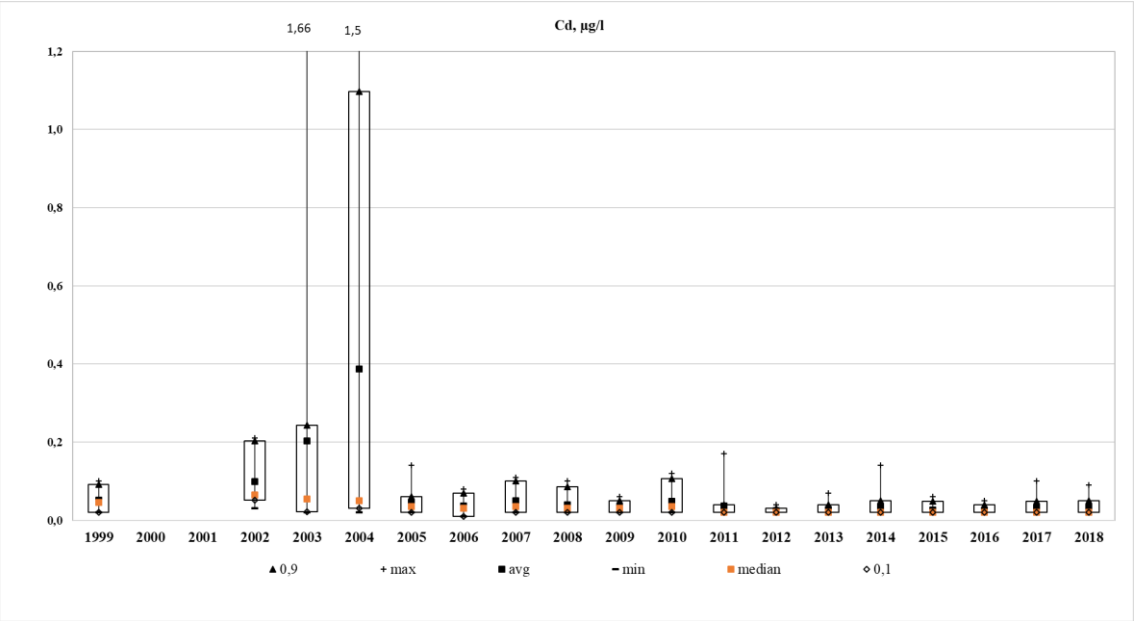
Joonis 219. Sulfaatväävli kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,93 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2007. aastal detsembris 7,84 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastatel 1997, 1998 ja 2004. Aastatel 1996-1999 NH_4-N aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 0,92-1,31 mg/l. Ammooniumlämmastiku sisaldus aastatel 2000-2004 oli vahemikus 0,55-0,85, mis tähendab, et see oli alla jaama pikaajalise keskmise (0,93 mg/l). Alates aastast 2005 aine sisaldus on tõusnud ning kuni 2008. aastani on olnud jaama keskmisest kõrgem. Kuid aastal 2009 see on jõudnud alla jaama keskmist ning püsinud sellisena kuni 2018. aastani. Välja arvatud aasta 2013, millal aasta keskmine kontsentratsioon oli 1,0 mg/l.



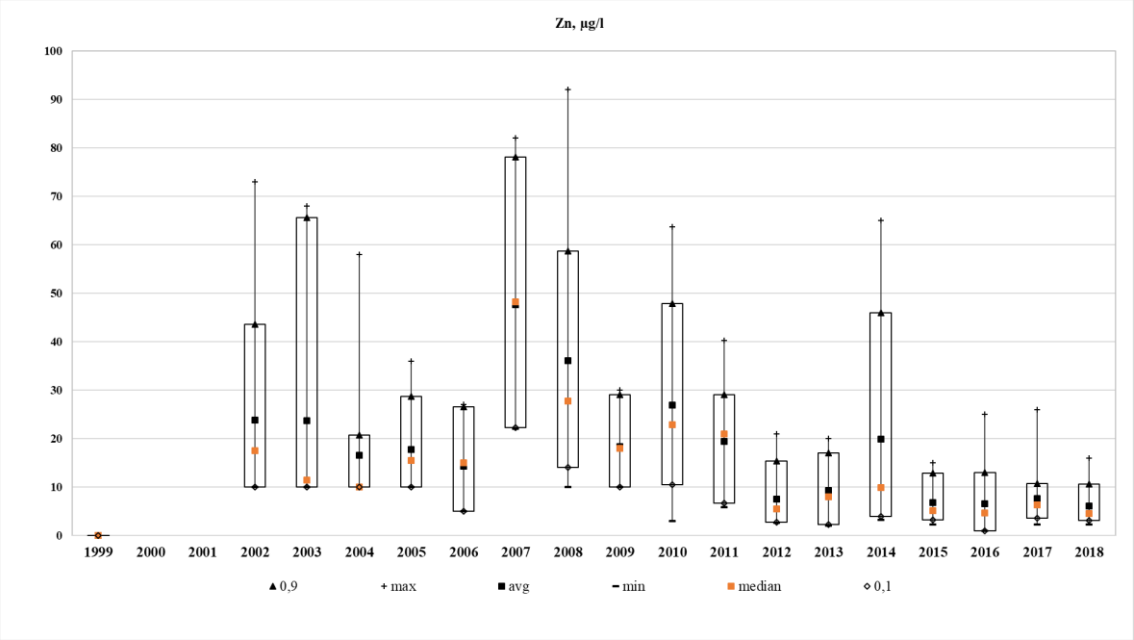
Joonis 220. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Ohtlike aineid sademetes hakati uurima alates 1999. aastast, kuid aastal 2000 see oli peatatud ja taaskord uuringuid hakati tegema aastast 2002. Kahekümne aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,07 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2003. aastal detsembris 1,66 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l, mis on võrdne määramistäpsusega) oli aastal 2006. Aastatel 2002-2004 oli Cd aasta keskmine kontsentratsioon sademetes üle jaama pikaajalise keskmise. Alates aastast 2005 jõudis Cd keskmine sisaldus alla jaama keskmise ja püsis sellisena kuni 2018. aastani. Alates aastast 2003 on pidevalt iga aasta mõõdetud aasta minimaalne Cd kontsentratsioon 0,02 µg/l, välja arvatud 2006. aasta.



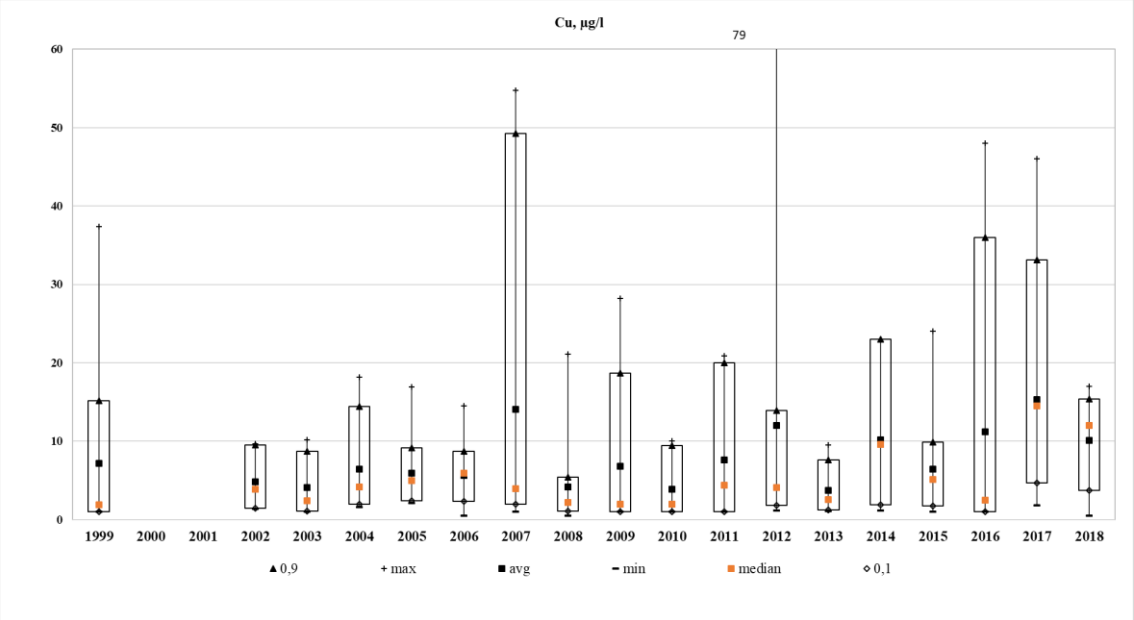
Joonis 221. Kaadmiumi kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 17,14 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal juulis 92,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli aastal 1999 augustis. Aastatel 2002-2011 Zn aasta keskmine kontsentratsioonid oli jaama pikaajalise keskmisest suurem, va aastad 2004 ja 2006, millal aasta keskmine aine kontsentratsioon oli 16,68 µg/l ja 14,33 µg/l. Aastatel 2012-2018 aasta keskmine Zn kontsentratsioon on jõudnud alla jaama keskmist, va aasta 2014, millal aasta keskmine tsingi sisaldus oli 19,9 µg/l. Aastast 2010 aine minimaalne kontsentratsioon oli alla 3,2 µg/l, va aasta 2011, millal minimaalne Zn sisaldus oli 5,9 µg/l.



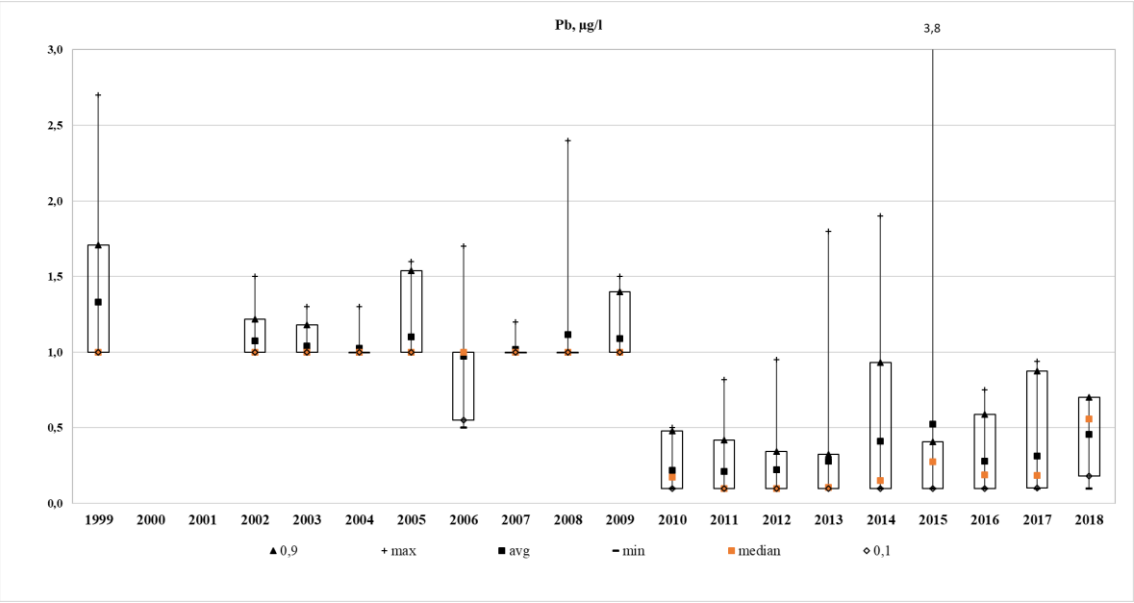
Joonis 222. Tsingi kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 7,77 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal septembris 79,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l) oli aastatel 2006, 2008 ja 2018 detsembris ja märtsis. Cu aasta keskmine kontsentratsioon oli aastatel 1999, 2000-2011 alla jaama pikaajalist keskmist, st alla 7,77 µg/l, va aasta 2007, millal aasta keskmine vase kontsentratsioon oli 14,03 µg/l. Aastatel 2012-2015 aasta keskmine Cu kontsentratsioon oli vahemikus 3,74-12,05 µg/l. Alates aastast 2016 Cu aasta keskmine kontsentratsioon jäi 2018. aastani pidevalt üle jaama pikaajalise keskmise.



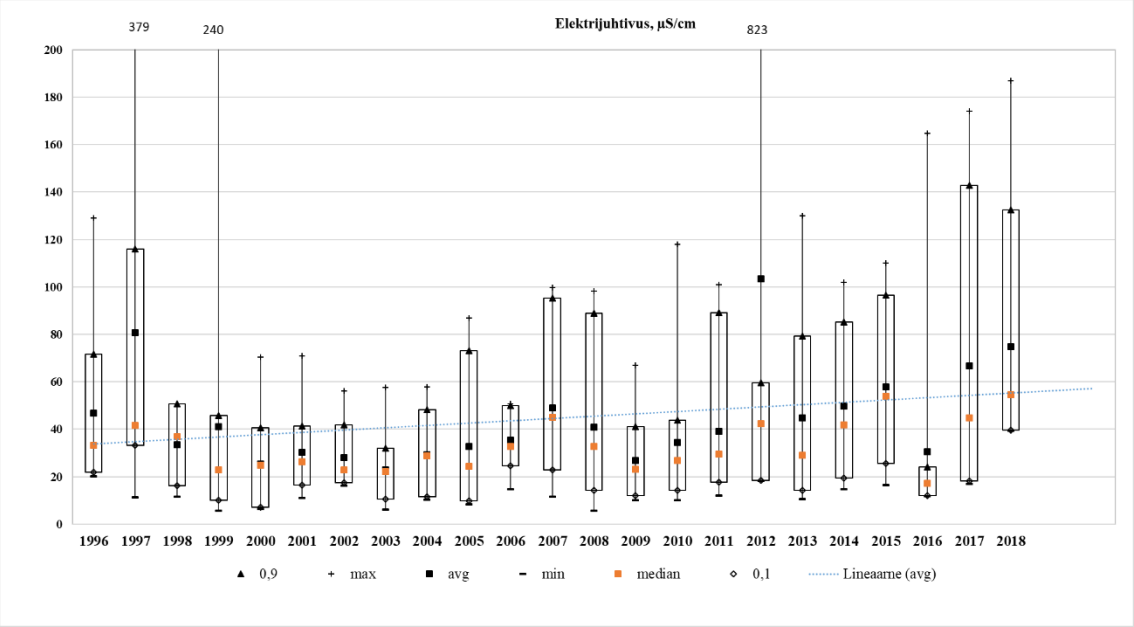
Joonis 223. Vase kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,70 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal märtsis 3,8 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,1 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastatel 2010-2018. Aastatel 1999, 2002-2009 plii aasta keskmine kontsentratsioon sademetes oli vahemikus 0,98-1,33 µg/l, kuid alates aastast 2010 ning 2018. aasta lõpuni aasta keskmine Pb kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalist keskmist. See on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega



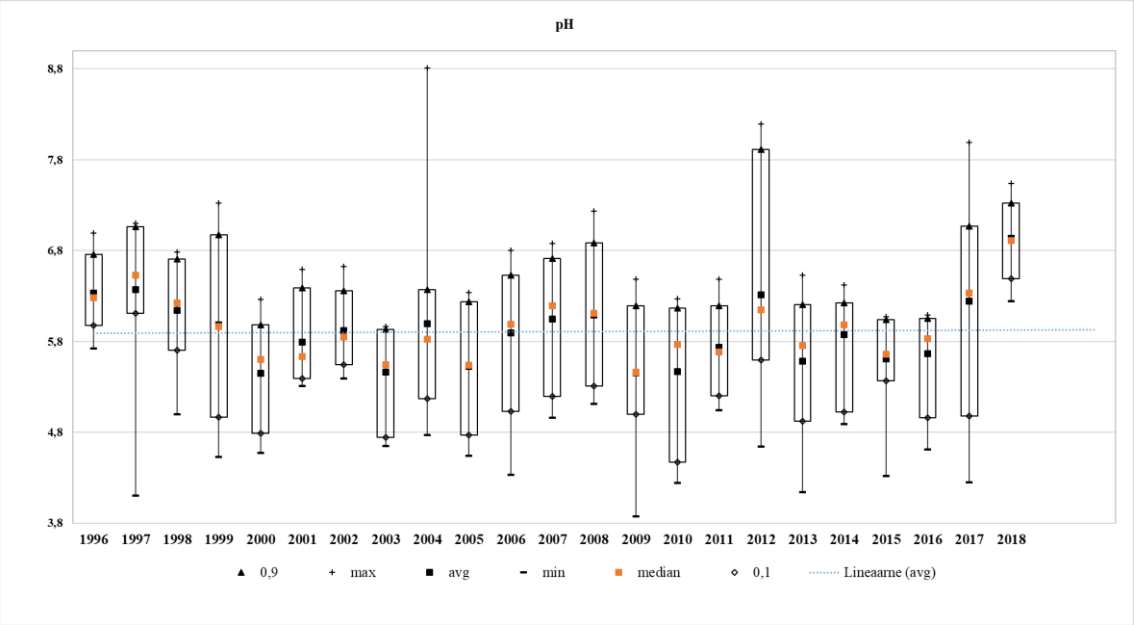
Joonis 224. Plii kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1999-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine elektrijuhtivus on 44,55 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal septembris 823,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (5,61 µS/cm) oli aastal 2008 maikuus. Aastatel 1998-2011 elektrijuhtivus oli jaama pikaajalisest aasta keskmisest kontsentratsioonist (44,55 µS/cm) madalam, va aasta 2007, millal elektrijuhtivust sademetes oli 49,06 µS/cm. Aastatel 2012-2018 oli see jaama keskmist suurem, va aasta 2016, millal aasta keskmine elektrijuhtivus oli 30,6 µS/cm.



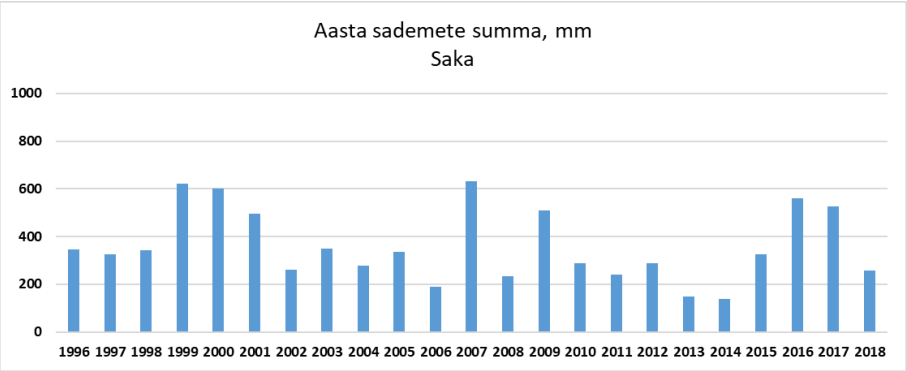
Joonis 225. Elektrijuhtivuse kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Sademete vesinikueksponent jääb 3,87 ja 8,81 piirides. Kahekümne kolme aasta keskmine pH on 5,91, mis tähendab, et Saka seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide piiris. Maksimaalne pH (8,81) oli mõõdetud aastal 2004 jaanuaris, mis tähendab, et sademed olid sel ajal nõrgalt leeliselised ning see jäi normist kõrgemale. Samal aastal oli aga aasta keskmine pH väärtus 5,99, mis jääb normide piiris. Aastatel 1998-2002 pH aasta keskmine väärtus on jäänud normide piiris (5,6-6,1). Alates 2003. aastast pH hakkas muutuma ebaregulaarselt ning aastal 2006 on jõudnud taaskord normi piiridesse, kuid 2009. aastal oli taas normidest väiksem, see tähendab, et sademed olid normist happelisemad. Aastatel 2013-2016 oli pH vahemikus 5,6-5,9, mis tähendab, et sademed on nõrgalt happelised ja normide piiris. 2017. aastal on aga muutunud sademed neutraalsemaks ja 2018. aasta keskmine pH oli 6,93.

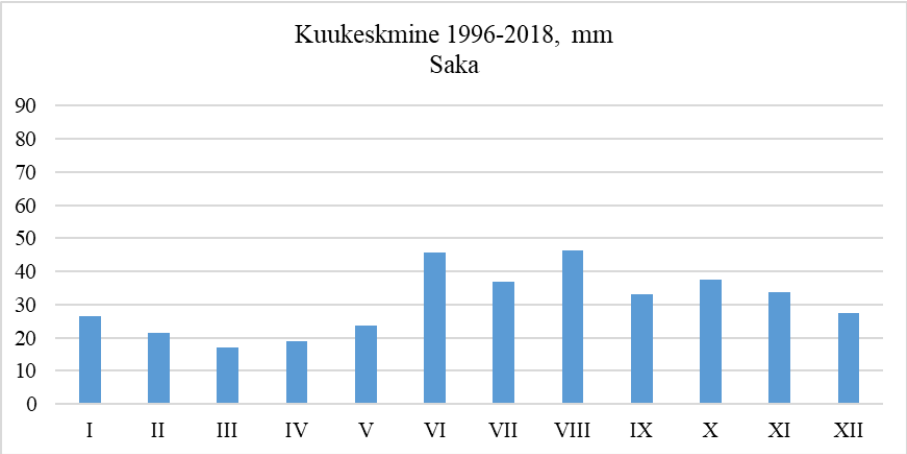


Joonis 226. pH kontsentratsioon Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2007, millal aasta jooksul sadas 632,63 mm sademeid, kuid see ei ole sademete normist (672 mm) kõrgem. Saka seirejaamas pole mõõdetud aastat, millal oleks sademete hulk Eesti normist suurem. Kõige sademete vaesem aasta oli 2014. aasta, millal sadas vaid 139,64 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 46,27 mm, norm – 83 mm) ja juuni (kuukeskmine 45,56 mm, norm – 58,00 mm), kuid mõlema kuu sademete hulk jääb normidest alla. Kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 17,16 mm, norm – 37 mm).



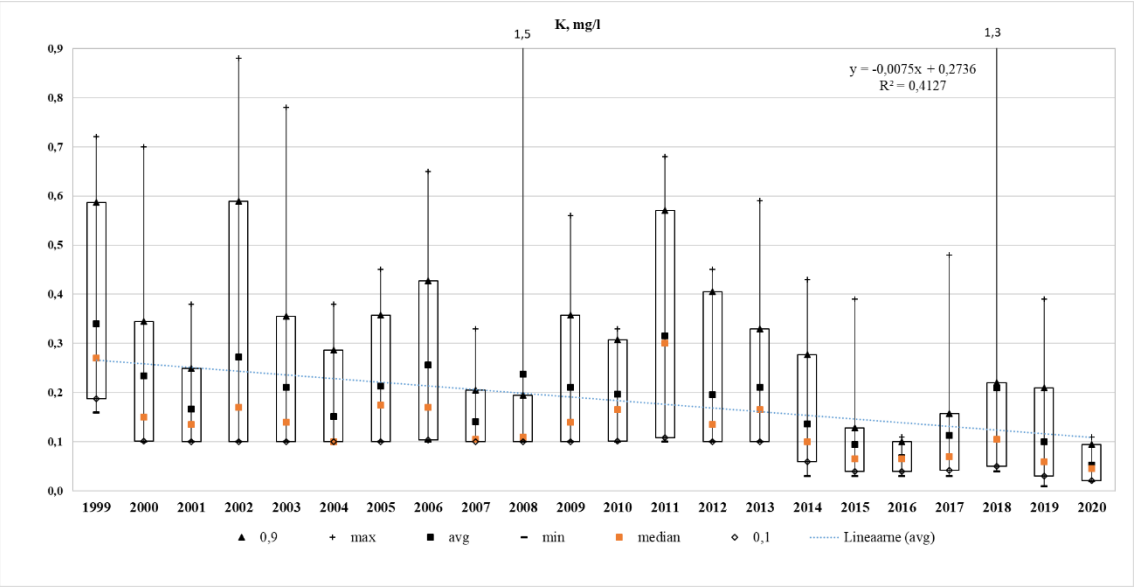
Joonis 227. Aasta sademete summa Saka seirejaamas aastatel 1996-2018



Joonis 228. Kuukeskmine sademete hulk Saka seirejaamas aastatel 1996-2018

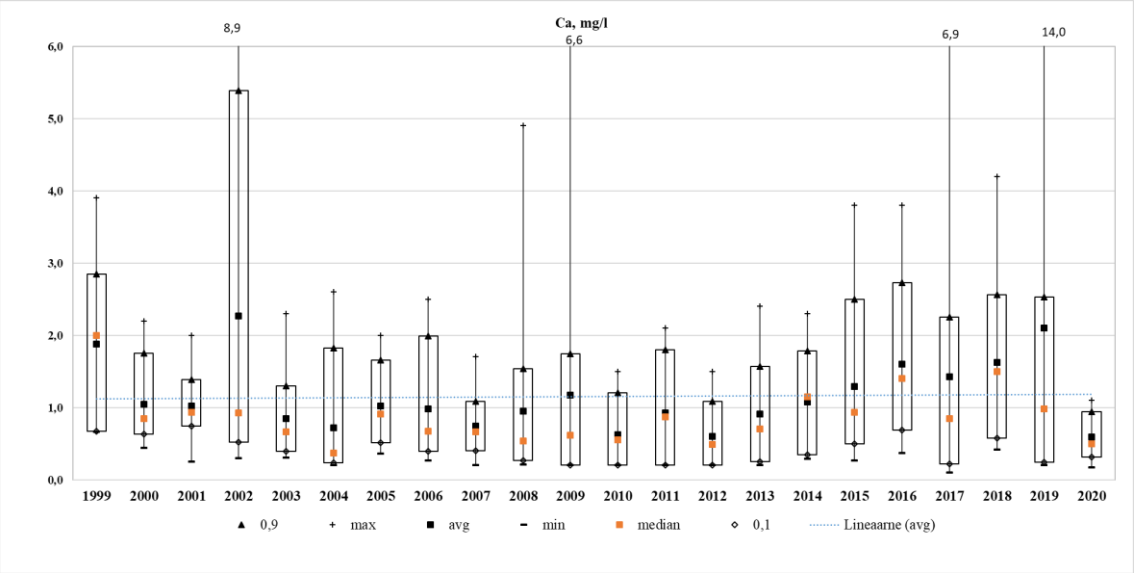
3.15 Tahkuse seirejaam

Tahkuse seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1999 ning antud sademete seirejaam töötab tänapäevani. Kahekümne kahe aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,19 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal maikuus 1,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2019 oktoobris. Aastatel 1999-2013 oli kaaliumi aasta keskmine kontsentratsioon suuremas osas üle jaama pikaajalise keskmise, st ületas 0,19 mg/l. Välja arvatud aastad 2001, 2004 ja 2007, millal aasta keskmine aine sisaldus oli vahemikus 0,14-0,16 mg/l. Aastast 2014 K sisaldus sademetes hakkas langema ning edaspidi kuni 2020 aastani K sisaldus oli alla jaama keskmist. Kaaliumi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,41, mis tähendab, et K Tahkuse seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



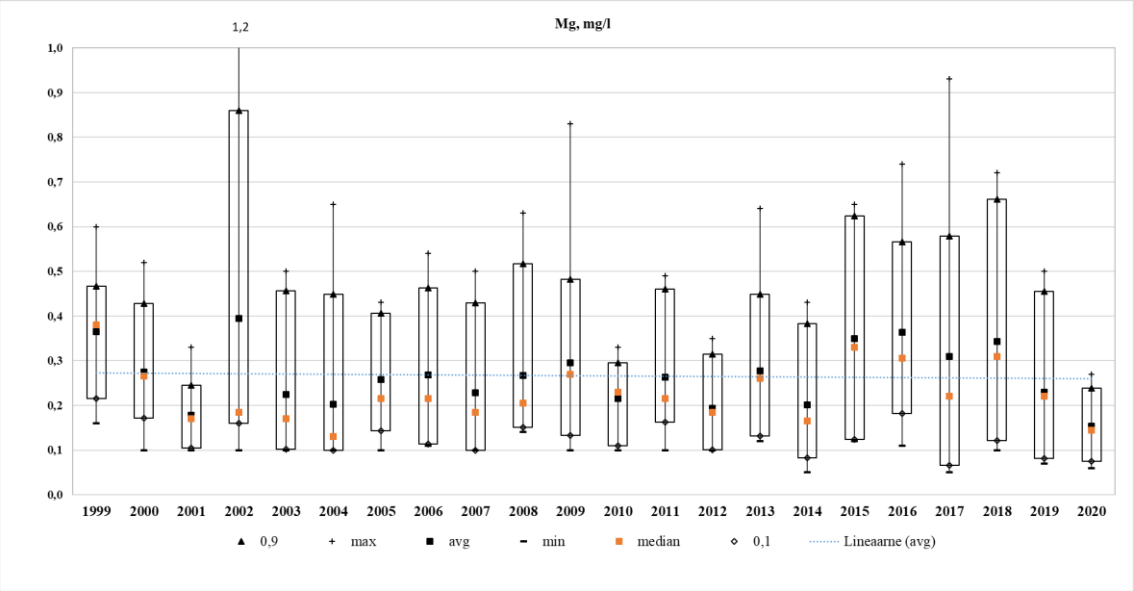
Joonis 229. Kaaliumi kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 1,16 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019. aastal aprillis 14,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,1 mg/l) oli aastal 2017 novembris. Aastatel 2000-2014 on Ca kontsentratsioon olnud alla jaama keskmise väärtuse, va aastad 2002 ja 2009. 2002. aastal Ca keskmine kontsentratsioon oli tõusnud kuni 2,27 mg/l ja 2009. aastal Ca keskmine sisaldus sademetes oli võrdne pikaajalise keskmisega. Alates 2015. aastast on aine keskmine sisaldus tõusnud ning see on püsinud pikaajalisest keskmisest kõrgemal kuni 2019. aasta lõpuni. 2020. aasta keskmine on taaskord alla jaama keskmist ning see oli 0,59 mg/l.



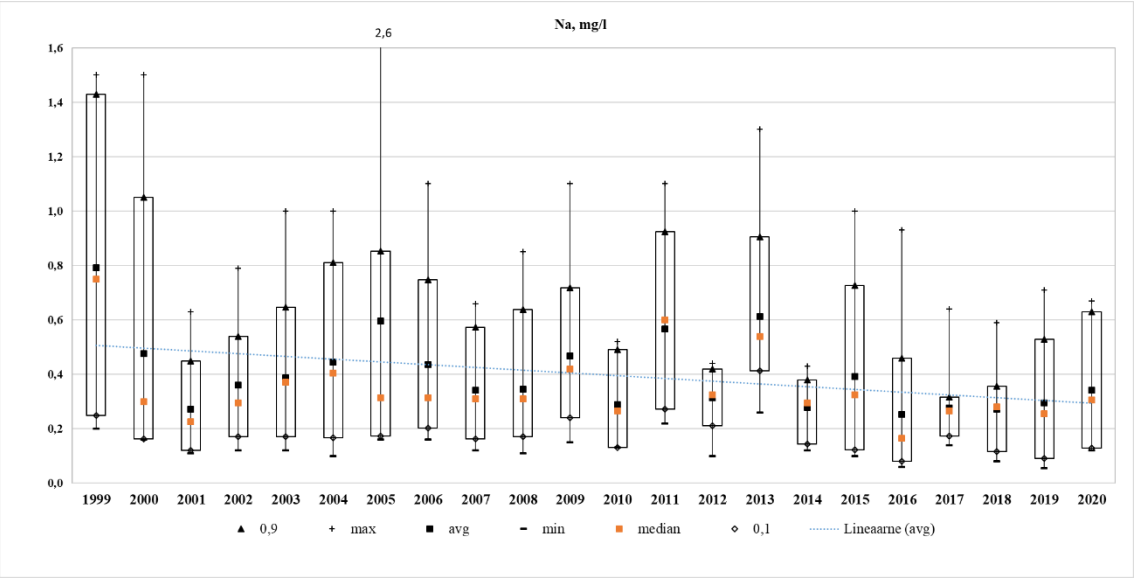
Joonis 230. Kaltsiumi kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,27 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal augustis 1,2 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastatel 2014 ja 2017 sügisel. Aastatel 2000-2014 Mg aasta keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest madalam, va aastad 2002 ja 2009, millal aasta keskmised aine kontsentratsioonid olid 0,39 mg/l ja 0,30 mg/l. Aastal 2015 Mg sisaldus sademetes tõusis ning kuni 2018. aastani aasta keskmine kontsentratsioon püsis üle jaama keskmise. 2019. ja 2020. aastatel aasta keskmised aine kontsentratsioonid jõudsid taaskord alla jaama pikaajalise keskmise kontsentratsiooni.



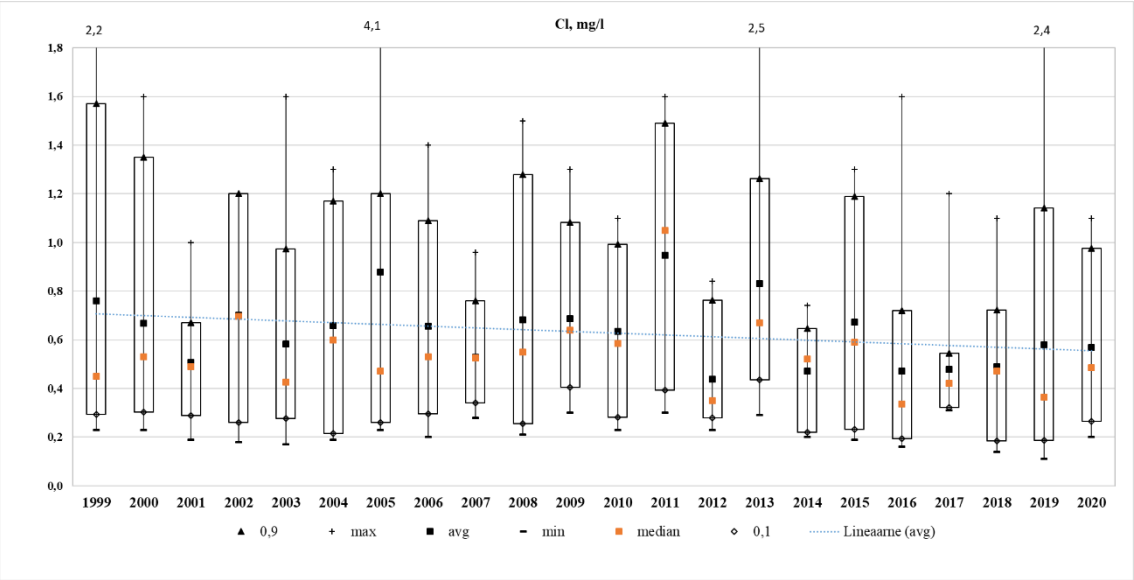
Joonis 231. Magneesiumi kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,4 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal jaanuaris 2,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,055 mg/l) oli aastal 2019 juunis. Aastatel 1999 ja 2000 oli Na kontsentratsioon üle jaama pikaajalise aasta keskmise, st ületas 0,4 mg/l. Aastatel 2001-2003 Na sisaldus oli alla jaama keskmist, vahemikus 0,27-0,39 mg/l. Alates aastast 2004 naatriumi aasta keskmine sisaldus suurenes ning 2006. aasta lõpuni püsis üle jaama pikaajalise keskmise. 2007. aastast Na aasta keskmine sisaldus sademetes hakkas langema ning kuni 2013. aasta lõpuni see oli vahemikus 0,29-0,61 mg/l. 2014. aastast jõudis aasta keskmine kontsentratsioon jaama keskmisest alla ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



Joonis 232. Naatriumi kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

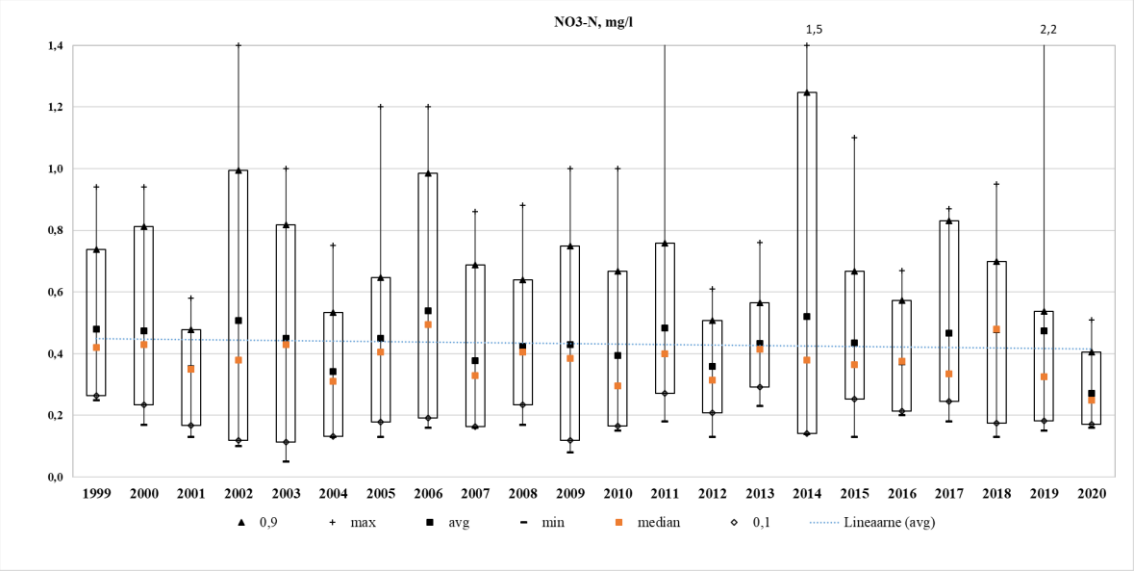
Kahekümne kahe aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 0,63 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal jaanuaris 4,1 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,11 mg/l) oli aastal 2019 juunis. Cl aasta keskmine sisaldus sademetes oli aastatel 1999-2009 jaama pikaajalist aasta keskmist suurem, st ületas 0,63 mg/l. Kuid selle ajavahemiku ajal oli kolm aastat, millal aasta keskmine Cl sisaldus jäi alla 0,58 mg/l, need olid aastad 2001, 2003 ja 2007. 2010. aastal aasta keskmine aine sisaldus vähenes ning kuni 2015. aastani jäi vahemikku 0,44-0,95 mg/l. Alates 2016. aastast kloriidi kontsentratsioon langes alla jaama keskmise ja püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



Joonis 233. Kloriidi kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

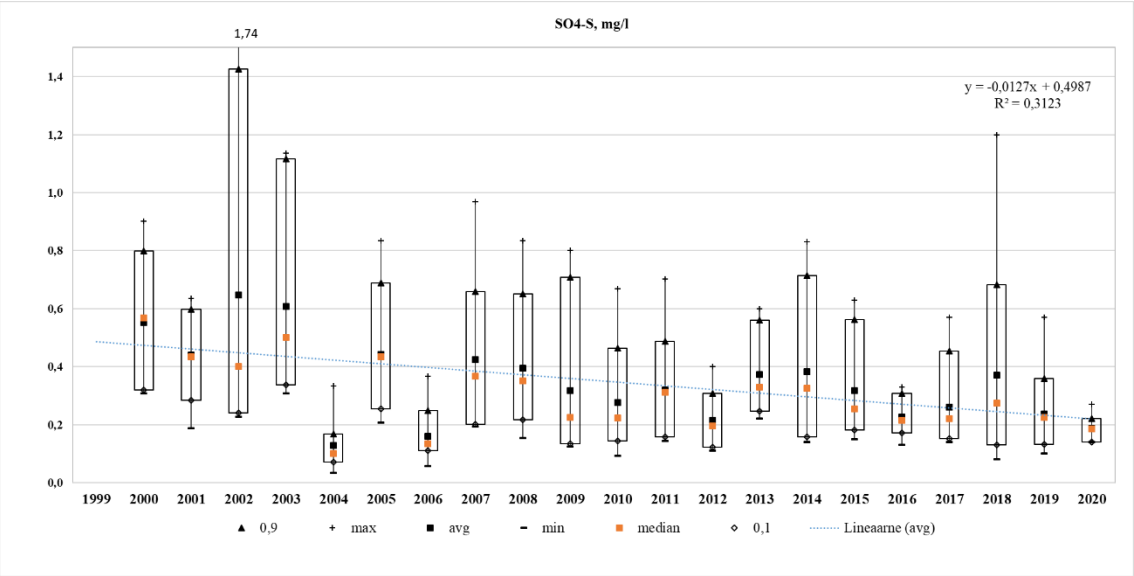
Kahekümne kahe aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,43 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2018. aastal aprillis 2,2 mg/l ja minimaalne

kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 2003 augustis. Aastatel 1999-2006 oli NO_3-N aasta keskmine kontsentratsioon jaama pikaajalisest keskmisest kõrgem, st üle 0,43 mg/l. Välja arvatud aastad 2001 ja 2004, millal aasta keskmised kontsentratsioonid olid mõlema aasta puhul 0,35 mg/l. Aastatel 2007-2016 NO_3-N kontsentratsioon langes ning jäi jaama keskmisest alla, va aastad 2011 ja 2014. Kuid alates 2017. aastast aine sisaldus hakkas taaskord tõusma. Kuni 2019. aastani oli aine kontsentratsioon jaama keskmisest suurem ja aastal 2020 see langes kuni 0,27 mg/l.



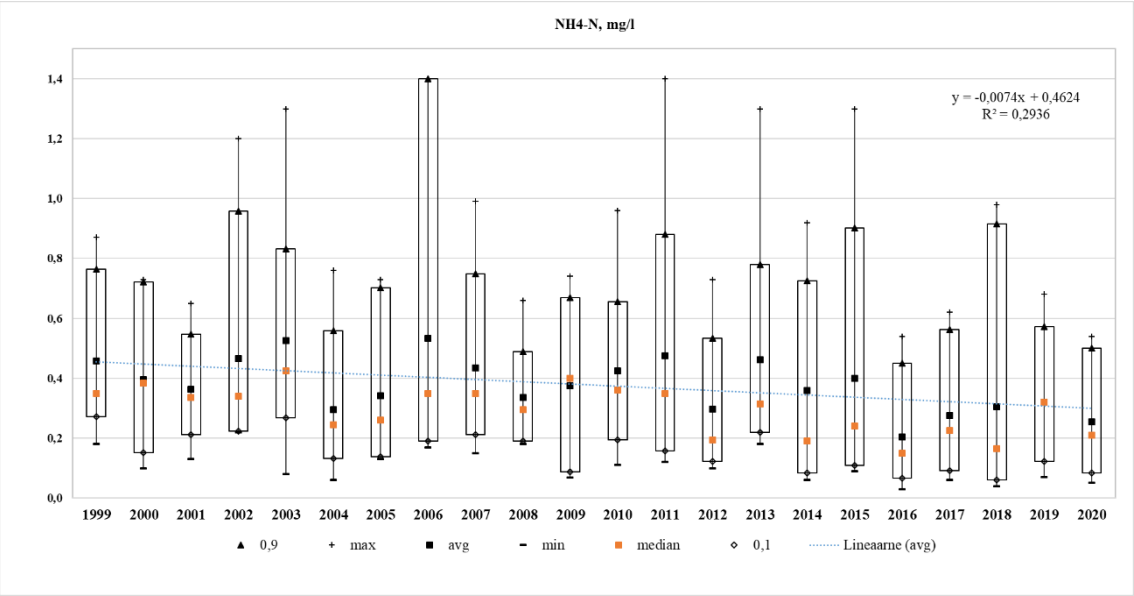
Joonis 234. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Sulfaatväävli andmed on kätte saadavad alates 2000. aastast. Kahekümne ühe aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,35 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002. aastal aprillis 1,74 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2004 oktoobris. Aastatel 2000-2008 SO_4-S aasta keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest (0,35 mg/l) kõrgem, va aastad 2004 ja 2006, millal aine kontsentratsioon oli langenud alla jaama keskmist. Kuid alates aastast 2009 aine sisaldus sademetes hakkas langema ja jõudis alla jaama keskmise ning püsis sellisena kuni 2012. aasta lõpuni. Aastast 2015 on SO_4-S kontsentratsioon taaskord jõudnud alla jaama keskmise ning püsinud sellisena kuni 2020. aasta lõpuni. Välja arvatud aasta 2018, millal aine aasta keskmine sisaldus oli 0,37 mg/l. Sulfaatväävli aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,31, mis tähendab, et SO_4-S Tahkuse seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



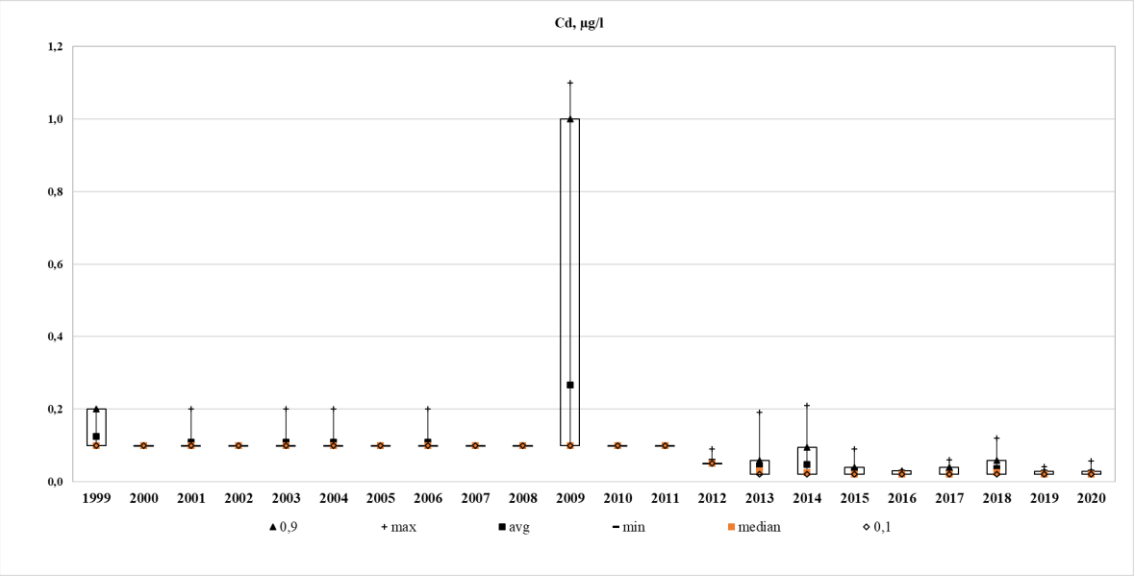
Joonis 235. Sulfaatväävli kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,38 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2011. aastal aprillis 1,4 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,03 mg/l) oli aastal 2016 maikuus. Ammooniumlämmastiku sisaldus aastatel 1999-2015 oli vahemikus 0,29-0,53 mg/l. Alates aastast 2016 kuni 2020. aasta lõpuni on NH_4-N kontsentratsioon sademetes olnud alla jaama pikaajalist aasta keskmist, st alla 0,38 mg/l. Ammooniumlämmastiku aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,29, mis tähendab, et NH_4-N kontsentratsioon Tahkuse seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



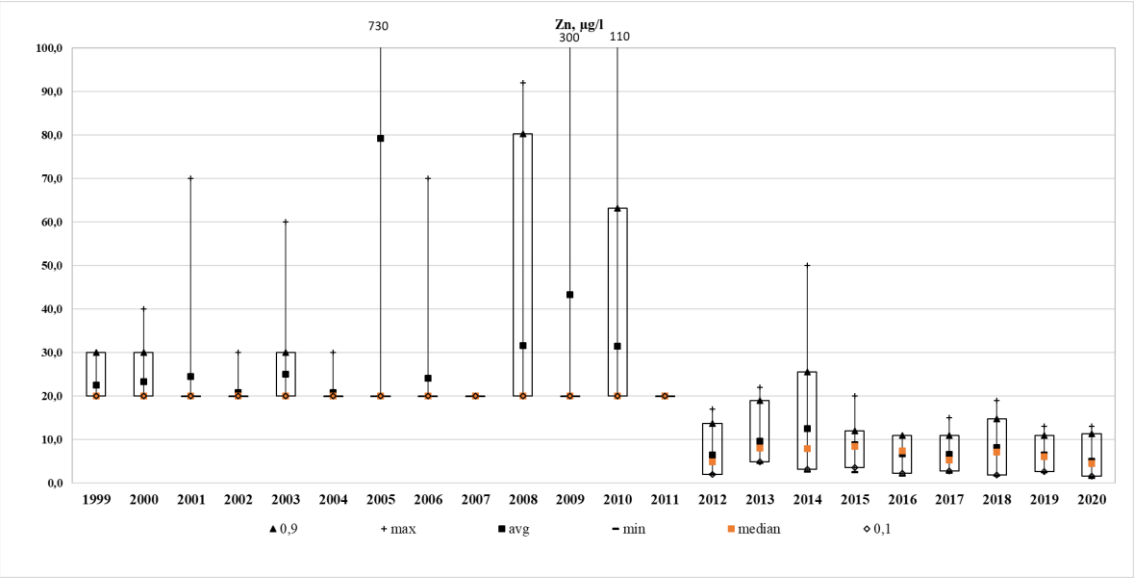
Joonis 236. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,08 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009. aastal juulis 1,1 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 µg/l) oli aastatel 2013-2020. Aastatel 1999-2011 oli Cd aasta keskmine kontsentratsioon sademetes stabiilselt üle jaama pikaajalise keskmise ning see püsis vahemikkus 0,1-0,27 µg/l. Aastatel 1999-2011 oli iga kuu Cd minimaalne kontsentratsioon sademetes 0,1 µg/l, mis on määramistäpsus. Alates aastast 2012 jõudis sademetes Cd aasta keskmine sisaldus alla jaama keskmise ja püsis sellisena kuni 2020. aasta lõpuni, see on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega. Alates 2013. aastat minimaalne aine kontsentratsioon on 0,02 µg/l, mis on võrdne määramistäpsusega. Aastatel 2012-2020 aasta keskmine aine kontsentratsioon oli alla 0,05 µg/l ning maksimaalne Cd sisaldus oli 0,21 µg/l jaanuaris aastal 2014.



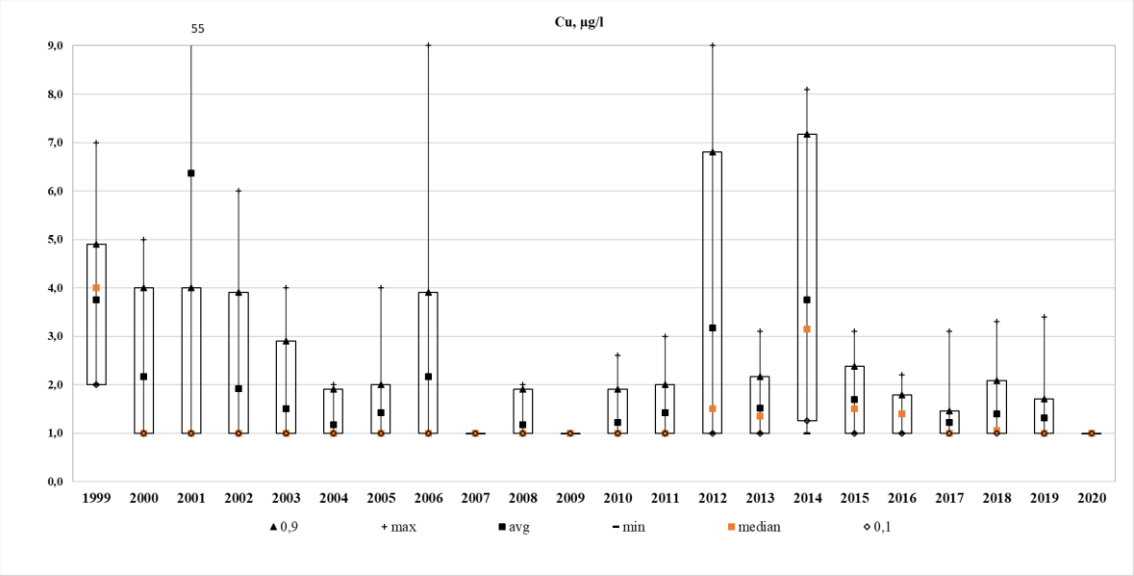
Joonis 237. Kaadmiumi kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 20,79 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2005. aastal aprillis 730,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1,2 µg/l) oli aastal 2020 juulis. Aastatel 1999-2010 aasta keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest kõrgem, va aasta 2007, millal aasta keskmine Zn sisaldus sademetes oli 20 µg/l. Alates aastast 2012 on Zn väärtus langemas, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega, ning see jäi kuni 2020. aasta lõpuni alla jaama pikaajalise keskmise ning oli vahemikus 11-50 µg/l. Aastatel 1999-2011 aasta minimaalne Zn oli pidevalt 20 µg/l ning alates 2012. aastast see jäi alla 4,6 µg/l.



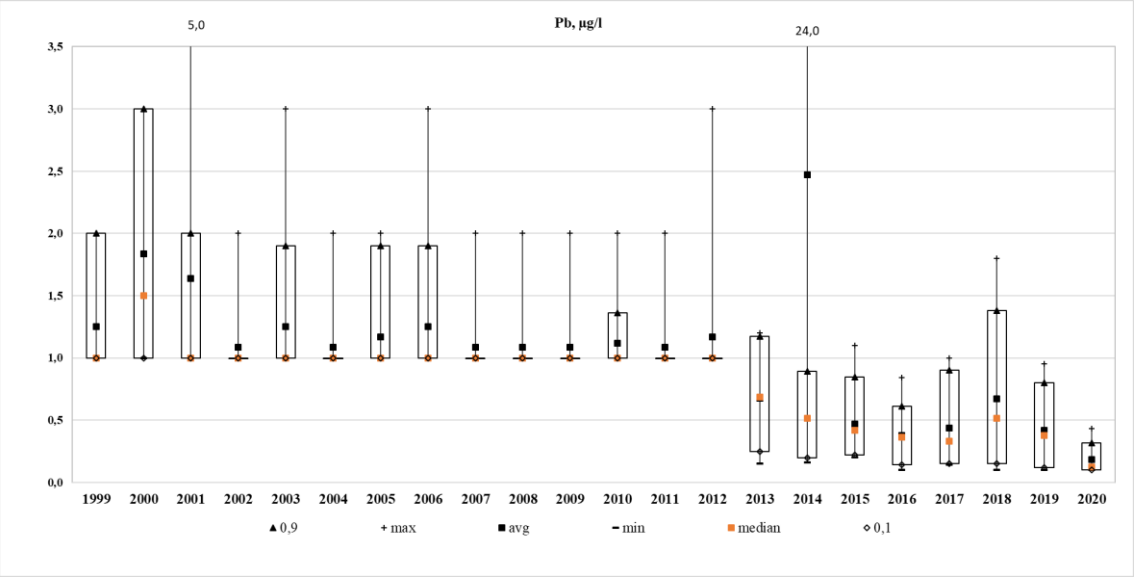
Joonis 238. Tsingi kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 1,94 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2001. aastal jaanuaris 55,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1,0 µg/l, mis oli aastate 1999-2012 määramistäpsus) oli aastatel 2000-2020. Cu aasta keskmine kontsentratsioon oli aastatel 1999-2001 üle jaama pikaajalise aasta keskmise, et ületas 1,94 µg/l. Alates 2002. aastast see langes alla jaama keskmise ning püsis sellisena 2011. aasta lõpuni. Aastal 2012 aasta keskmine Cu kontsentratsioon oli 3,17 µg/l. 2013. aastal muutus määramistäpsus, see paranes kuni 0,1 µg/l ning aasta keskmine aine sisaldus taas jõudis alla jaama keskmise, va aasta 2014 (Cu sisaldus oli 3,75 µg/l). Aastatel 2013-2020 maksimaalne aine kontsentratsioon oli vahemikus 1,0-8,1 µg/l.



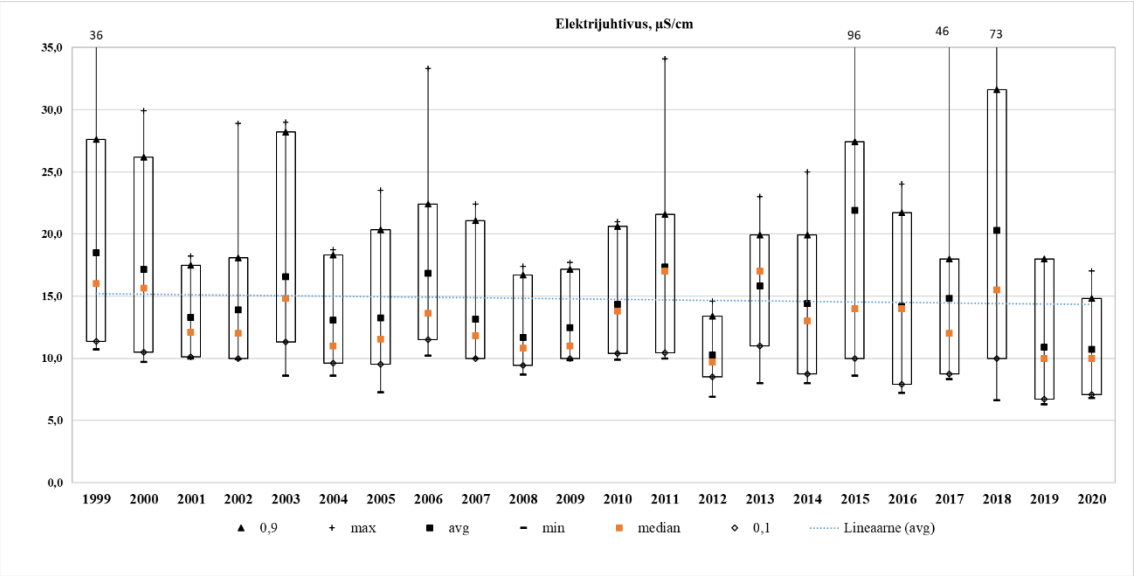
Joonis 239. Vase kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 1,04 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2014. aastal jaanuaris 24,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,1 µg/l, mis on ilmselt võrdne 2013-2020 aastate määramistäpsusega. Aastatel 1999-2012 plii aasta keskmine kontsentratsioon sademetes oli vahemikus 1,08-1,83 µg/l, mis ületas jaama keskmist Pb kontsentratsioon. Aastatel 1999-2012 minimaalne aasta plii kontsentratsioon oli pidevalt 1 µg/l, mis on määramistäpsus. Alates aastast 2013 on aasta keskmine aine sisaldus alla jaama keskmist, ning on püsinud sellisena 2020. aasta lõpuni. See on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega. Aastatel 2013-2020 aasta keskmine Pb sisaldus oli vahemikus 0,2-0,7 µg/l, va aasta 2014, millal aasta keskmine aine kontsentratsioon oli 2,47 µg/l. Alates 2013. aastast on minimaalne Pb kontsentratsioon alla 0,2 µg/l.



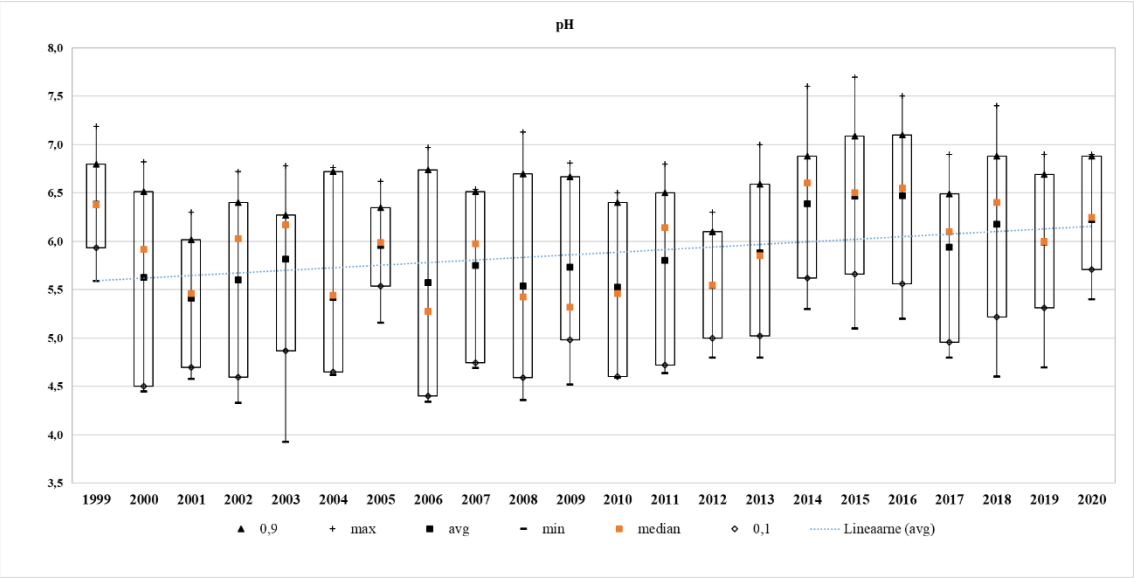
Joonis 240. Plii kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine elektrijuhtivus on 14,76 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal maikuus 96,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (6,3 µS/cm) oli aastal 2019 oktoobris. Aastatel 2001-2010 elektrijuhtivus oli alla pikaajalise keskmise kontsentratsiooni (14,76 µS/cm), va aastad 2003 ja 2006, millal elektrijuhtivust sademetes oli suurem. Aastal 2011 hakkas elektrijuhtivus sademetes tõusma ning 2018. aasta lõpuni see oli vahemikus 10,25-21,88 µS/cm. Aastatel 2019-2020 elektrijuhtivuse kontsentratsioon taaskord jõudis alla jaama keskmise ning oli vahemikus 10,71-10,9 µS/cm.



Joonis 241. Elektrijuhtivuse kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

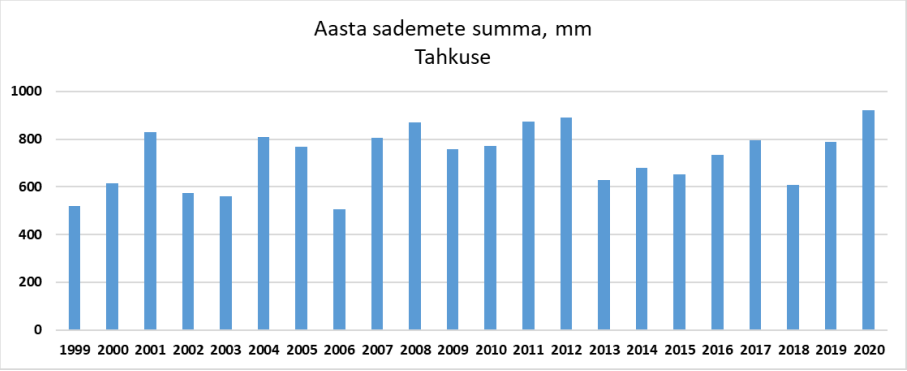
Sademete vesinikueksponent jääb 3,93-7,7 piiridesse. Kahekümne kahe aasta keskmine pH on 5,87, mis tähendab, et Tahkuse seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide piiris. Maksimaalne pH 7,7 oli mõõdetud aastal 2015 mais, mis tähendab, et sademed olid sel ajal neutraalsed ning see jäi normist kõrgemale. Aastatel 1999-2004 pH aasta keskmine väärtus on olnud vahemikus 5,41-6,38, mis tähendab, et mõned aastad on pH väärtus jäänud normide piirist (5,6-6,1) välja. Aastatel 2005-2013, 2017 ja 2019 aasta keskmised pH väärtused on olnud normide piiris.



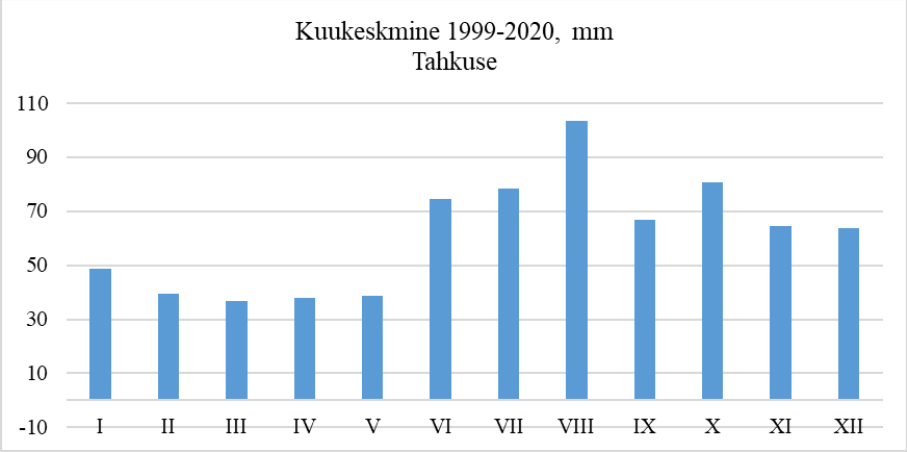
Joonis 242. pH kontsentratsioon Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

Sademete hulga analüüsil ma ei võta arvesse 1999. aasta andmeid, kuna need on kättesaadavad alates maikuust. Kahekümne ühe aasta jooksul kõige sademete rohke

aasta oli 2019, millal aasta jooksul sadas 920 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2017. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem veel 12 aastat. Kõige sademete vaesem aasta oli 2006. aasta, millal sadas 505,39 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud august (kuukeskmine 103,46 mm, norm – 83 mm) ja oktoober (kuukeskmine 80,70 mm, norm – 74,00 mm). Kõige vähem sademeid oli märtsikuus (kuukeskmine 36,73 mm, norm – 37 mm), ning see oli normide piiris.



Joonis 243. Aasta sademete summa Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

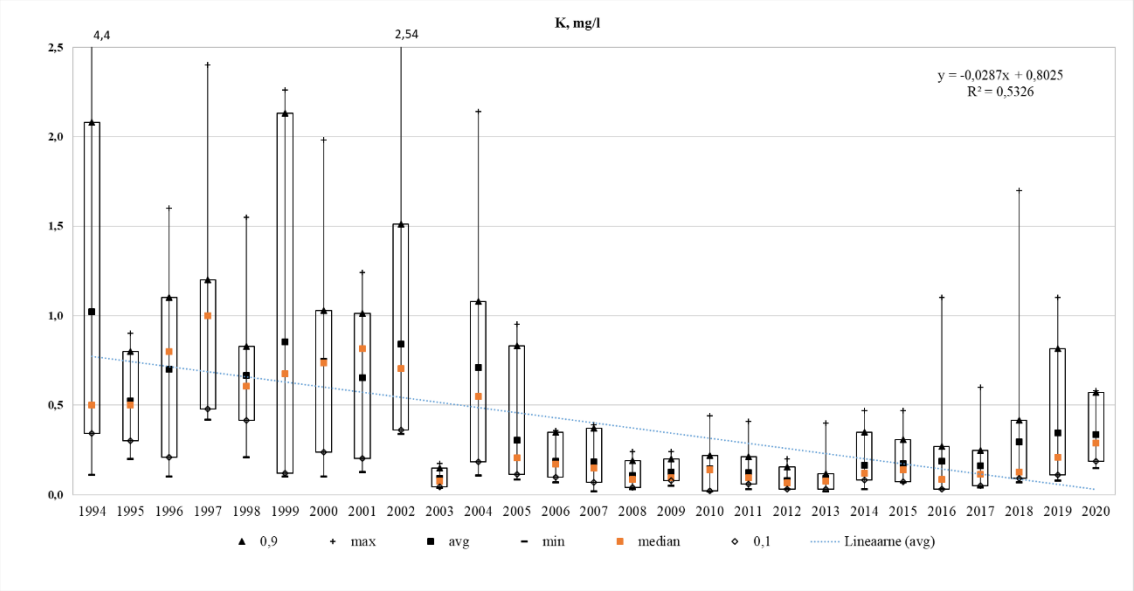


Joonis 244. Kuukeskmine sademete hulk Tahkuse seirejaamas aastatel 1999-2020

3.16 Tiirikoja seirejaam

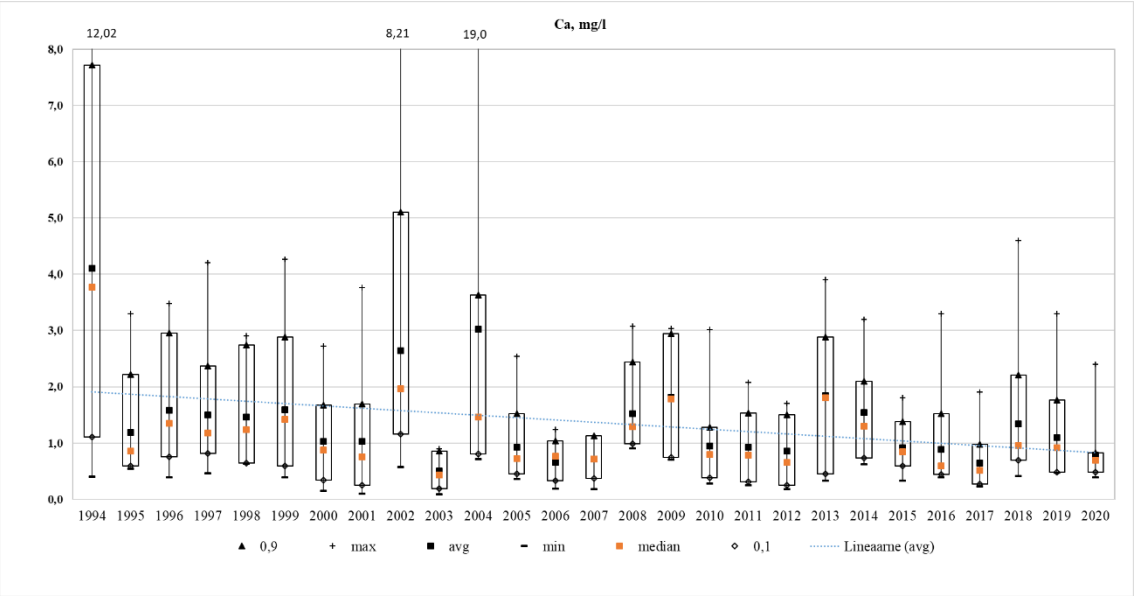
Tiirikoja seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1994 ning see töötab tänapäevani. Kahekümne seitsme aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,4 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal septembris 4,4 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastatel 2007 ja 2010 juunis ning aastal 2013 novembris. Kaaliumi aasta keskmine kontsentratsioon aastatel 1994-2002 on olnud jaama pikaajalise aasta keskmisest suurem, st ületas 0,4 mg/l. Alates aastast 2003 K

aasta keskmine sisaldus sademetes hakkas vähenema ning 2005. aastal see jõudis alla jaama keskmist ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni. Kaaliumi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,53, mis tähendab, et K kontsentratsioon Tiirikoja seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



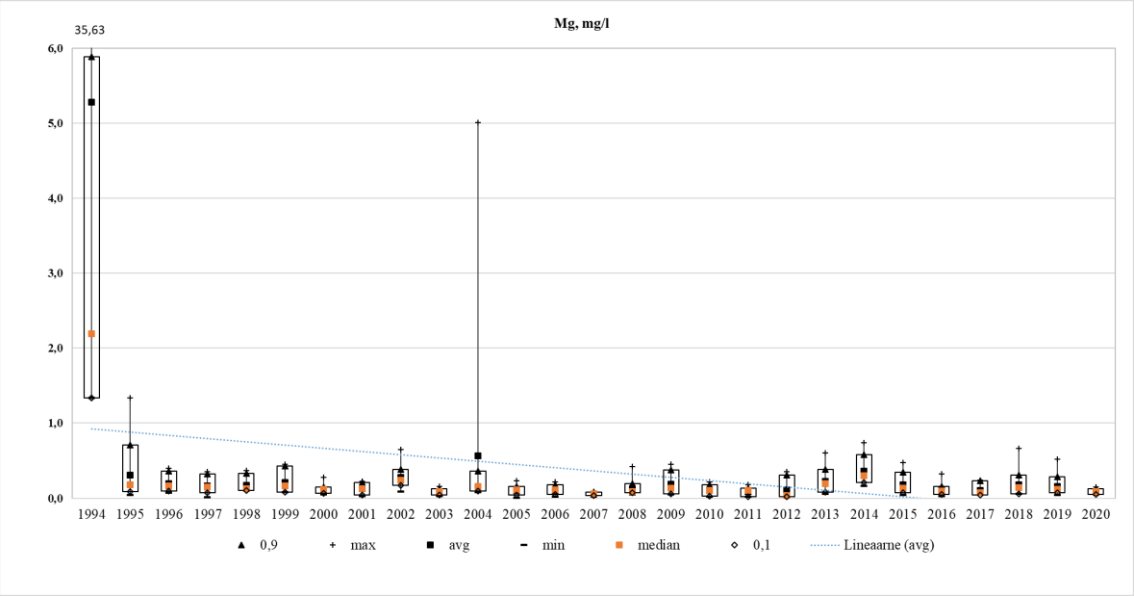
Joonis 245. Kaaliumi kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 1,37 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2004. aastal aprillis 19,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,09 mg/l) oli aastal 2003 novembris. Aastatel 1994-1999 keskmine Ca sisaldus oli 1,50-4,10 mg/l vahemikus, mis on jaama pikaajalisest aasta keskmisest suurem, va aasta 1995, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 1,19 mg/l. Aastast 2000 hakkas Ca kontsentratsioon langema ning aastatel 2000-2007 Ca keskmine sisaldus oli alla jaama keskmist, va aastad 2002 ja 2004. Aasatel 2008-2014 Ca aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 0,86-1,85 mg/l ning aastal 2015. aine sisaldus jõudis alla jaama keskmist ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



Joonis 246. Kaltsiumi kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

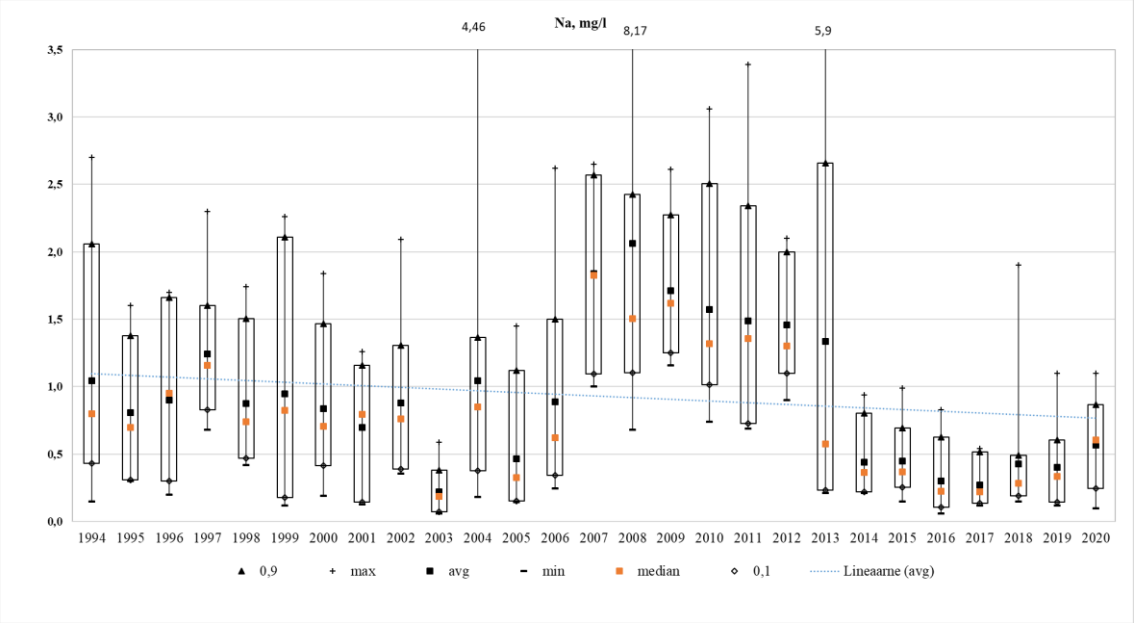
Kahekümne seitsme aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,36 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal novembris 35,63 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastal 2005 maikuus. Magneesiumi kontsentratsioon oli pidevalt jaama pikaajalisest aasta keskmisest (0,36 mg/l) kontsentratsiooni väärtusest madalam va aastatel 1994 ja 2004. Aastal 1994 keskmine aine sisaldus oli 5,28 mg/l. 2004. aastal oli aasta keskmine Mg kontsentratsioon 0,57 mg/l.



Joonis 247. Magneesiumi kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

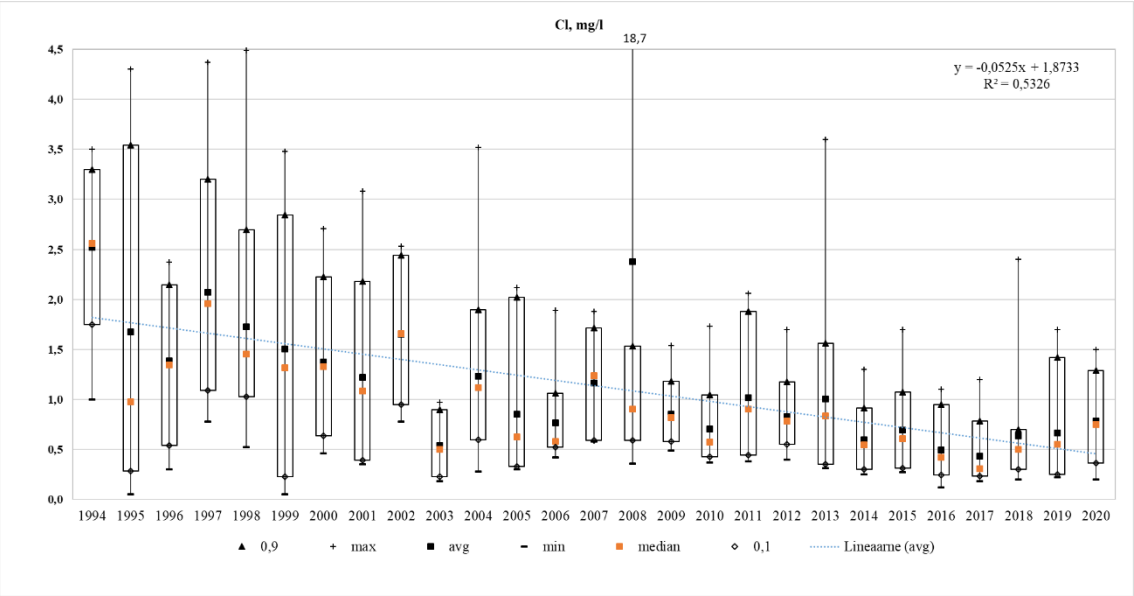
Kahekümne seitsme aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,93 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal juulis 8,17 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,06 mg/l) oli aastal 2003 augustis. Aastatel 1994-2006 Na aasta keskmine

kontsentratsioon oli vahemikus 0,22-1,24 mg/l. Alates aastast 2007 Mg sisaldus sademetes oli tõusnud ning kuni aastani 2013 see jäi vahemikku 1,46-2,06 mg/l, mis on jaama pikaajalisest aasta keskmisest 0,93 mg/l kõrgem. Alates 2014. aastast Na sisaldus vähenes ning kuni 2020. aasta lõpuni aasta keskmine aine kontsentratsioon jäi alla jaama keskmist.



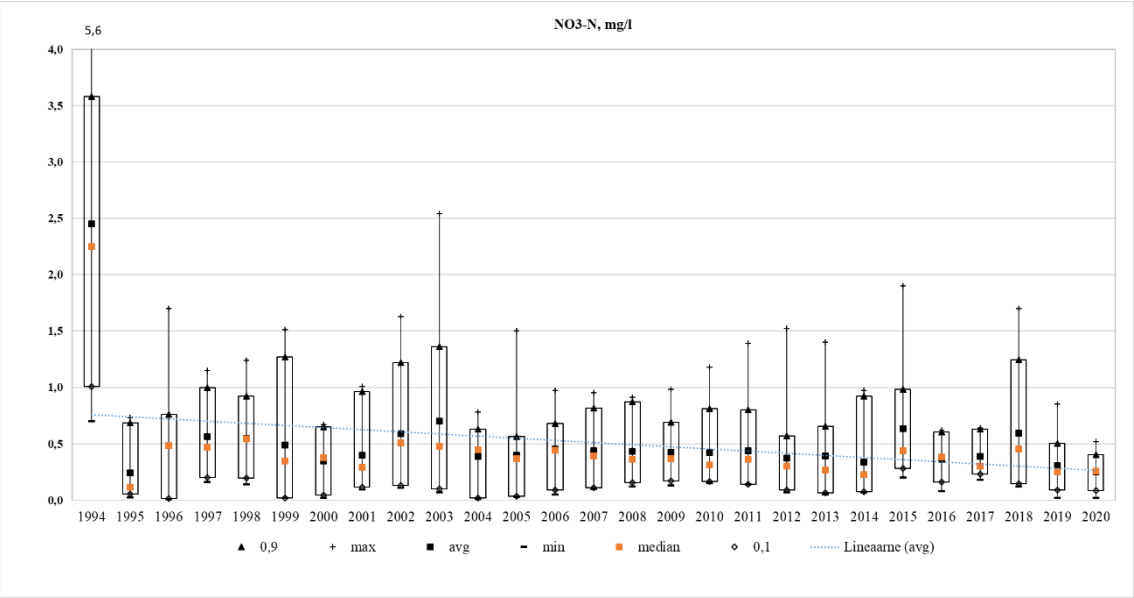
Joonis 248. Naatriumi kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kloriid (Cl) kontsentratsioon on 1,14 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2008. aastal juunis 18,7 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 1999 oktoobris. Keskmine kloriidi sisaldus oli aastatel 1994-2002 kõrgem, see jäi vahemikku 1,22-2,52 mg/l, mis on jaama pikaajalisest keskmisest kõrgem. Alates aastast 2003 Cl sisaldus hakkas langema ning alates 2009. aastast jäi pidevalt kuni 2020. aasta lõpuni alla pikaajalise keskmise, st alla 1,14 mg/l. Kloriidi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,53, mis tähendab, et Cl kontsentratsioon Tiirikoja seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra lanenud.



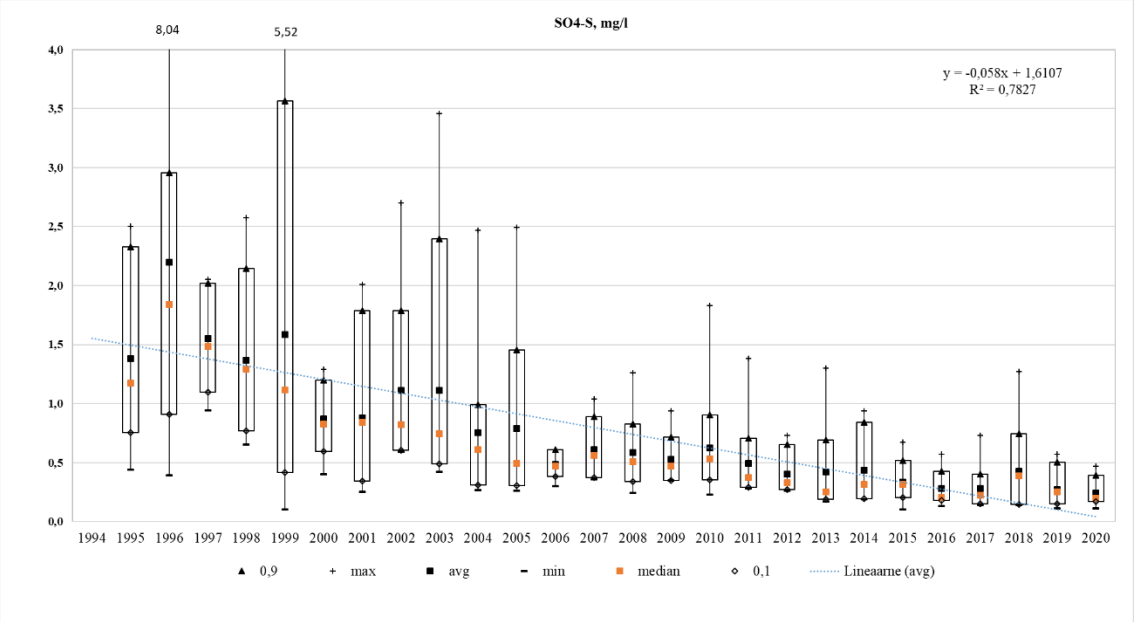
Joonis 249. Kloriidi kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,51 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal juulis 5,6 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2004 juunis ja augustis. 1994. aastal NO_3-N sisaldus oli võrreldes teistega suurem. Alates aastast 1995 aine sisaldus on vähenenud. Aastatel 1995-2003 keskmine aine kontsentratsioon jäi vahemikku 0,34-0,70 mg/l. Alates 2004. aastast kuni 2020. aasta lõpuni aasta keskmine NO_3-N sisaldus oli pidevalt alla jaama keskmist, st alla 0,51 mg/l, va aastad 2015 ja 2018, millal aasta keskmine NO_3-N kontsentratsioon oli 0,64 mg/l ja 0,59 mg/l.



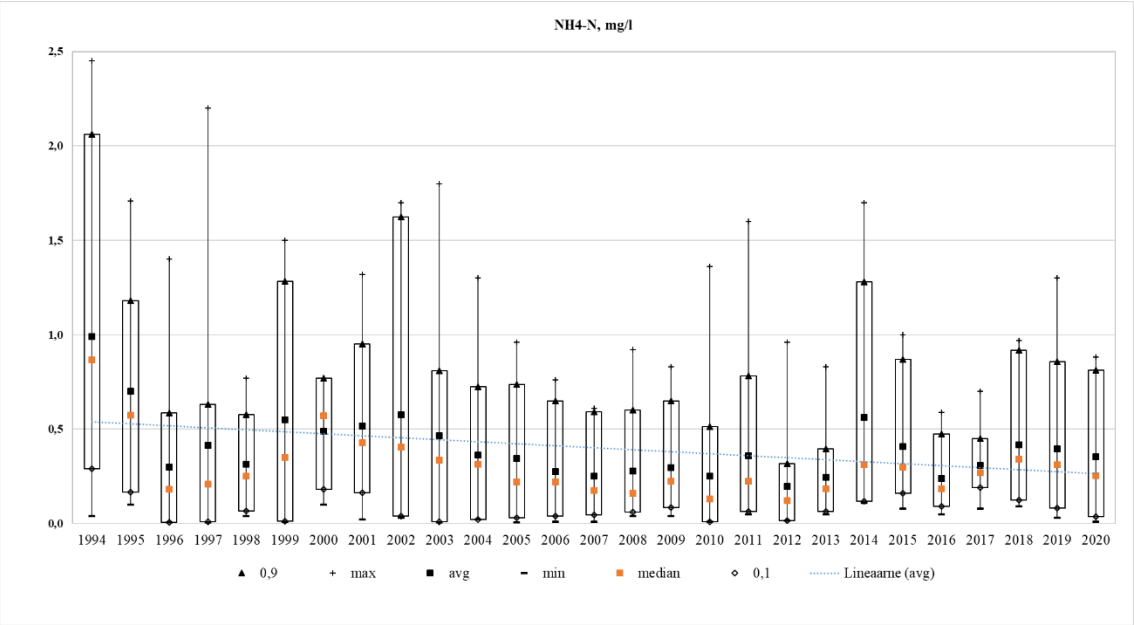
Joonis 250. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

Sulfaatväävlit hakati Tiirikoja seirejaamas uurima alates 1995. aastast. Kahekümne kuue aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,77 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1996. aastal aprillis 8,04 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,1 mg/l) oli aastal 2015 jaanuaris. Aastatel 1995-2003 oli aasta keskmine aine sisaldus vahemikus 0,87-2,20 mg/l, mis on jaama pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem. Alates aastast 2004 on sulfaatväävli kontsentratsioon vähenenud ning alates aastast 2006 on jõudnud alla pikaajalise aasta keskmise, st alla 0,77 mg/l ning püsinud sellisena kuni 2020. aasta lõpuni. Sulfaatväävli aasta keskmise määramis koefitsient R^2 on 0,78, mis tähendab, et SO_4-S kontsentratsioon Tiirikoja seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 251. Sulfaatväävli kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1995-2020

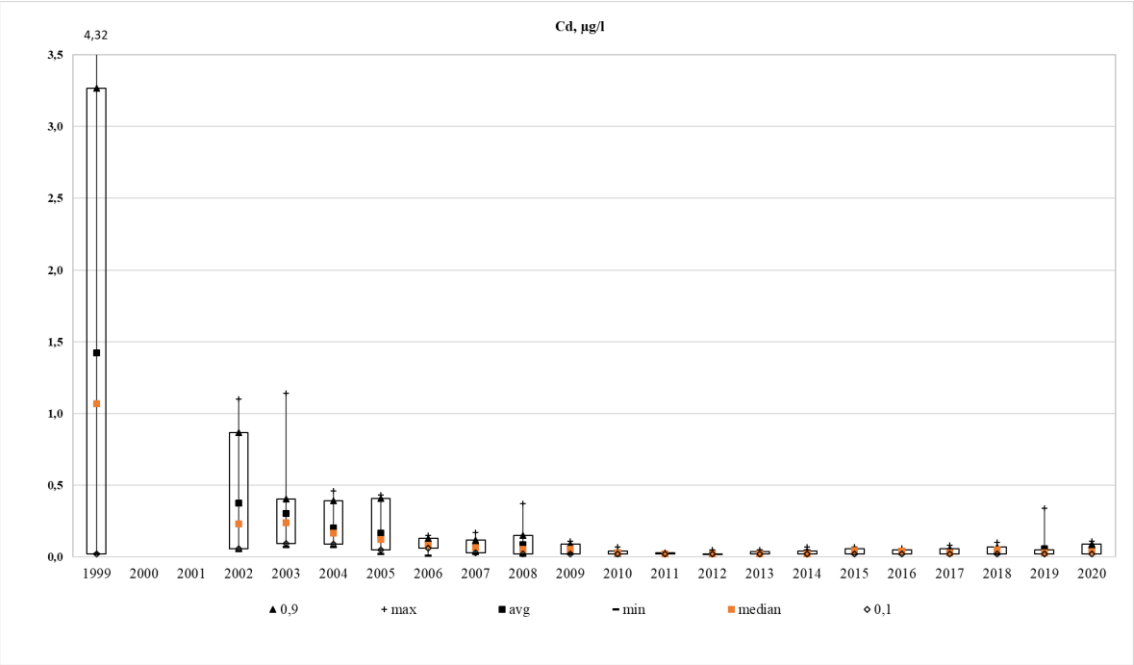
Kahekümne seitsme aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,40 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal oktoobris 2,45 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastatel 1996-1997, 2003 ja 2005 valdavalt suvekuudel. Aastatel 1994-2003 oli NH_4-N sisaldus jaama pikaajalisest aasta keskmisest 0,4 mg/l kõrgem, va aastad 1996 ja 1998. Nendel aastatel keskmine aine sisaldus oli 0,30 mg/l ja 0,31 mg/l. Alates aastast 2004 NH_4-N kontsentratsioon hakkas langema ning kuni 2020. aasta lõpuni on püsinud alla jaama keskmist kontsentratsiooni.



Joonis 252. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

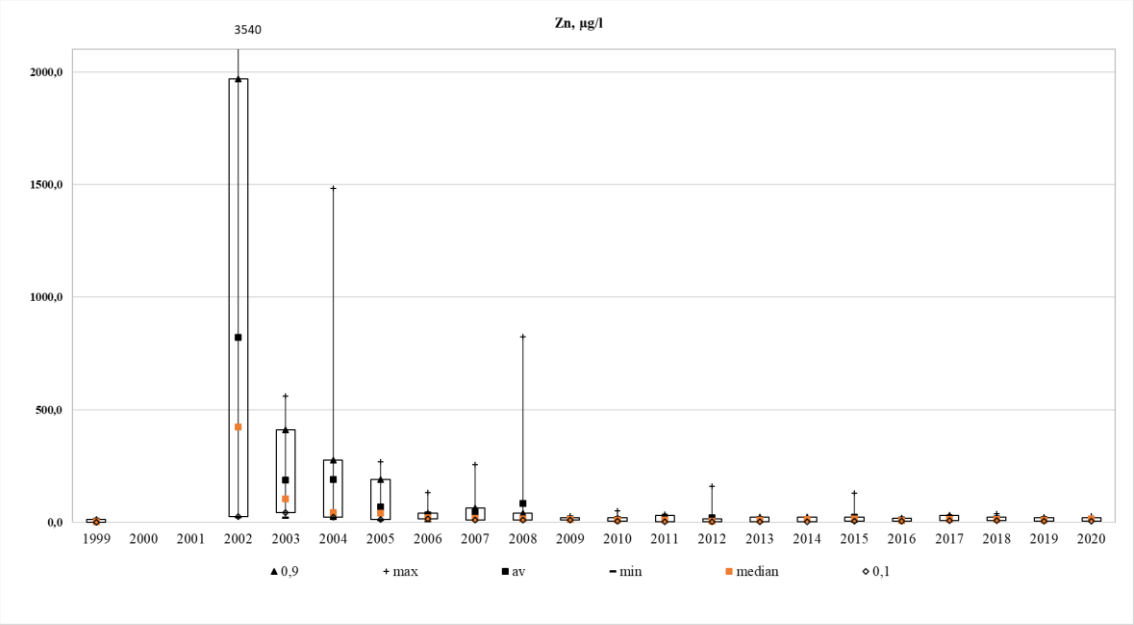
Tiirikoja jaamas hakati aastast 2015 kord kahes kuus analüüsima üldfosfori sisaldust. Kuue aasta keskmine üldfosfori (Püld) kontsentratsioon on 0,03 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2019 aastal juunis 0,22 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastatel 2017, 2018 talvekuudel. 2019. aastal Püld sisaldus oli võrreldes teiste aastatega kõrgem. Aastal 2019 keskmine Püld sisaldus oli 0,09 mg/l ja teiste aastate keskmine sisaldus oli 0,018-0,035 mg/l piiris. Üldfosfori aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,30, mis tähendab, et Püld kontsentratsioon Tiirikoja seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra tõusnud.

Ohtlike aineid Tiirikoja seirejaamas hakati uurima aastast 1999, kuid 2000 oli see peatatud ning uuesti alustati ohtlike ainete mõõtmisega aastal 2002. Kahekümne kahe aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,16 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 1999 aastal septembris 4,32 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli aastatel 2006, 2008 ja 2010 enamasti juunikuus. Aastatel 1999, 2002-2004 Cd aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 0,20-1,42 µg/l. Aastast 2005 Cd aasta keskmine kontsentratsioon on alla jaama pikaajalise aasta keskmise ning sellisena Cd sisaldus on püsinud 2020. aasta lõpuni. Alates aastast 2011 minimaalne Cd sisaldus püsib 0,02 µg/l.



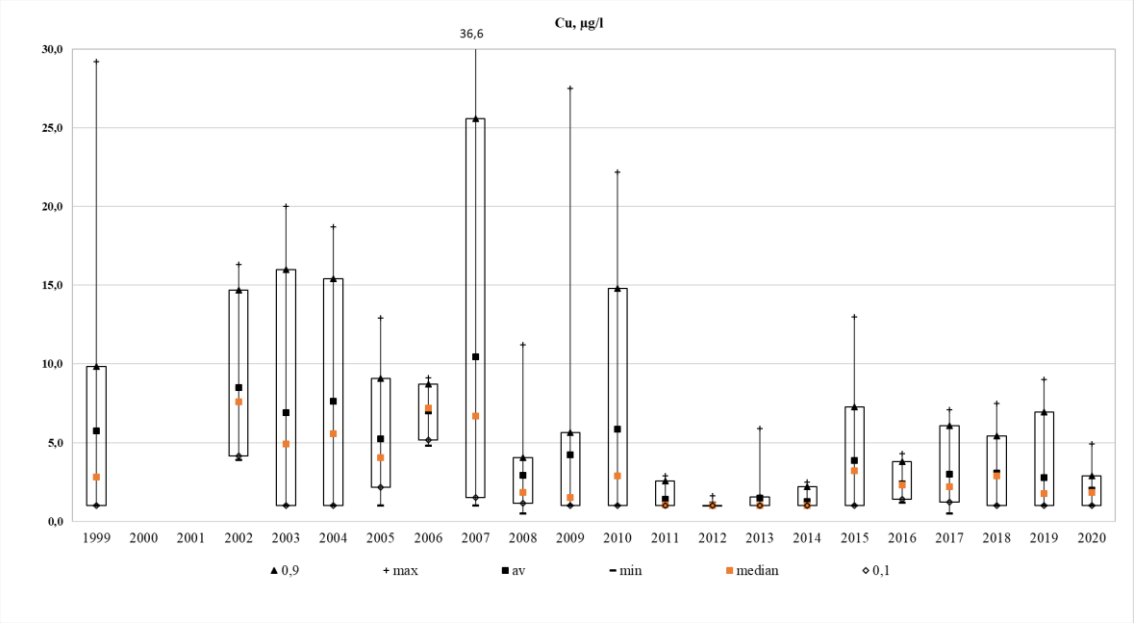
Joonis 253. Kaadmiumi kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 80,34 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2002 aastal aprillis 3540,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli aastal 1999. Aastatel 2002-2004 oli Zn sisaldus 187-820,22 µg/l vahemikkus. Alates aastast 2005 Zn kontsentratsioon oli langenud ning püsinud kuni 2020. aasta lõpuni alla jaama pikaajalist keskmist, st alla 80,34 µg/l. Välja arvatud aasta 2008, millal Zn kontsentratsioon taaskord suurenes ja aasta keskmine aine sisaldus oli 84,67 µg/l. Aastatel 2012-2020 aine maksimaalne sisaldus oli alla 40 µg/l, va aasta 2015, millal maksimaalne kontsentratsioon oli 130 µg/l.



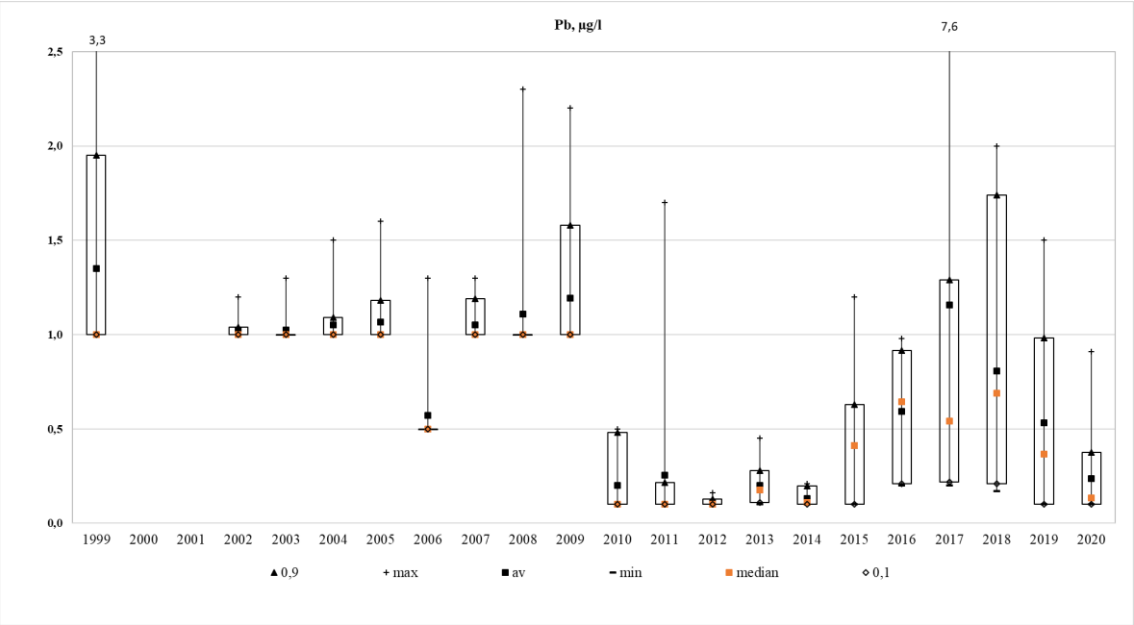
Joonis 254. Tsingi kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1999-2020.

Kahekümne kahe aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 4,34 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2007 aastal aprillis 36,6 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l, mis on määramistäpsus) oli aastatel 2008 ja 2017 suvekuudel. Vase aasta keskmine kontsentratsioon alates 2008. aastast on langenud ning kuni 2020. aastani on püsinud alla pikaajalist keskmist. Välja arvatud aasta 2010, millal Cu aasta keskmine sisaldus tõusis kuni 5,86 µg/l. Aastatel 1999, 2002-2008 vase keskmine kontsentratsioon oli vahemikkus 5,75-10,45 µg/l.



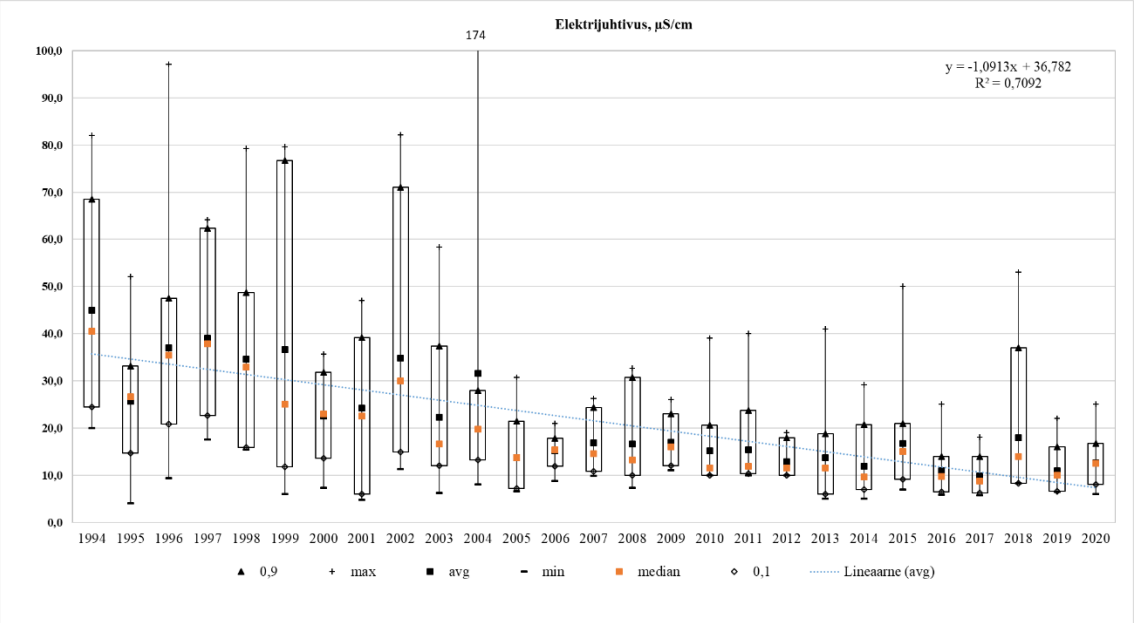
Joonis 255. Vase kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 0,70 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2017 aastal jaanuaris 7,6 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,1 µg/l, mis on ilmselt võrdne aastate 2010-2020 määramistäpsusega. Aasta keskmine Pb kontsentratsioon oli pidevalt jaama pikaajalisest keskmisest suurem aastatel 1999, 2002-2009, va aasta 2006, millal Pb aasta keskmine sisaldus oli 0,57 µg/l. Aastatel 1999-2009 minimaalne Pb kontsentratsioon oli 1 µg/l, mis on määramistäpsusega võrdne, va 2006. aasta. Aastast 2010 aasta keskmine kontsentratsioon jäi alla jaama keskmise, mis on tõenäoliselt seotud määramistäpsuse paranemisega, ning oli vahemikus 0,16-2 µg/l, va aastad 2017-2018, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 0,81-1,16 µg/l. Alates 2010. aastast minimaalne aine kontsentratsioon on alla 0,2 µg/l.



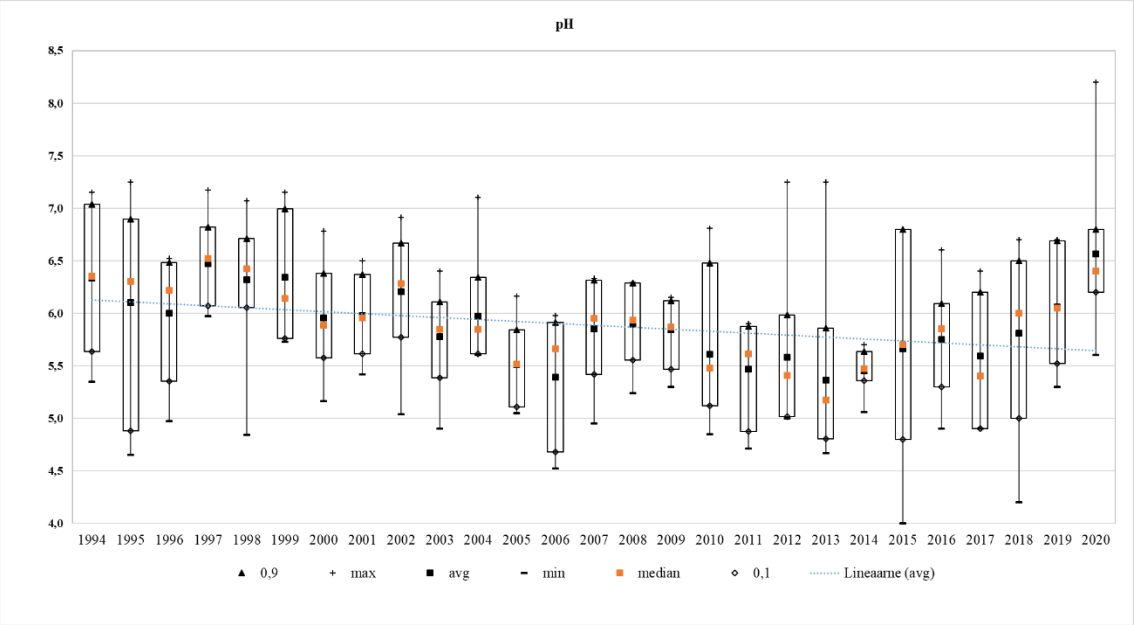
Joonis 256. Plii kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine elektrijuhtivus on 21,50 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2004 aastal aprillis 174,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (4,1 µS/cm) oli aastal 1995 juunis. Aastatel 1994-2004 elektrijuhtivus oli võrreldes teiste aastatega kõrgem. Aasta keskmine elektrijuhtivuse mõõdetud väärtus aastatel 1994-2004 oli vahemikus 22,29-44,92 µS/cm. Alates 2005. aastast aine sisaldus hakkas vähenema ning jõudis alla jaama pikaajalise keskmise ning püsis sellisena kuni aastani 2020. Elektrijuhtivuse aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,71, mis tähendab, et elektrijuhtivuse kontsentratsioon Tiirikoja seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



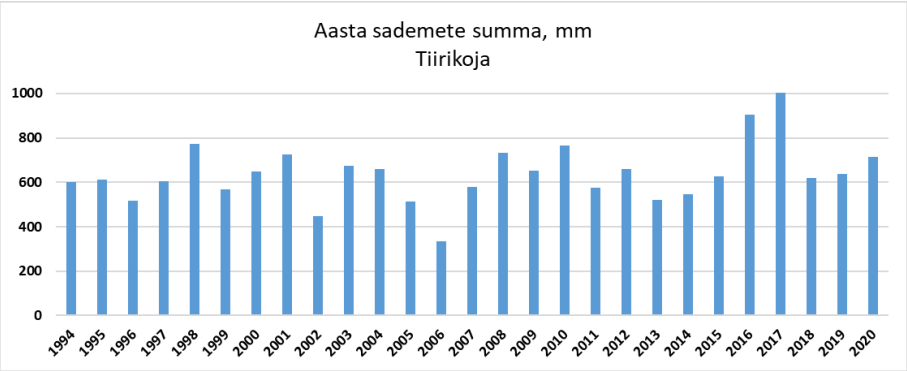
Joonis 257. Elektrijuhtivus Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

Sadetemete vesinikueksponent jääb 4-8,2 vahemikus. Kahekümne seitsme aasta keskmine pH on 5,88, mis tähendab, et Tiirikoja seirejaamast võetud proovide kontsentratsioon on nõrgalt happeline ning on normide vahemikus. Kõrgeim pH kontsentratsioon oli mõõdetud 2020. aastal veebruaris – 8,2, mis tähendab, et sel ajal sademed olid nõrgalt aluselised ja normide piirist väljas. Aastatel 1995-1996, 2000-2001, 2003-2004 oli aasta keskmine pH 5,77-6,1, mis tähendab, et sademed olid nõrgalt happelised ja jäid keskmiste normide (5,6-6,1) piiris. Aastatel 1994, 1997-1999 ja 2002 on pH olnud normidest kõrgem, mis tähendab, et sademed olid normist neutraalsemad. 2005. aastast on sademed muutunud happelistemaks, kuid normide piiri jõudsid taaskord 2007. aastal. Ajavahemikus 2007-2019 on sademete pH olnud valdavalt normides, va aastad 2011 ja 2013-2014. Nendel aastatel pH oli normist madalam, mis tähendab, et sademed olid normist happelisemad. 2020. aastal oli aasta keskmine sademete pH 6,56, mis on normides kõrgem ja tähendab, et sel aastal sademed olid neutraalsemad.

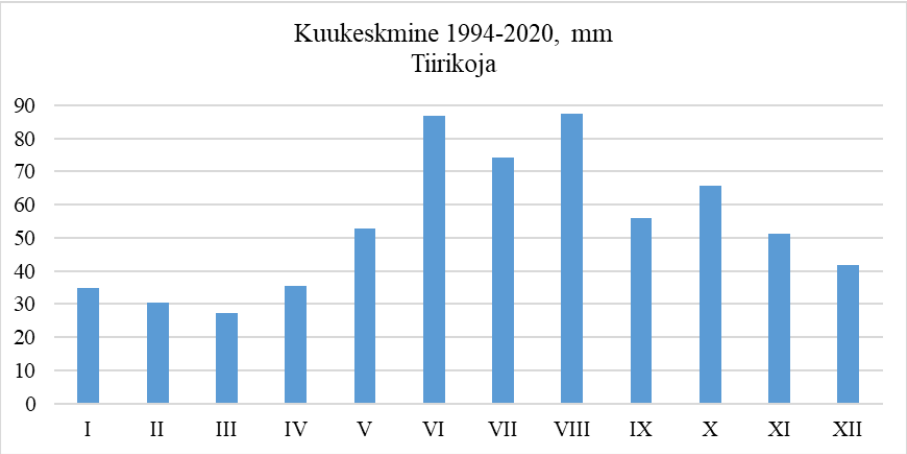


Joonis 258. pH kontsentratsioon Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2017, millal aasta jooksul sadas 1013 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2001. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem ka aastatel 1998 (772,8 mm), 2001 (725,84 mm), 2008 (731,50 mm), 2010 (764 mm), 2016 (905,0 mm) ja 2020 (714,0 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 2006. aasta, millal sadas 334,75 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud juuni (kuukeskmine 86,87 mm – norm 58 mm) ja august (kuukeskmine 87,34 mm, norm – 83 mm). Ning kõige vähem sademeid oli märtsis (kuukeskmine 27,35 mm, norm – 37 mm).



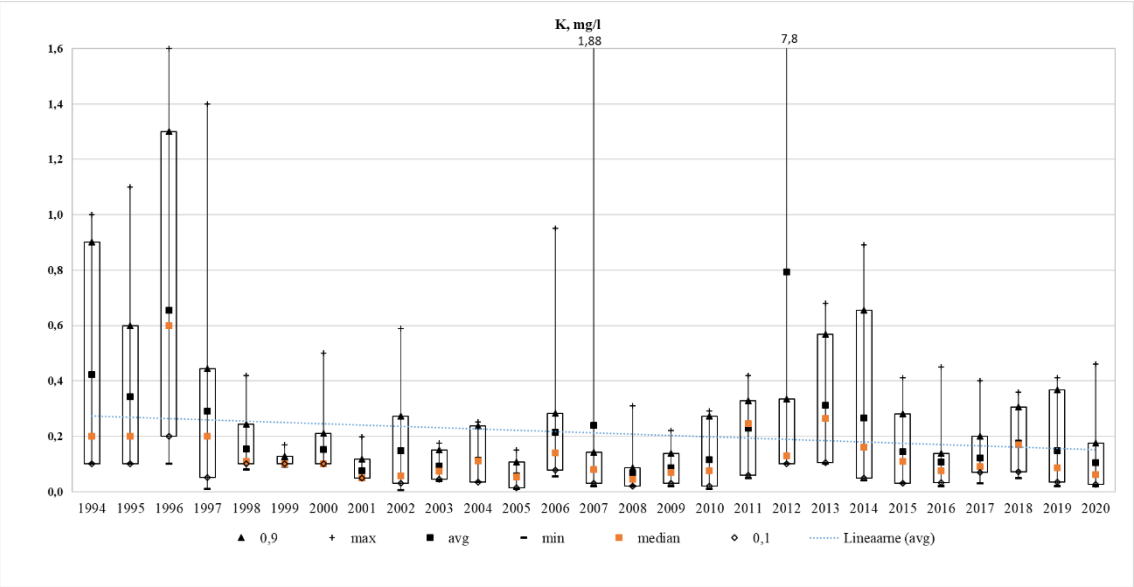
Joonis 259. Aasta sademete summa Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020



Joonis 260. Kuukeskmine sademete hulk Tiirikoja seirejaamas aastatel 1994-2020

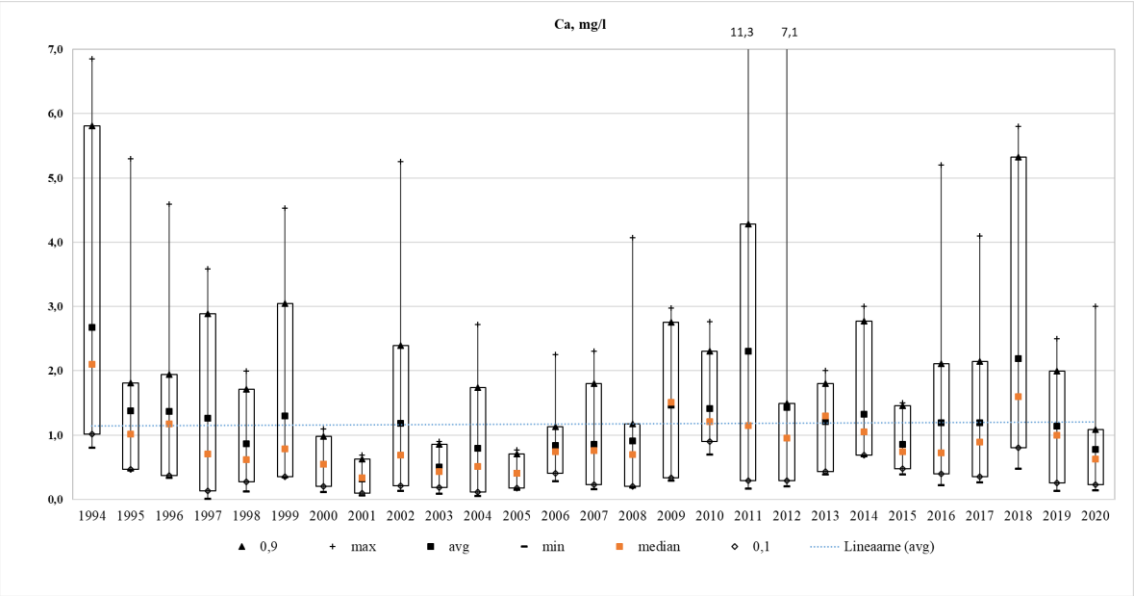
3.17 Tooma seirejaam

Tooma seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1994 ning see töötab tänapäevani. Kahekümne seitsme aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,21 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal oktoobris 7,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastal 2020 juulis. Kaaliumi aasta keskmine kontsentratsioon aastatel 1994-1997 on olnud jaama pikaajalise aasta keskmisest suurem, st ületas 0,21 mg/l. Alates aastast 1998 K sisaldus sademetes hakkas vähenema ning kuni 2010. aasta lõpuni see püsis alla jaama keskmist aine kontsentratsiooni. Välja arvatud aasta 2007, millal aasta keskmine K sisaldus oli 0,24 mg/l. Alates aastast 2011 aine kontsentratsioon sademetes hakkas kasvama ning kuni 2014. aastani püsis üle jaama pikaajalist keskmist. Alates 2015. aastast see jõudis taaskord alla jaama keskmist ja püsis sellisena kuni 2020. aasta lõpuni.



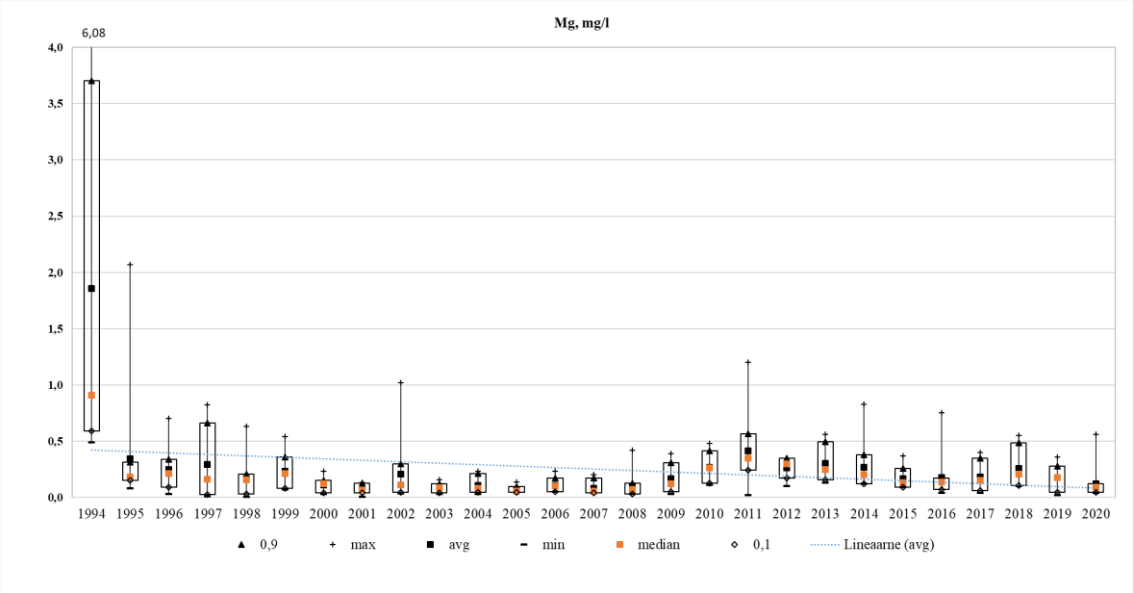
Joonis 261. Kaaliumi kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kaltsium (Ca) kontsentratsioon on 1,17 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2011. aastal veebruaris 11,3 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 1997 veebruaris. Aastatel 1994-1997 keskmine Ca sisaldus oli 1,26-2,67 mg/l vahemikus, mis on jaama pikaajalisest aasta keskmisest suurem. Aastast 1998 hakkas Ca kontsentratsioon langema ning aastatel 2000-2008 Ca keskmine sisaldus oli alla jaama keskmist, va aasta 2002. Pärast seda Ca aasta keskmine kontsentratsioon oli tõusnud ning kuni 2018. aastani püsis üle jaama pikaajalist keskmist, va aasta 2015. Ning aastal 2019. aine sisaldus jõudis alla jaama keskmist ning püsis sellisena 2020. aasta lõpuni.



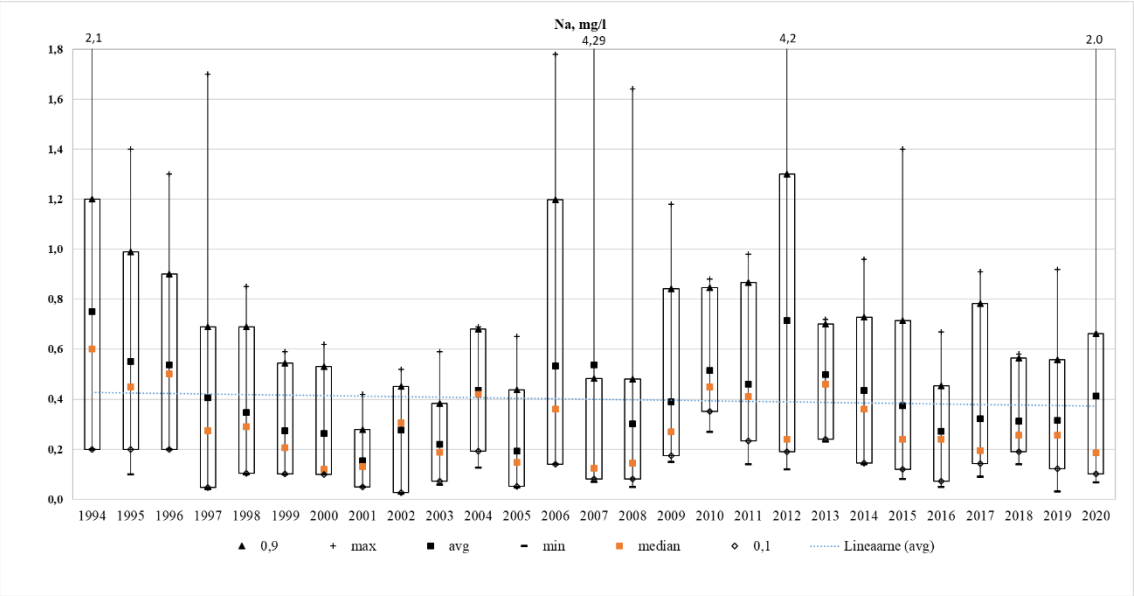
Joonis 262. Kaltsiumi kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,25 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal juunis 6,08 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastal 2001 jaanuaris. Aastatel 1994-1997 oli aasta keskmine aine kontsentratsioon vahemikus 0,25-1,86 mg/l. Alates 1998 aastast Mg sisaldus sademetes on langenud ning kuni 2009. aastani on olnud pidevalt alla jaama pikaajalise aasta keskmise. Aastatel 2010-2014 on aasta keskmine Mg sisaldus olnud 0,26-0,41 mg/l, kuid 2015. aastal Mg kontsentratsioon taaskord jõudis alla jaama keskmise ning püsis sellisena 2020. aastani.



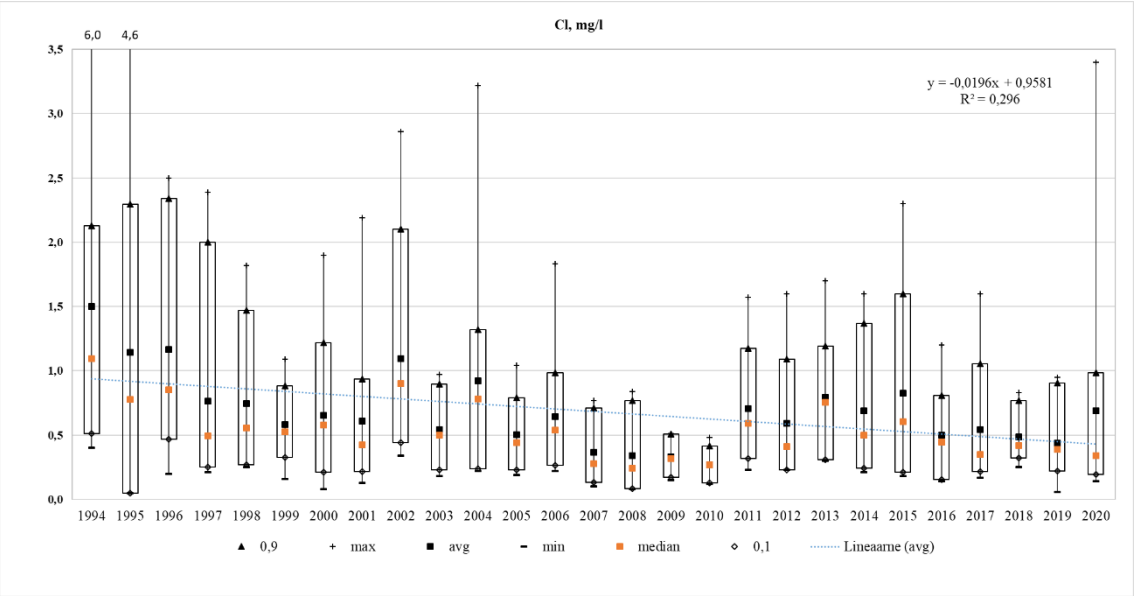
Joonis 263. Magneesiumi kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,40 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2007. aastal jaanuaris 4,29 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,02 mg/l) oli aastal 2002 juulis. Aastatel 1994-1997 naatriumi kontsentratsioon sademetes oli langemas ning aastast 1998 aasta keskmine Na kontsentratsioon on jõudnud alla jaama pikaajalise aasta keskmise. Alates 2002. aastast hakkas Na sisaldus sademetes tõusma ning 2004. aastal aasta keskmine kontsentratsioon ületas jaama keskmist. Aasta keskmine Na kontsentratsioon oli pikaajalisest keskmisest aine sisaldusest suurem 2014. aasta lõpuni, ning 2015. aastal naatriumi kontsentratsioon hakkas langema ja püsis jaama keskmisest väiksemana kuni 2019. aasta lõpuni. 2020. aasta keskmine Na kontsentratsioon oli 0,41 mg/l.



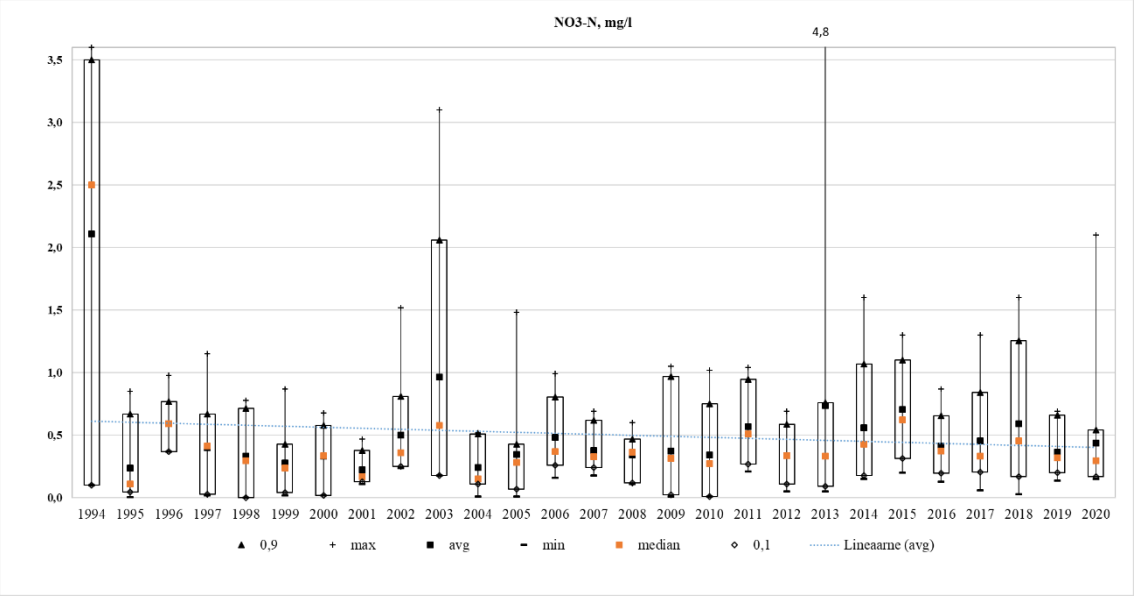
Joonis 264. Naatriumi kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 0,68 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal märtsis 6,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 1995 suvekuudel. Aasta keskmine kloriidi sisaldus oli aastatel 1994-1998 kõrgem, see jäi vahemikku 0,75-1,50 mg/l, mis on ka jaama keskmisest kõrgem. Alates aastast 1999 Cl sisaldus hakkas langema ning jäi kuni 2012. aasta lõpuni alla pikaajalise keskmise kontsentratsiooni. Välja arvatud aastad 2002, 2004 ja 2011, millal aasta keskmine Cl sisaldus sademetes oli jaama keskmisest kõrgem. Aastatel 2013-2015 Cl kontsentratsioon oli vahemikus 0,69-0,83 mg/l, kuid aastast 2016 on Cl kontsentratsioon taaskord jõudnud alla jaama keskmist ning püsinud sellisena 2020. aastani. Kloriidi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,30, mis tähendab, et Cl kontsentratsioon Tooma seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



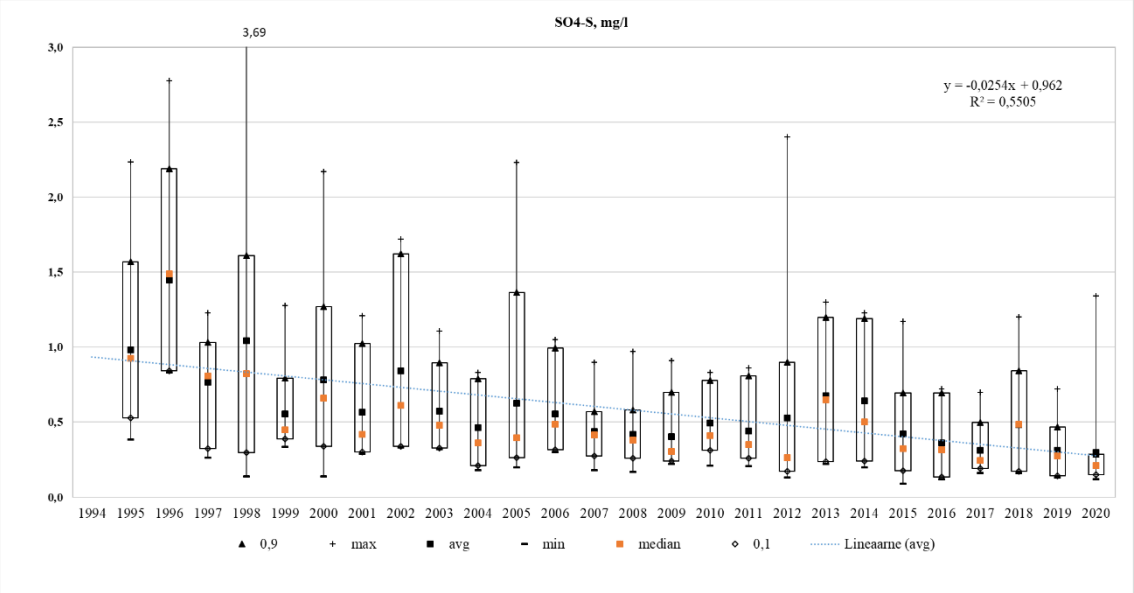
Joonis 265. Kloriidi kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,51 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal jaanuaris 4,8 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,001 mg/l) oli aastal 1998 suvekuudel. Alates aastast 1995 aine sisaldus on vähenenud. Aastatel 1995-2012 aine aasta keskmine kontsentratsioon jäi alla jaama pikaajalist aasta keskmist. See tähendab, et NO_3-N aasta keskmine kontsentratsioon oli alla 0,51 mg/l, va aastad 1996, 2003 ja 2011, millal aine kontsentratsioon oli tõusnud ning oli jaama pikaajalisest keskmisest suurem. Aastal 2013 on aine sisaldus kasvanud, kuid 2016. aastal see jõudis taaskord alla jaama keskmist ning püsis sellisena 2020. aastani, va aasta 2018, millal NO_3-N sisaldus oli 0,59 mg/l.



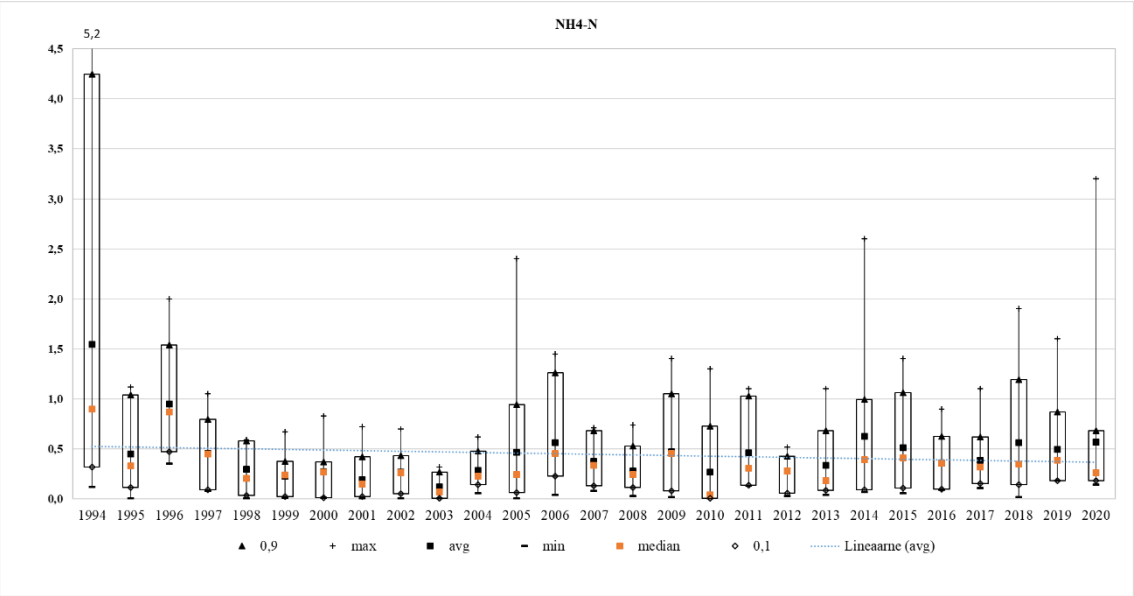
Joonis 266. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

Sulfaatväävlit hakati Kunda seirejaamas uurima alates 1995. aastast. Kahekümne kuue aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 0,59 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1998. aastal novembris 3,69 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,09 mg/l) oli aastal 2015 novembris. Aastatel 1995-2002 oli aasta keskmine aine sisaldus vahemikus 0,55-1,45 mg/l, mis oli jaama pikaajalisest aasta keskmisest 0,59 mg/l kõrgem. Välja arvatud aastad 1999 ja 2001. Alates aastast 2003 on sulfaatväävli kontsentratsioon vähenenud ning on jõudnud alla jaama pikaajalise keskmise ning püsinud sellisena kuni 2012. aasta lõpuni, va aasta 2005. Aastatel 2013-2014 oli aasta keskmine SO_4-S vahemikus 0,64-0,68 mg/l ning aastal 2015 on aasta keskmine aine sisaldus jõudnud taaskord alla jaama keskmist ja püsinud sellisena 2020. aastani. Sulfaatväävli aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,55, mis tähendab, et SO_4-S kontsentratsioon Tooma seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 267. Sulfaatväävli kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1995-2020

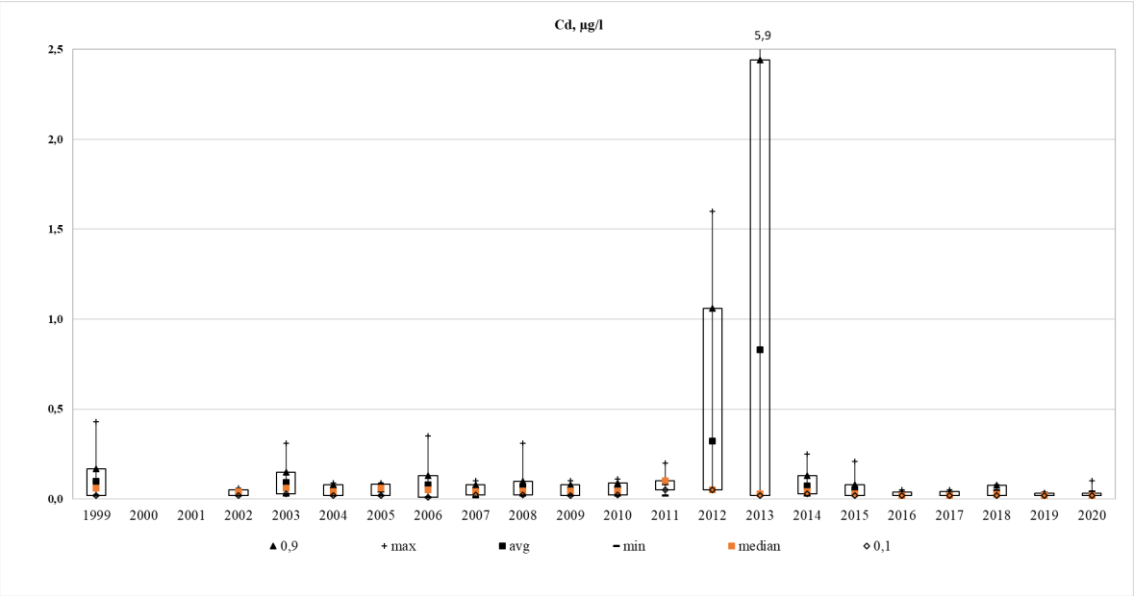
Kahekümne seitsme aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,45 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal jaanuaris 5,2 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastatel 1998, 2001-2003 ja 2005 suvekuudel. Aastatel 1994-2004 oli NH_4-N sisaldus jaama pikaajalisest aasta keskmisest 0,45 mg/l madalam, va aastad 1994 ja 1996. Nendel aastatel keskmine aine sisaldus oli 1,54 mg/l ja 0,95 mg/l. Alates aastast 2005 NH_4-N kontsentratsioon hakkas tõusma ning kuni 2017. aasta lõpuni aine aasta keskmine kontsentratsioon püsis vahemikus 0,27-0,62 mg/l. Aastatel 2018-2020 on pidevalt aasta keskmine aine sisaldus püsinud üle jaama keskmist kontsentratsiooni.



Joonis 268. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

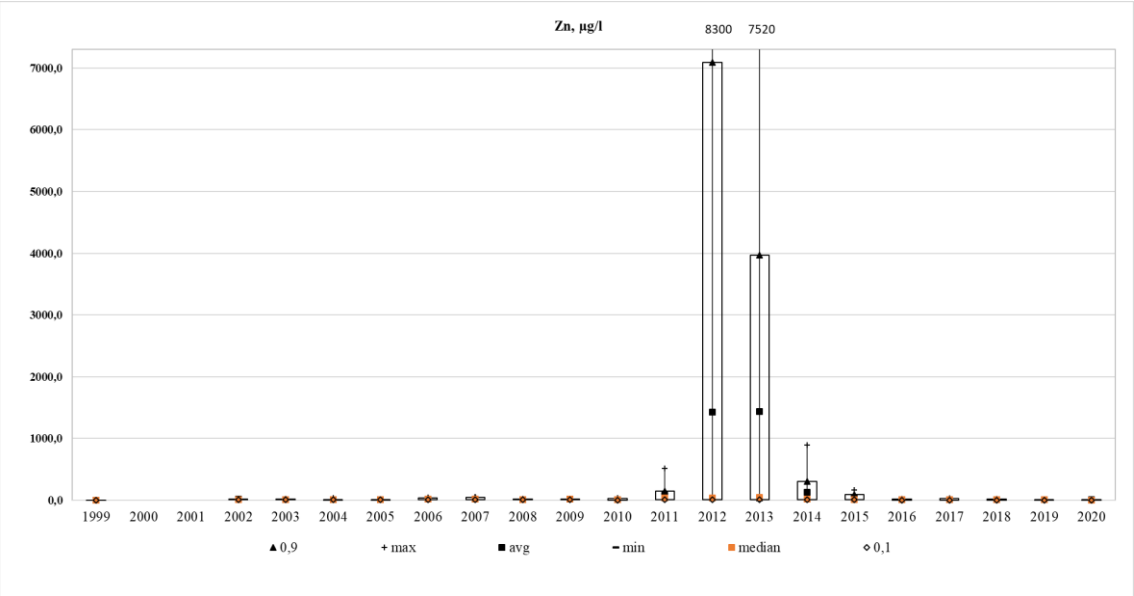
Tooma jaamas hakati aastast 2015 kord kahes kuus analüüsima üldfosfori sisaldust. Kuue aasta keskmine üldfosfori (Püld) kontsentratsioon on 0,08 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal jaanuaris 2,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,009 mg/l) oli aastal 2019 augustis. 2015. aastal Püld sisaldus oli võrreldes teiste aastatega kõrgem. Aastal 2015 keskmine Püld sisaldus oli 0,37 mg/l ja teiste aastate keskmine sisaldus oli 0,02-0,03 mg/l piiris. Üldfosfori aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,40, mis tähendab, et Püld kontsentratsioon Tooma seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.

Ohtlike aineid Tooma seirejaamas hakati uurima aastast 1999, kuid 2000 oli see peatatud ning uuesti alustati ohtlike ainete mõõtmisega aastal 2002. Kahekümne kahe aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,11 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal detsembris 5,9 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l, mis on määramistäpsus) oli aastatel 2006, 2007. Aastatel vahemikus 1999-2020 Cd kontsentratsioon oli alla jaama pikaajalise aasta keskmise. Välja arvatud aastad 2012 ja 2013, millal aasta keskmine aine sisaldus sademetes oli 9,32 mg/l ja 0,83 mg/l.



Joonis 269. Kaadmiumi kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1999-2020

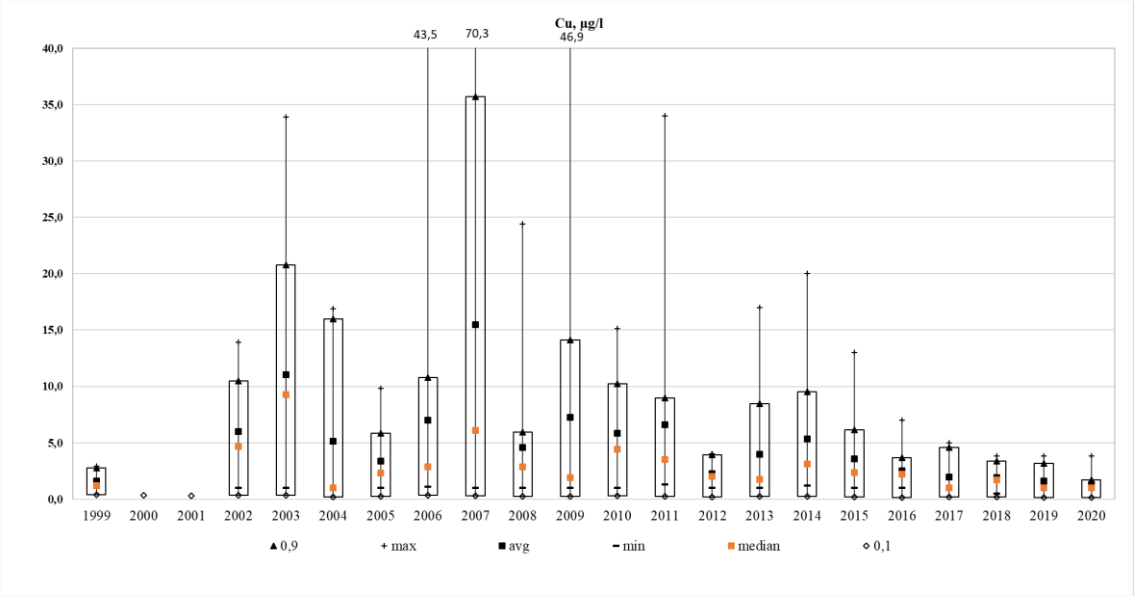
Kahekümne kahe aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 164,16 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2012. aastal veebruaris 8300 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli aastal 1999. Aastatel 1999, 2002-2020 oli aasta keskmine aine kontsentratsioon alla jaama pikaajalist keskmist, va aastad 2012-2013. 2012 aasta keskmine aine sisaldus oli 1423,63 µg/l ning 2013 see oli 1434,1 µg/l.



Joonis 270. Tsingi kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1999-2020.

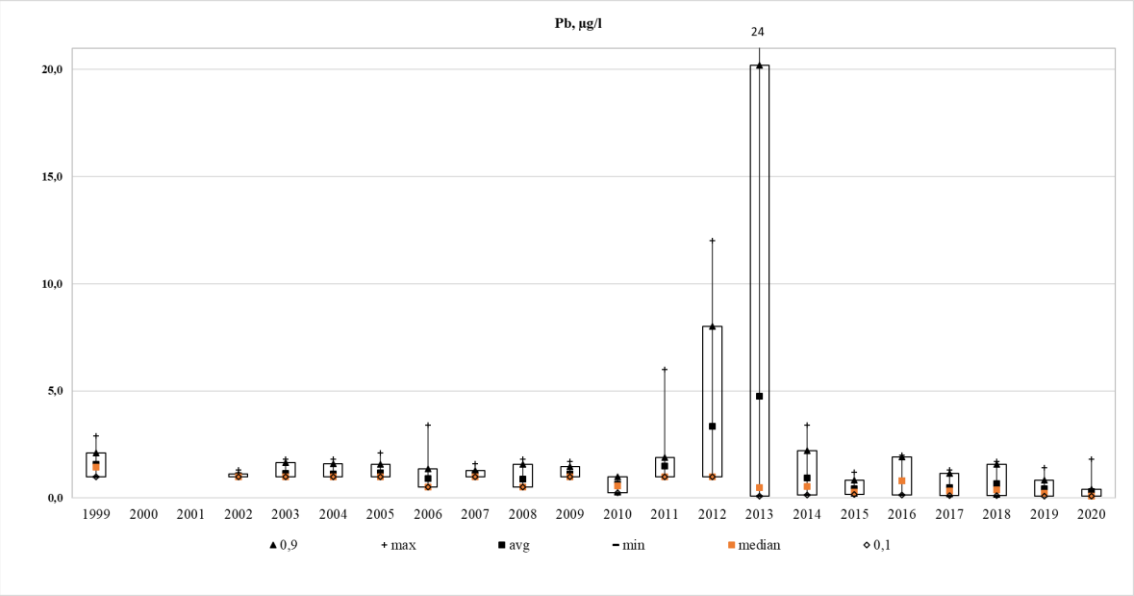
Kahekümne kahe aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 4,91 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2007. aastal veebruaris 70,3 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l, mis on määramistäpsus) oli aastal 2018 sügisel. Vase aasta keskmine kontsentratsioon on olnud aastatel 2002-2011 jaama pikaajalisest aasta

keskmisest kõrgem, va aastad 2005 ja 2008. Alates 2012. aastast aine kontsentratsioon sademetes on langenud ning kuni 2020. aastani on püsinud alla pikaajalist keskmist. Välja arvatud aasta 2014, millal Cu aasta keskmine sisaldus tõusis kuni 5,31 µg/l.



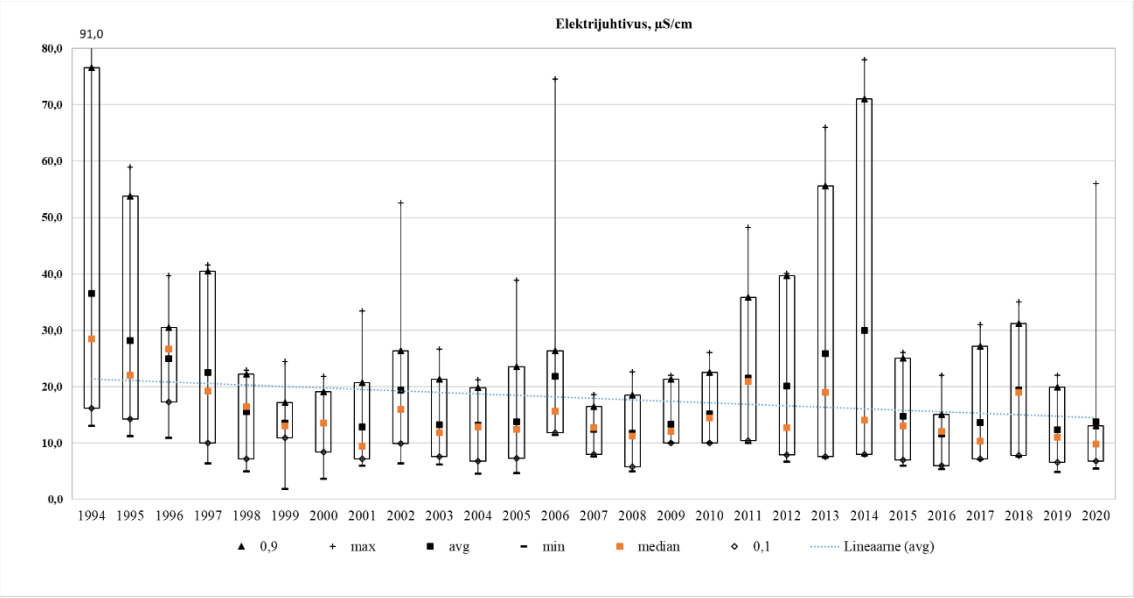
Joonis 271. Vase kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne kahe aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 1,22 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal veebruaris 24,0 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 µg/l) oli aastal 2018 septembris. Aastatel 1999, 2011-2013 aasta keskmine plii kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest suurem. Teistel aastatel keskmine aine kontsentratsioon jäi alla jaama keskmist kontsentratsiooni. Alates aastast 2013 aine minimaalne kontsentratsioon jäi alla 0,13 µg/l.



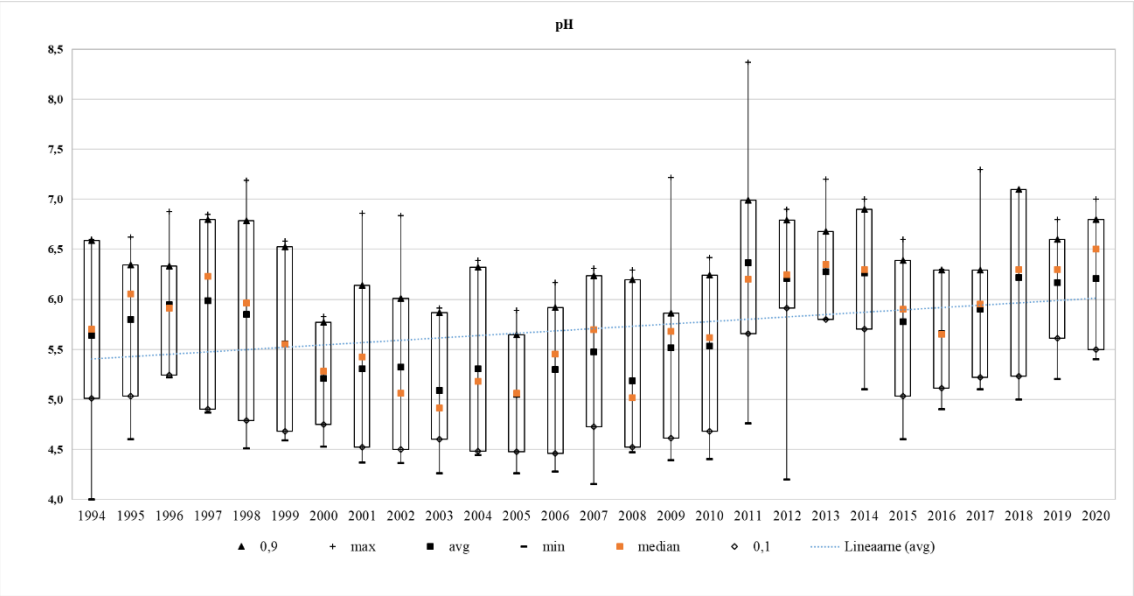
Joonis 272. Plii kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1999-2020

Kahekümne seitsme aasta keskmine elektrijuhtivus on 17,93 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal jaanuaris 91,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (1,82 µS/cm) oli aastal 1999 juulis. Aastatel 1994-1997 kontsentratsioon on võrreldes teiste aastatega kõrgem. Aasta keskmine elektrijuhtivuse mõõdetud väärtus aastatel 1994-2007 on vahemikus 22,5-36,5 µS/cm. Alates 1998. aastast aine sisaldus hakkas vähenema ning jõudis alla jaama pikaajalise keskmise. Kuni 2010. aasta lõpuni aine aasta keskmine kontsentratsioon oli jaama pikaajalisest keskmisest väiksem, va aastad 2002 ja 2006. Alates 2011. aastast aasta keskmine aine sisaldus oli tõusnud ning püsinud jaama keskmisest kõrgemana kuni 2014. aasta lõpuni. Aastast 2015 on aasta keskmine kontsentratsioon jõudnud alla 17,93 µS/cm ning püsis sellisena 2020. aastani, va aasta 2018, millal aasta keskmine oli 19,43 µS/cm.



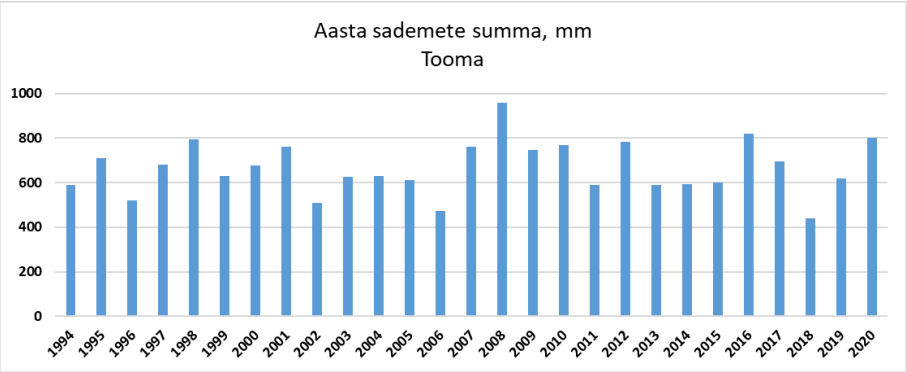
Joonis 273. Elektrijuhtivus Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

Sademete vesinikueksponent jääb 4-8,37 piirides. Jaama pikaajaline aasta keskmine pH on 5,71, mis tähendab, et Tooma seirejaamas analüüsitud sademed on normide piiris. Kõrgeim pH kontsentratsioon oli mõõdetud 2011. aastal veebruaris – 8,37, mis tähendab, et sel ajal sademed olid nõrgalt aluselised ja normide piirist väljas. Aastatel 1994-1999 oli aasta keskmine pH 5,56-5,99, mis tähendab, et sademed olid nõrgalt happelised ja jäid keskmiste normide (5,6-6,1) piiris. Aastatel 2000-2014 pH polnud normide piiris. Aastatel 2000-2010 pH oli normidest väiksem, mis tähendab, et sademed olid normidest happelisemad ning aastatel 2011-2014 pH ületas norme, st et sademed olid normist neutraalsemad. 2015. aastast on sademed muutunud happelistemaks ja jõudsid taaskord normide piiri, kuid aastatel 2018-2020 pH tõusis ning jäi vahemiku 6,17-6,22, mis ületab norme.

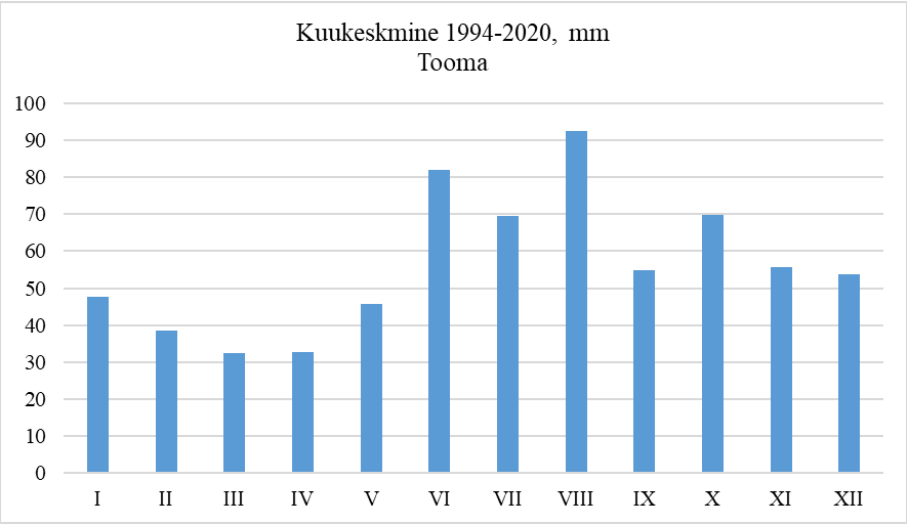


Joonis 274. pH kontsentratsioon Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne seitsme aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2008, millal aasta jooksul sadas 958 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2001. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem veel 9 aastat. Kõige sademete vaesem aasta oli 2018. aasta, millal sadas 441 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuud on olnud juuni (kuukeskmine 81,93 mm – norm 58 mm) ja august (kuukeskmine 92,39 mm, norm – 83 mm). Ning kõige vähem sademeid oli märtsis (kuukeskmine 32,35 mm, norm – 37 mm).



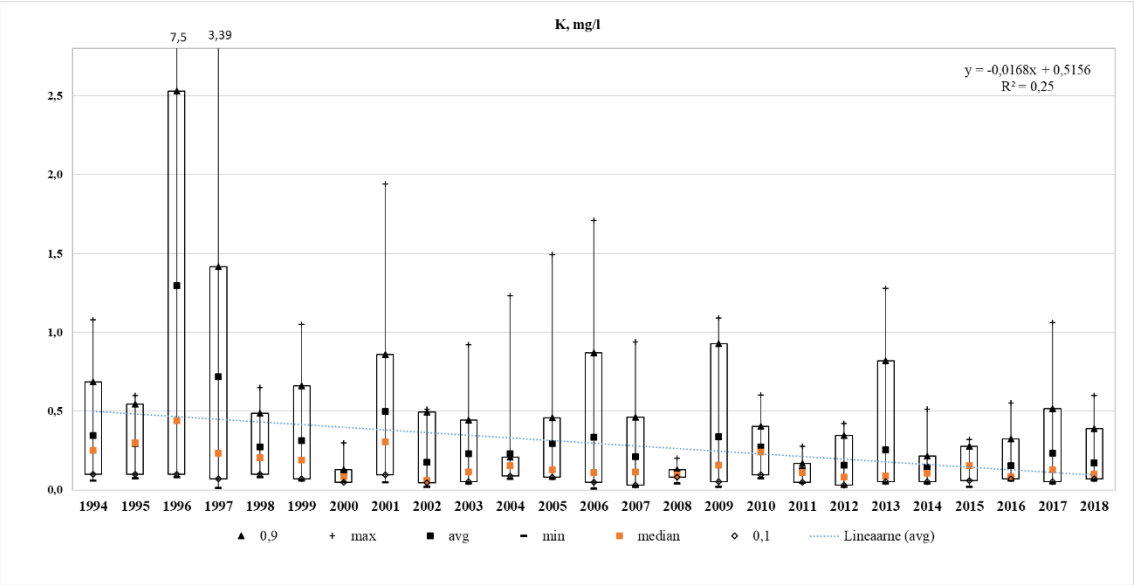
Joonis 275. Aasta sademete summa Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020



Joonis 276. Kuukeskmine sademete hulk Tooma seirejaamas aastatel 1994-2020

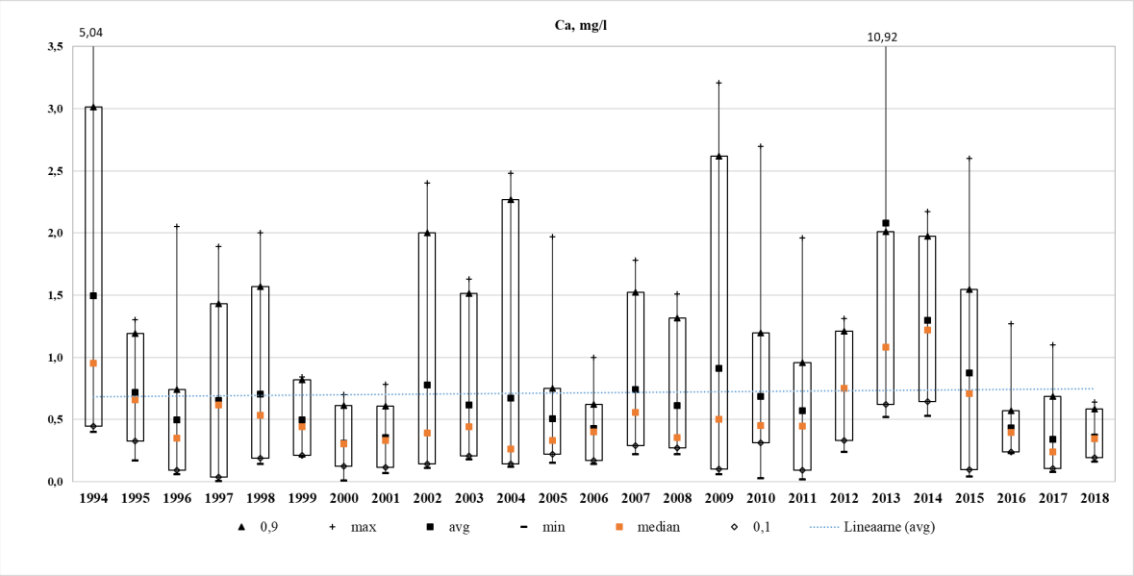
3.18 Vilsandi seirejaam

Vilsandi seirejaamas hakati sademete proove võtma alates aastast 1994 ning analüüside andmed on kätte saadavad kuni 2018. aasta lõpuni. Kahekümne viie aasta keskmine kaaliumi (K) kontsentratsioon on 0,30 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1995. aastal augustis 7,5 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 2006 novembris. Kaaliumi aasta keskmine kontsentratsioon aastatel 1994-2001 on olnud jaama pikaajalise aasta keskmisest suurem, va 1995. ja 1998. aastad, millal K aasta keskmine kontsentratsioon oli võrdne jaama keskmisega ja 2000. aasta, millal K sisaldus oli 0,10 mg/l. Alates aastast 2000 K sisaldus sademetes hakkas vähenema ning kuni 2018. aasta lõpuni see püsis alla jaama keskmist aine kontsentratsiooni. Kaaliumi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,25, mis tähendab, et K kontsentratsioon Vilsandi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



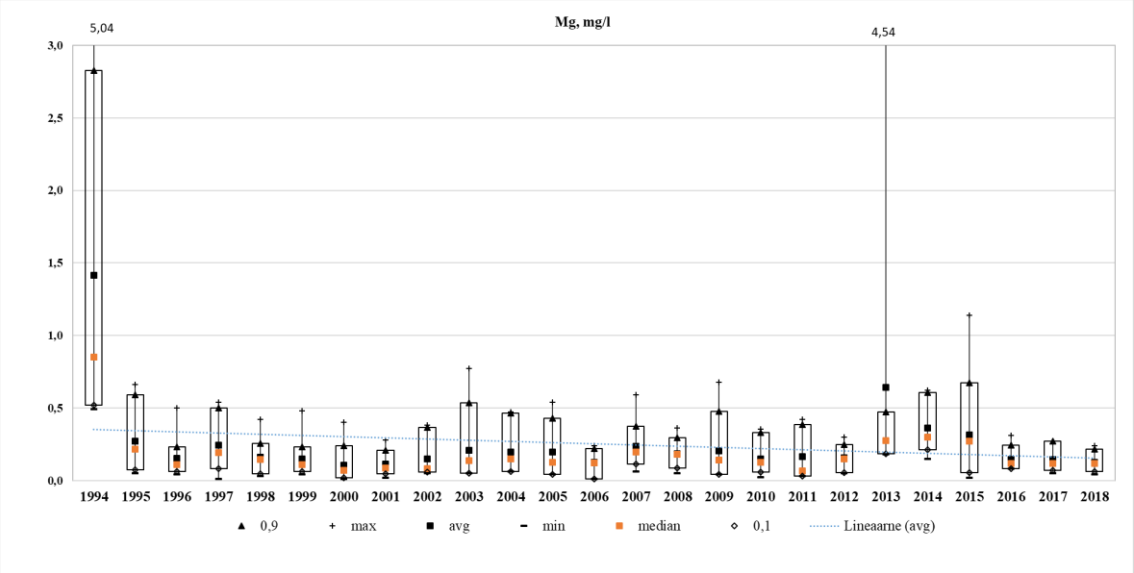
Joonis 277. Kaaliumi kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2020

Kahekümne viie aasta keskmine kaltsiumi (Ca) kontsentratsioon on 0,72 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2013. aastal juunis 10,92 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,005 mg/l) oli aastal 1997 jaanuaris. Aastatel 1995-2006 keskmine Ca sisaldus oli jaama pikaajalisest aasta keskmisest väiksem, va aasta 2002, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 0,78 mg/l. Aastast 2007 hakkas Ca kontsentratsioon tõusma ning aastatel 2007, 2009 ja 2012-2015 Ca keskmine sisaldus oli jaama keskmist suurem. Aastal 2016 Ca aasta keskmine kontsentratsioon oli taaskord langenud ning kuni 2018. aastani püsis alla jaama pikaajalise keskmise.



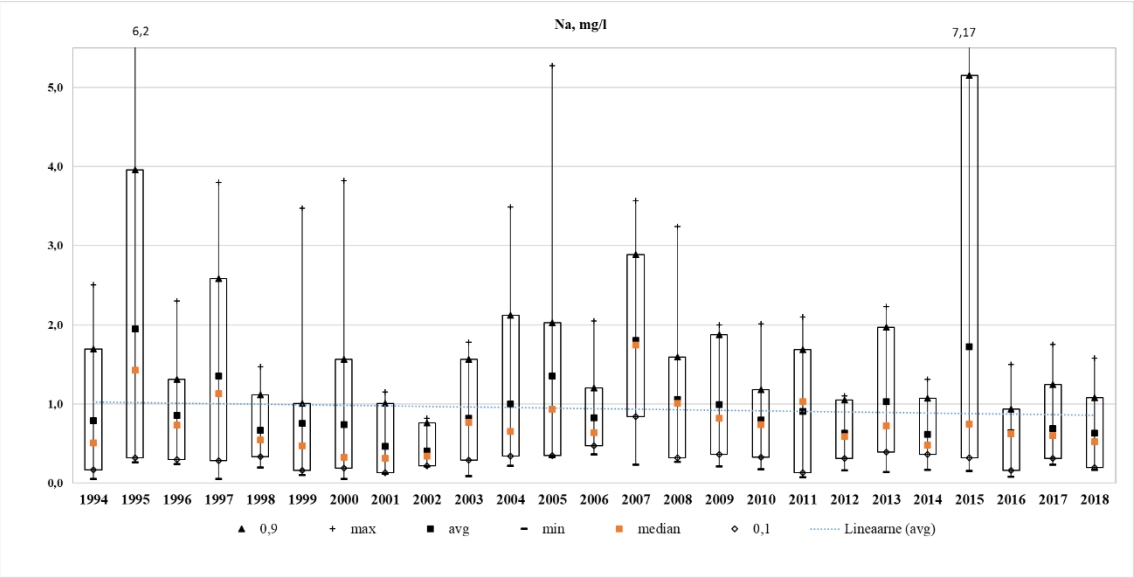
Joonis 278. Kaltsiumi kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Kahekümne viie aasta keskmine magneesiumi (Mg) kontsentratsioon on 0,25 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal oktoobris 5,04 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastatel 2000 ja 2006. Aastatel 1994-1995 oli aasta keskmine aine kontsentratsioon vahemikus 0,27-1,42 mg/l. Alates 1996 aastast Mg sisaldus sademetes on langenud ning kuni 2013. aastani on olnud pidevalt alla jaama pikaajalise aasta keskmise. Aastatel 2014-2015 on aasta keskmine Mg sisaldus olnud 0,31-0,36 mg/l, kuid 2016. aastal Mg kontsentratsioon taaskord jõudis alla jaama keskmise ning oli selline 2018. aastani.



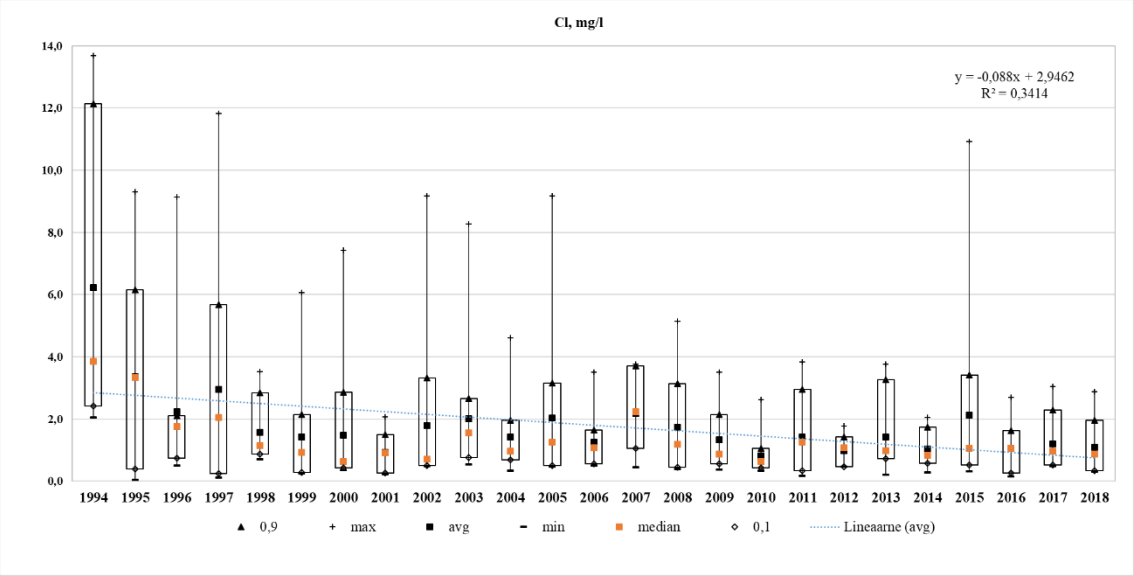
Joonis 279. Magneesiumi kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Kahekümne viie aasta keskmine naatriumi (Na) kontsentratsioon on 0,94 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2015. aastal märtsis 7,17 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastatel 1994 ja 2000. Aastatel 1994-2003 aasta keskmine Na kontsentratsioon on olnud alla jaama pikaajalise aasta keskmise, va aastad 1995 ja 1997. Alates 2004. aastast hakkas Na sisaldus sademetes tõusma ning 2004. aastal aasta keskmine kontsentratsioon ületas jaama pikaajalist keskmist. Kuid alates 2010. aastast keskmine aine sisaldus jõudis taas alla jaama keskmise ning püsis sellisena 2018. aastani. Sel ajavahemikul ületas jaama keskmist aasta keskmine kontsentratsioon vaid aastatel 2013 ja 2015.



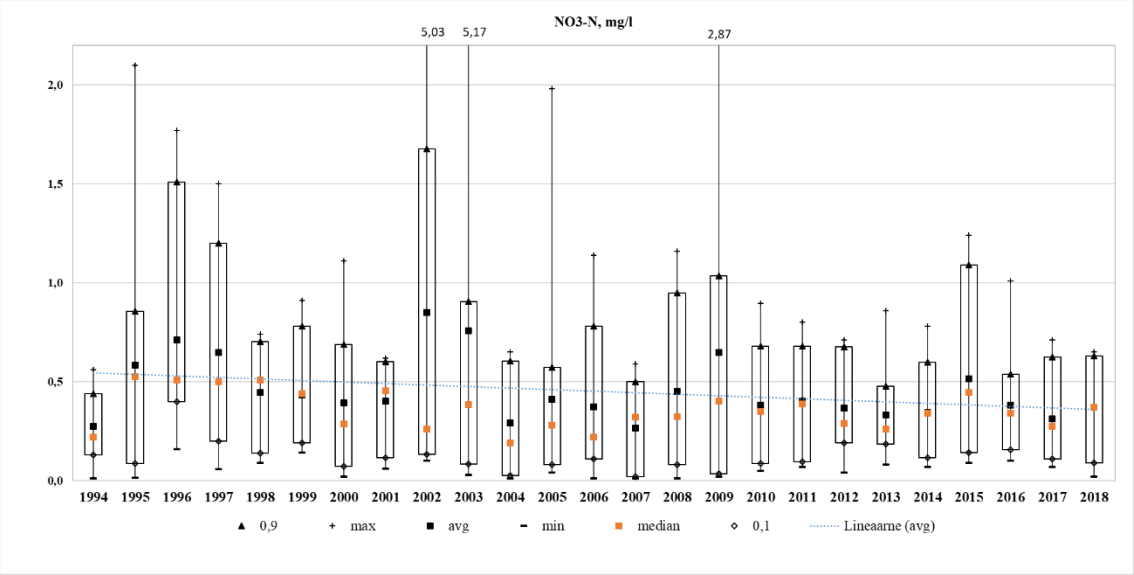
Joonis 280. Naatriumi kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Kahekümne viie aasta keskmine kloriidi (Cl) kontsentratsioon on 1,80 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal septembris 13,68 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 1995 juulis. Aastatel 1994-1997 keskmine Ca sisaldus oli 2,23-6,22 mg/l vahemikus, mis on jaama pikaajalisest aasta keskmisest suurem. Aastast 1998 hakkas Ca sisaldus langema ning aastatel 1998-2002 Ca keskmine kontsentratsioon oli alla jaama keskmist. Aastatel 2003-2007 Ca aasta keskmine kontsentratsioon oli vahemikus 1,26-2,17 mg/l. Aastal 2008 aine sisaldus jõudis taas alla jaama keskmist ning püsis sellisena 2018. aastani, va aasta 2015, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 2,13 mg/l. Kloriidi aastate keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,34, mis tähendab, et Cl kontsentratsioon Vilsandi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



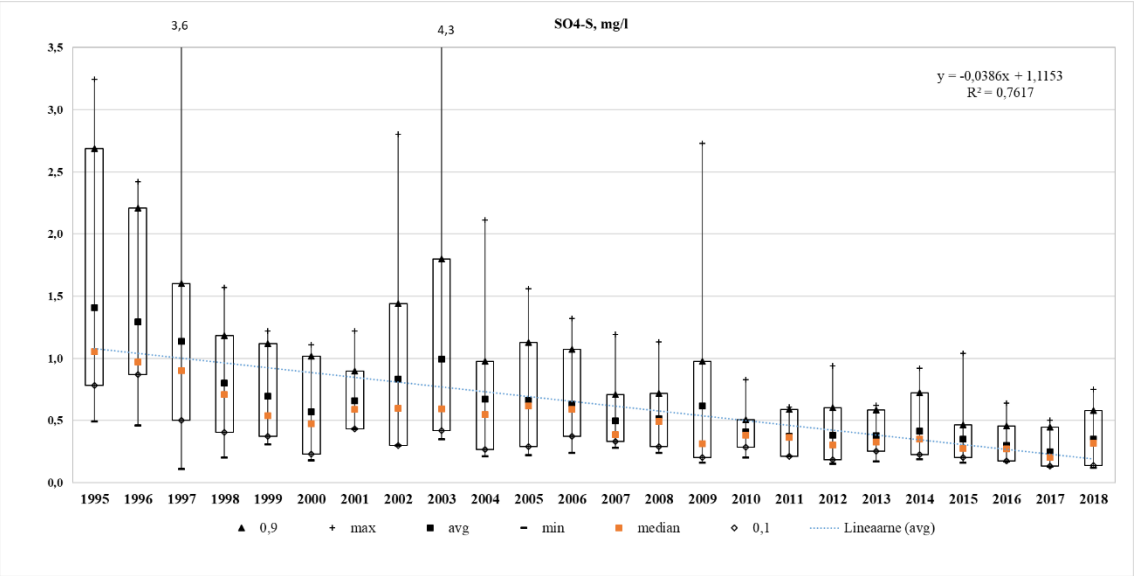
Joonis 281. Kloriidi kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Kahekümne viie aasta keskmine nitraatlämmastiku (NO_3-N) kontsentratsioon on 0,45 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2003. aastal märtsis 5,17 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastal 1994 maikuus. Aastatel 1994-2003 aasta keskmine NO_3-N kontsentratsioon oli vahemikus 0,27-0,85 mg/l. Alates aastast 2004 aine sisaldus on langenud. Aastatel 2004-2018 aine aasta keskmine kontsentratsioon jäi alla jaama pikaajalist aasta keskmist, va aastad 2009 ja 2015, millal aine kontsentratsioon oli 0,65 ja 0,51 mg/l.



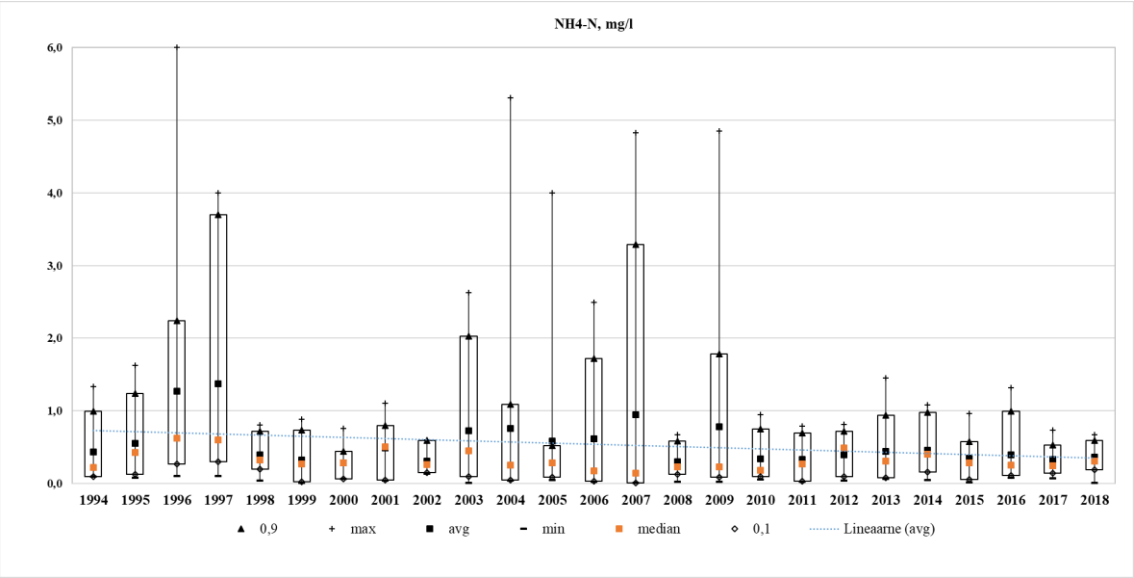
Joonis 282. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Kahekümne viie aasta keskmine sulfaatväävli (SO_4-S) kontsentratsioon on 1,01 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1994. aastal augustis 64,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,11 mg/l) oli aastal 1997 novembris. 1994. aastal keskmine aine sisaldus sademetes oli 10,01 mg/l. Aasast 1995 sulfaatväävli aasta keskmine kontsentratsioon langes. Aastatel 1995-1997 aasta keskmine aine sisaldus oli vahemikus 1,29-1,41 mg/l. Alates aastast 1998 SO_4-S kontsentratsioon jõudis alla jaama keskmise ning püsis alla 1,0 mg/l kuni 2020. aasta lõpuni. Sulfaatväävli aasta keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,76, mis tähendab, et SO_4-S kontsentratsioon Vilsandi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



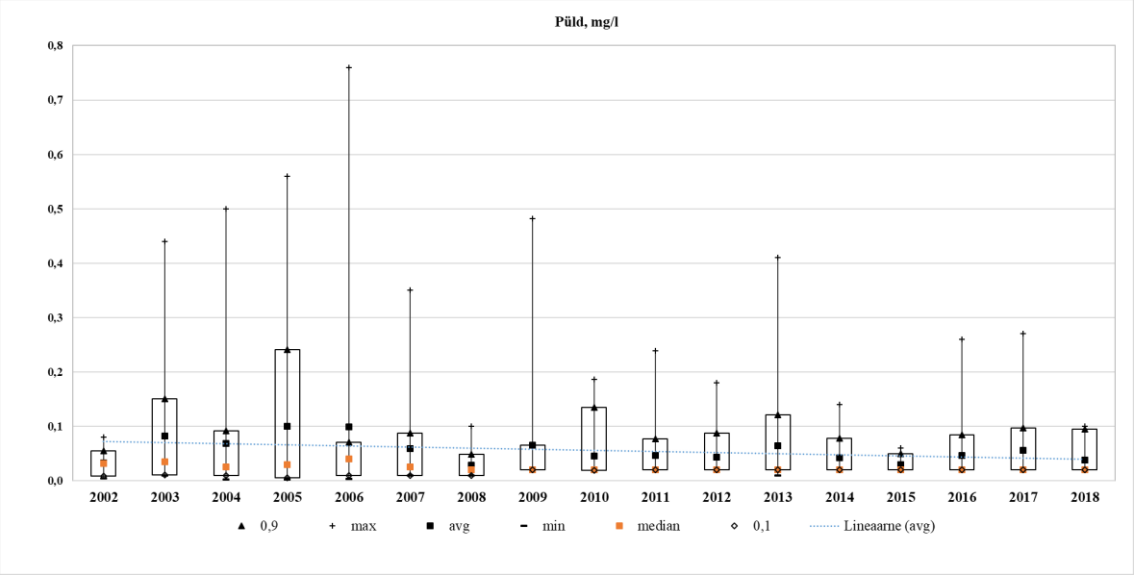
Joonis 283. Sulfaatväävli kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Kahekümne viie aasta keskmine ammooniumlämmastiku (NH_4-N) kontsentratsioon on 0,54 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 1996. aastal augustis 6,0 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 mg/l) oli aastatel 1999, 2003 ja 2007 suvekuudel. Aastatel 1995-1997 oli NH_4-N sisaldus jaama pikaajalisest aasta keskmisest 0,54 mg/l kõrgem. Kuid aastast 1998 aine sisaldus hakkas vähenema ning kuni 2002 aastani jäi alla jaama pikaajalist keskmist. Aastatel 2003-2009 oli NH_4-N taaskord jaama keskmisest kõrgem, va aasta 2008, millal aasta keskmine aine sisaldus oli 0,30 mg/l. Aastast 2010 NH_4-N kontsentratsioon langes ning jäi alla jaama keskmist kuni 2020. aasta lõpuni.



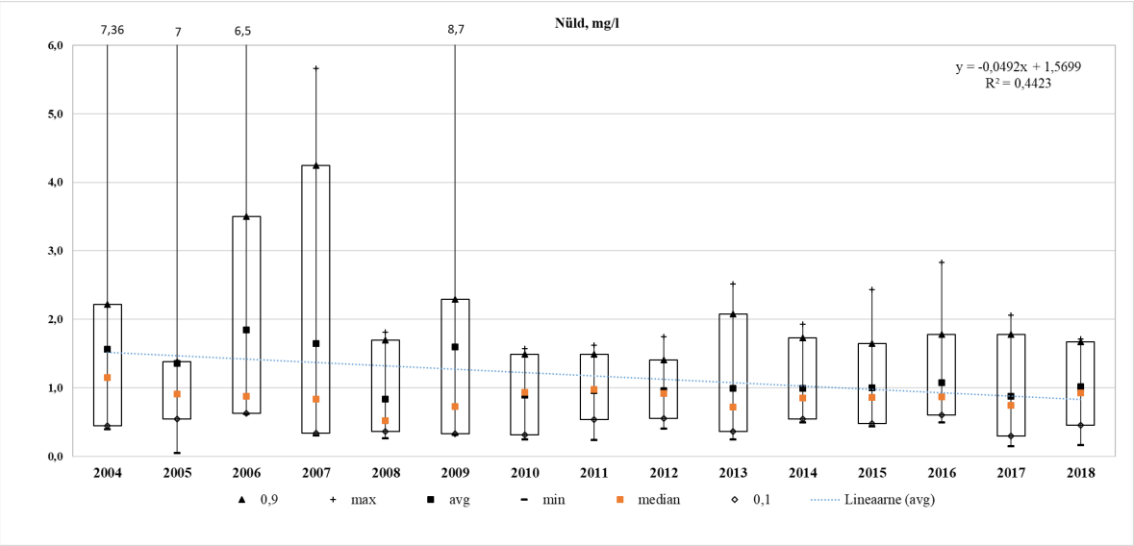
Joonis 284. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Vilsandi jaamas hakati aastast 2002 analüüsima üldfosfori sisaldust. Seitseteistkümne aasta keskmine üldfosfori (Püld) kontsentratsioon on 0,06 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2006. aastal augustis 0,76 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,002 mg/l) oli aastatel 2004-2005 talvekuudel. 2003-2006. aastatel Püld sisaldus oli võrreldes teiste aastatega kõrgem. Sel ajavahemikus aasta keskmine Püld sisaldus sademetes oli 0,07-0,1 mg/l. Aastatel 2002, 2007-2008 oli üldfosfori kontsentratsioon alla jaama keskmist.



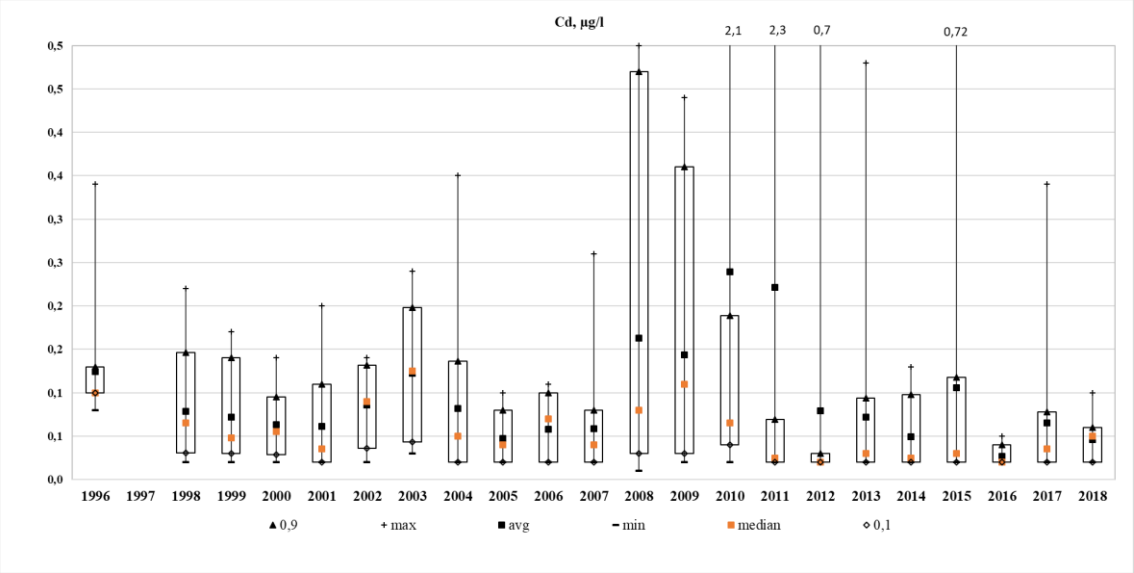
Joonis 285. Üldfosfori kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 2002-2018

Vilsandi on ka ainus seirejaam Eestis, kus määratakse üldlämmastiku kontsentratsioonid sademetes. Nüld hakati uurima 2004. aastal. Viieteistkümne aasta keskmine üldlämmastiku (Nüld) kontsentratsioon on 1,18 mg/l ning maksimaalne väärtus oli 2009 aprillis 8,7 mg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,05 mg/l) oli aastal 2005 septembris. Aasatel 2004-2009 on aine sisaldus olnud võrreldes teistega aastatega kõrgem. Sel ajavahemikus on aasta keskmine aine kontsentratsioon olnud jaama pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem. Välja arvatud aasta 2008, millal aasta keskmine Nüld sisaldus oli 0,84 mg/l. Aastal 2010 üldlämmastiku kontsentratsioon hakkas langema ja kuni 2018. aasta lõpuni see püsis alla jaama keskmist. Üldlämmastiku aasta keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,44, mis tähendab, et Nüld kontsentratsioon Vilsandi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



Joonis 286. Üldlämmastiku kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 2004-2018

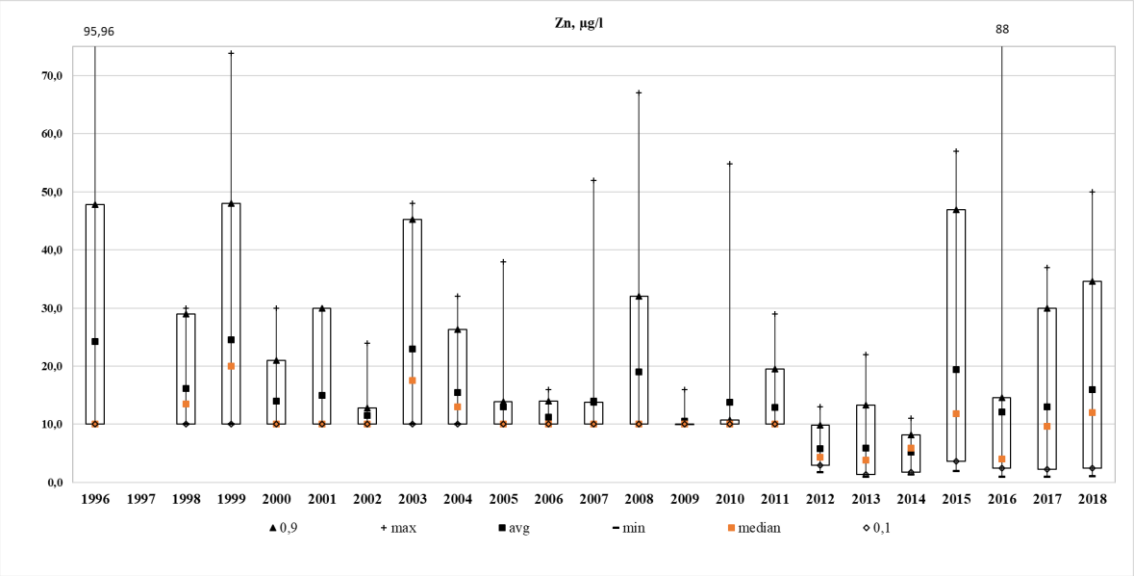
Ohtlike aineid Vilsandi seirejaamas hakati uurima aastast 1996, kuid 1997 oli see peatatud ning uuesti alustati ohtlike ainete mõõtmisega aastal 1998. Kahekümne kolme aasta keskmine kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon on 0,09 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2011 novembris 2,3 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,01 µg/l) oli aastal 2007. Aastatel 1998-2007 oli Cd aasta keskmine kontsentratsioon alla jaama keskmist, va aasta 2003. Alates aastast 2008 Cd sisaldus sademetes kasvas ning püsis jaama keskmisest suuremana 2011. aastani. Aastatel 2012-2018 oli aine sisaldus taas alla jaama keskmist, va 2015. aasta, millal aasta keskmine Cd sisaldus oli 0,11 µg/l.



Joonis 287. Kaadmiumi kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1996-2018

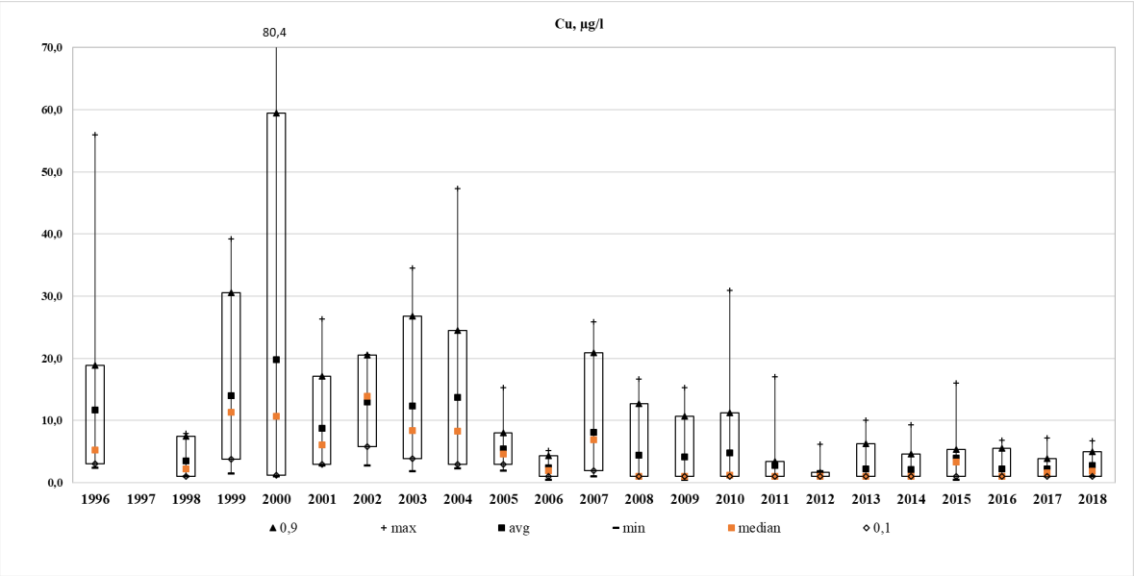
Kahekümne kolme aasta keskmine tsingi (Zn) kontsentratsioon on 14,36 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 1996 aprillis 95,96 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (1,0 µg/l) oli aastatel 2013, 2016 ja 2017. Aastatel 1996-2004 oli aasta keskmine aine

kontsentratsioon üle jaama pikaajalist keskmist. Välja arvatud aastad 2000 ja 2002, millal Zn sisaldus sademetes oli väiksem. Alates aastast 2005 Zn kontsentratsioon langes ning kuni 2017 aastani see püsis alla jaama keskmist, va aastad 2008 ja 2005. Need kaks aastad Zn aasta keskmine kontsentratsioon tõusis kuni 19 µg/l. Aastast 2012 Zn minimaalne kontsentratsioon jäi alla 2 µg/l, mis on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega.



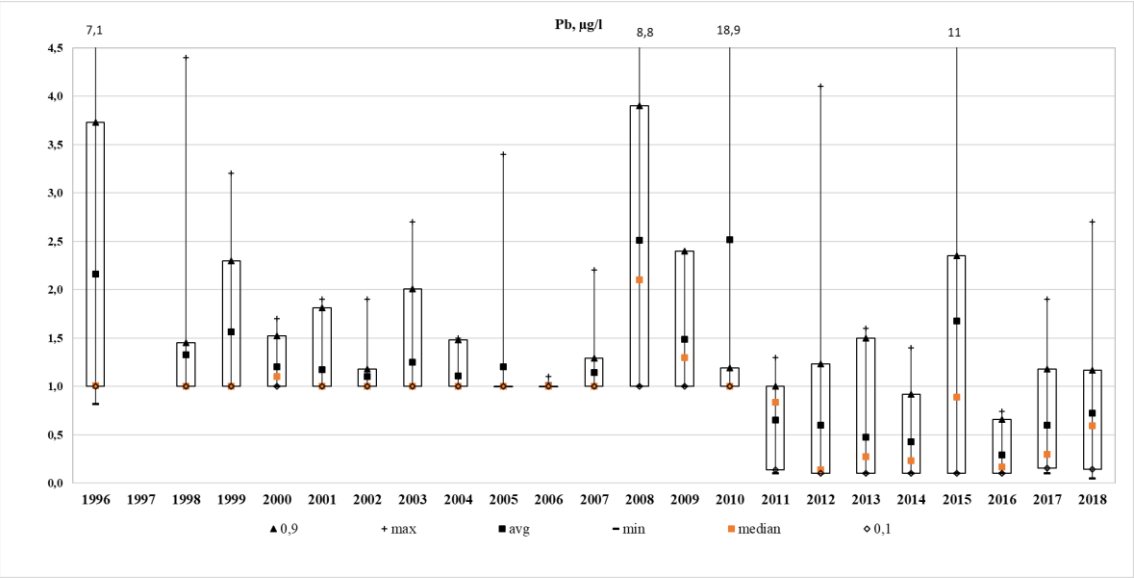
Joonis 288. Tsingi kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1996-2018.

Kahekümne kolme aasta keskmine vase (Cu) kontsentratsioon on 6,63 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2000 märtsis 80,4 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon (0,5 µg/l) oli aastatel 2006, 2009 ja 2015. Vase aasta keskmine kontsentratsioon on olnud aastatel 1996-2004 jaama pikaajalisest aasta keskmisest kõrgem, va aasta 1998. Alates 2005. aastast aine kontsentratsioon sademetes on langenud ning kuni 2018. aastani on püsinud alla pikaajalist keskmist, st alla 6,63 µg/l. Välja arvatud aasta 2007, millal Cu aasta keskmine sisaldus tõusis kuni 8,1 µg/l.



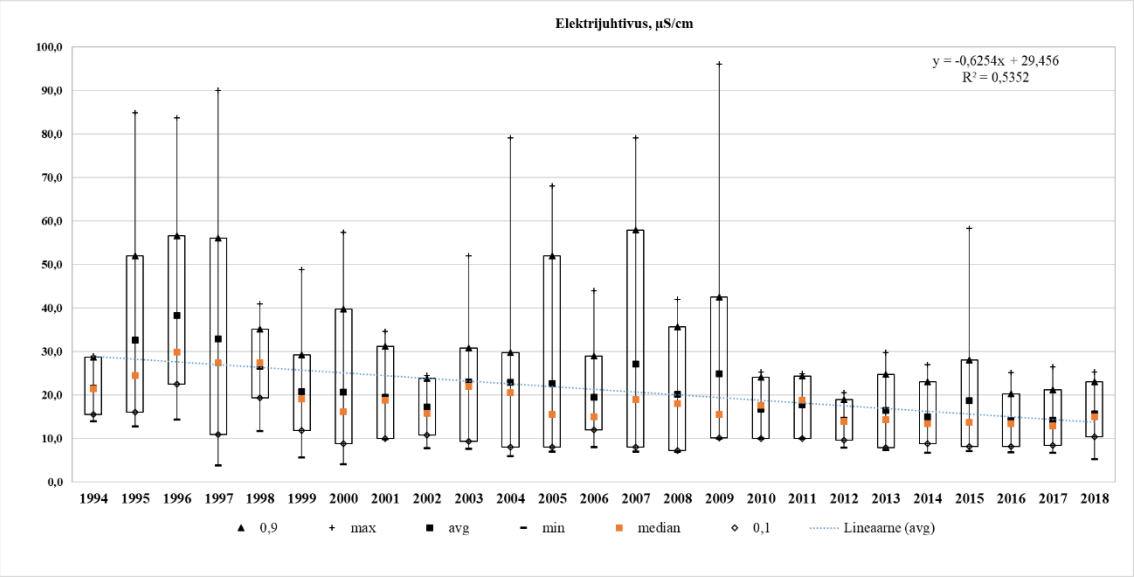
Joonis 289. Vase kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne kolme aasta keskmine plii (Pb) kontsentratsioon on 1,19 µg/l ning maksimaalne väärtus oli 2010 oktoobris 18,9 µg/l ja minimaalne kontsentratsioon 0,05 µg/l, mis on ilmselt võrdne määramistäpsusega, oli aastal 2018. Aastatel 1996-2000 aasta keskmine kontsentratsioon oli pidevalt jaama pikaajalisest keskmisest suurem. Alates 2001. aastast Pb kontsentratsioon hakkas langema ning 2007. aastani jäi vahemikku 1,01-1,25 µg/l. Aastal 2008 Pb kontsentratsioon tõusis kuid alates aastast 2011 on jõudnud taas alla jaama keskmise ning püsinud sellisena 2018. aasta lõpuni, va aasta 2015. 2015. aastal keskmine aine kontsentratsioon oli 1,68 µg/l. Aastast 2011 Pb minimaalne kontsentratsioon püsis vahemikus 0,05-0,1 µg/l. See on tõenäoliselt seotud määramismetoodika täpsustumisega.



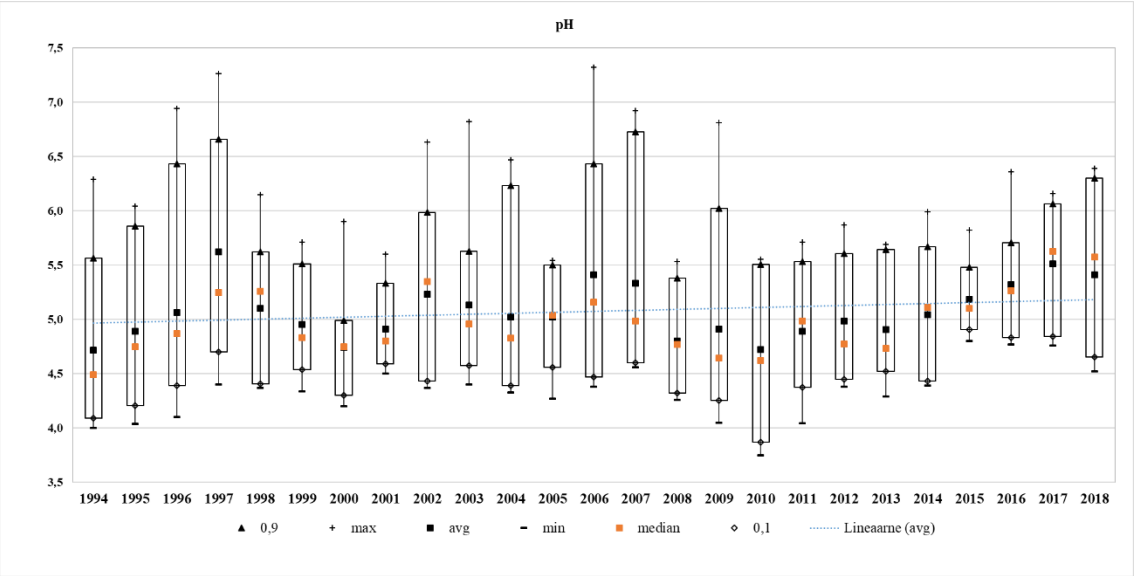
Joonis 290. Plii kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1996-2018

Kahekümne viie aasta keskmine elektrijuhtivus on 21,33 µS/cm ning maksimaalne väärtus oli 2009 aprillis 96,0 µS/cm ja minimaalne kontsentratsioon (3,8 µS/cm) oli aastal 1997 detsembris. Aastatel 1994-1998 elektrijuhtivus oli võrreldes teiste aastatega kõrgem. Aasta keskmine elektrijuhtivuse mõõdetud väärtus aastatel 1994-1998 on vahemikus 21,61-38,35 µS/cm. Alates 1999. aastast aine sisaldus hakkas vähenema ning jõudis alla jaama pikaajalise keskmise, milleks on 21,33 µS/cm. Kuni 2002. aasta lõpuni aine aasta keskmine kontsentratsioon oli alla jaama keskmist, kuid aastal 2003 see tõusis. Aastatel 2003-2009 oli aasta keskmine aine kontsentratsioon 19,35-27,17 µS/cm. Aastast 2010 elektrijuhtivus on langenud ning püsis alla jaama keskmise 2018. aasta lõpuni. Elektrijuhtivuse aasta keskmise kontsentratsiooni muutuste määramis koefitsient R^2 on 0,54, mis tähendab, et elektrijuhtivus Vilsandi seirejaama sademete analüüside alusel oli mõnevõrra langenud.



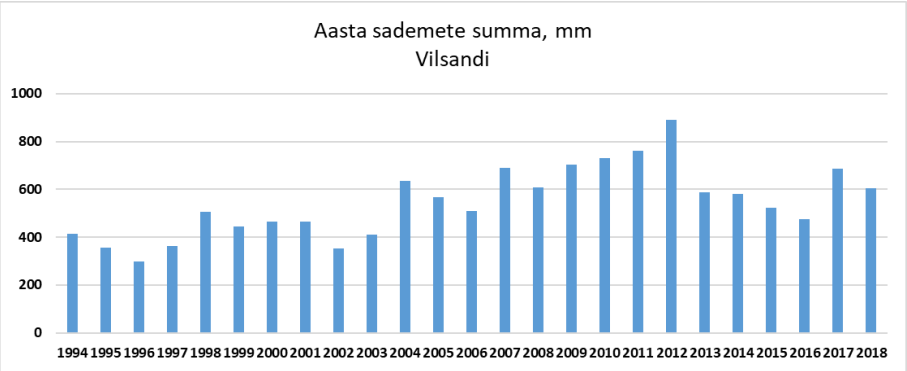
Joonis 291. Elektrijuhtivus Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Sademete vesinikueksponent on 3,75-7,32 piirides. Jaama pikaajaline aasta keskmine pH on 5,07, mis tähendab, et Vilsandi seirejaamas analüüsitud sademed ei ole normide piiris ning on normist happelisemad. Kõrgeim pH kontsentratsioon oli mõõdetud 2006. aastal augustis – 7,32, mis tähendab, et sel ajal sademed olid neutraalsed ja ületas norme. Analüüsides aasta keskmist pH selgus, et Vilsandi jaamas võetud sademete proovide alusel aastatel 1994-2018 pH oli pidevalt alla norme. pH normid on 5,6-6,1. Ainult aastal 1997 sademete pH oli 5,62, mis on normide piiris ning see tähendab, et sademed on nõrgalt happelised.

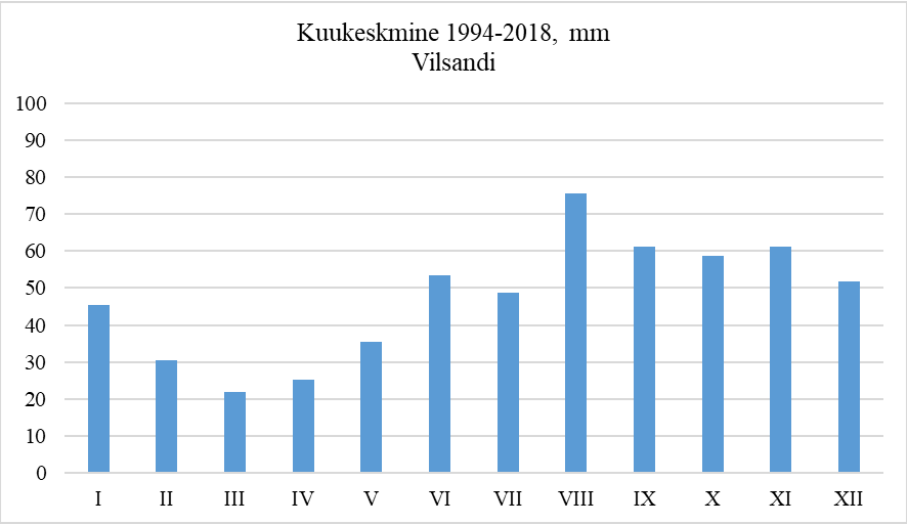


Joonis 292. pH kontsentratsioon Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

Kahekümne viie aasta jooksul kõige sademete rohke aasta oli 2012, millal aasta jooksul sadas 891,12 mm sademeid, see on ka sademete normist (672 mm) kõrgem. Nende aastate jooksul lisaks 2012. aasta sademete hulgale, sadas normist rohkem veel aastatel 2009 (704,1 mm), 2010 (730,97 mm) ja 2011 (762,63 mm). Kõige sademete vaesem aasta oli 1996. aasta, millal sadas 298,22 mm sademeid. Vaadates kuukeskmist graafikut, siis me näeme, et kõige sademete rohked kuu on olnud (kuukeskmine 75,69 mm, norm – 83 mm). Ning kõige vähem sademeid oli märtsis (kuukeskmine 21,88 mm, norm – 37 mm).



Joonis 293. Aasta sademete summa Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

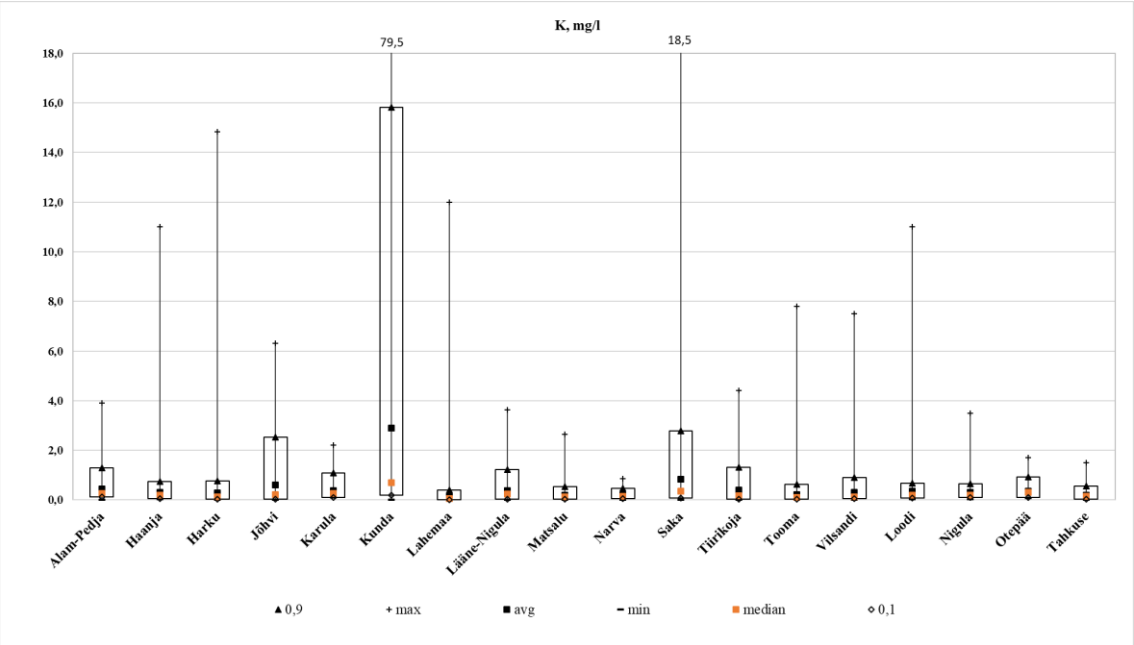


Joonis 294. Kuukeskmine sademete hulk Vilsandi seirejaamas aastatel 1994-2018

3.19 Seirejaamade võrdlus

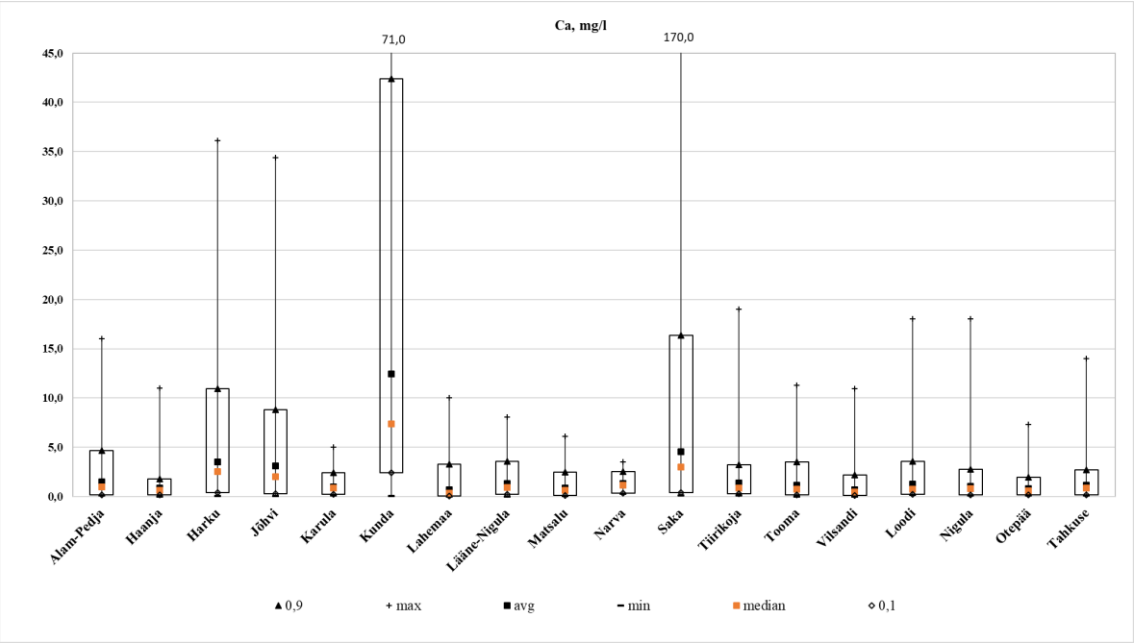
Töö käigus oli analüüsitud 18 seirejaama. Üheksas jaamas oli analüüsitud 15 parameetrit, kaheksas jaamas 16 ainet, kuna seal analüüsiti ka üldfosforit ja Vilsandi jaamas 17, kuna siin analüüsiti üldfosforit ja üldlämmastikku. Antud peatükkis pole üldlämmastik eraldi analüüsitud, kuna ei saa selle kontsentratsioone jaamade vahel võrrelda.

Pikaajaline aasta keskmine kaaliumi kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Kunda seirejaamas, see on 2,9 mg/l. Samas jaamas oli ka mõõdetud kõige suurem sisaldus, milleks oli 79,5 mg/l. Samuti kõrgemad kontsentratsioonid olid mõõdetud Jõhvi ja Saka seirejaamades. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 0,5 mg/l. Lahemaa seirejaamas on kõige väiksem K aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,14 mg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne K kontsentratsioon 0,005 mg/l Harku, Matsalu ja Tooma seirejaamades.



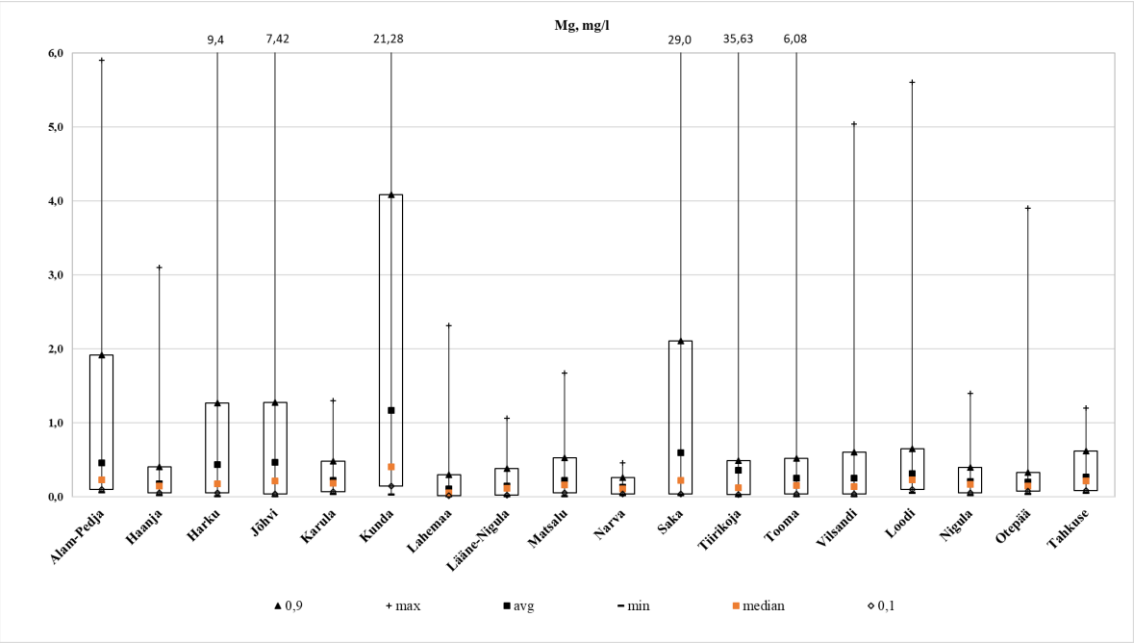
Joonis 295. Kaaliumi kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine kaltsiumi kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Kunda seirejaamas, see on 12,43 mg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 71,0 mg/l, kuid see ei ole 27. aasta jooksul maksimaalne Ca kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Kõige suurem kaltsiumi sisaldus oli mõõdetud Saka seirejaamas, milleks oli 170,0 mg/l. Sama jaama pikaajaline keskmine aine kontsentratsioon on 4,55 mg/l. Harku ja Jõhvi seirejaamades on pikaajaline aasta Ca kontsentratsioon 3,52 mg/l ja 3,1 mg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 1,5 mg/l. Lahemaa seirejaamas on kõige väiksem Ca aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,67 mg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne K kontsentratsioon 0,005 mg/l Vilsandi seirejaamas.



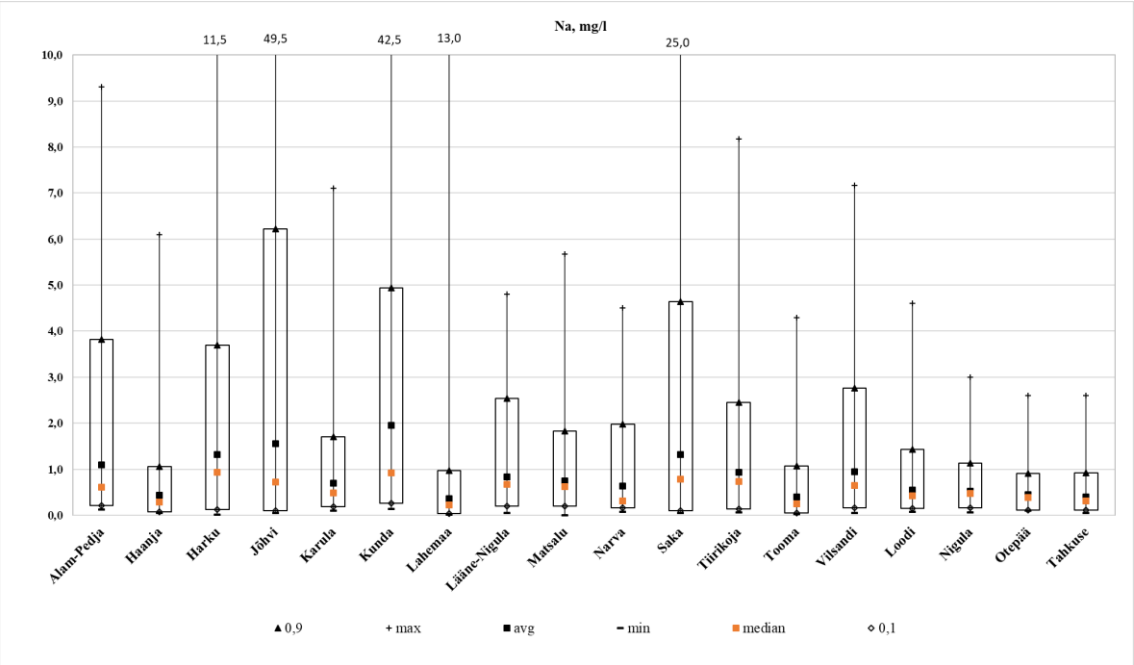
Joonis 296. Kaltsiumi kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine magneesiumi kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Kunda seirejaamas, see on 1,17 mg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 21,28 mg/l, kuid see ei ole 27. aasta jooksul maksimaalne Mg kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Kõige suurem kaltsiumi sisaldus oli mõõdetud Tiirikoja seirejaamas, milleks oli 35,63 mg/l. Sama jaama pikaajaline keskmine on 0,36 mg/l. Saka seirejaamas on pikaajaline aasta Mg kontsentratsioon 0,59 mg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 0,47 mg/l. Lahemaa seirejaamas on kõige väiksem Mg aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,11 mg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne Mg kontsentratsioon 0,005 mg/l Harku, Lahemaa, Tiirikoja ja Tooma seirejaamades.



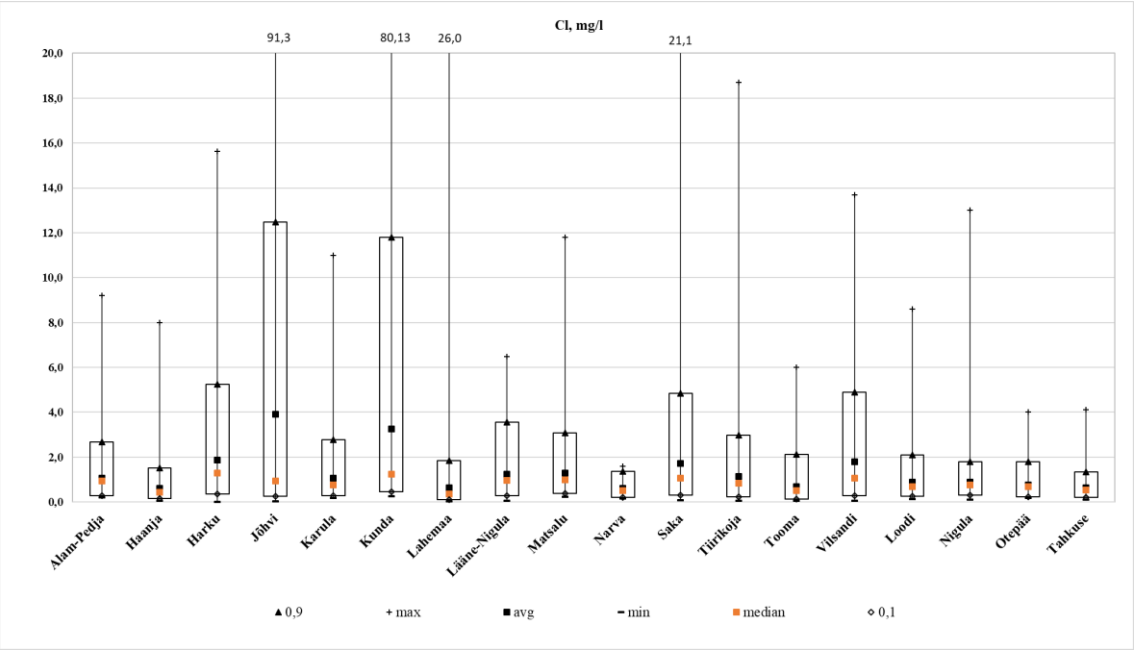
Joonis 297. Magneesiumi kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine naatriumi kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Kunda seirejaamas, see on 1,96 mg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 42,5 mg/l, kuid see ei ole 27. aasta jooksul maksimaalne Na kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Kõige suurem naatriumi sisaldus oli mõõdetud Jõhvi seirejaamas, milleks oli 49,5 mg/l. Sama jaama pikaajaline keskmine on 1,55 mg/l. Alam-Pedja, Harku ja Saka seirejaamades on pikaajaline aasta Na kontsentratsioon vahemikus 1,09-1,32 mg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 1,0 mg/l. Lahemaa seirejaamas on kõige väiksem Na aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,36 mg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne Na kontsentratsioon 0,005 mg/l Matsalu seirejaamas.



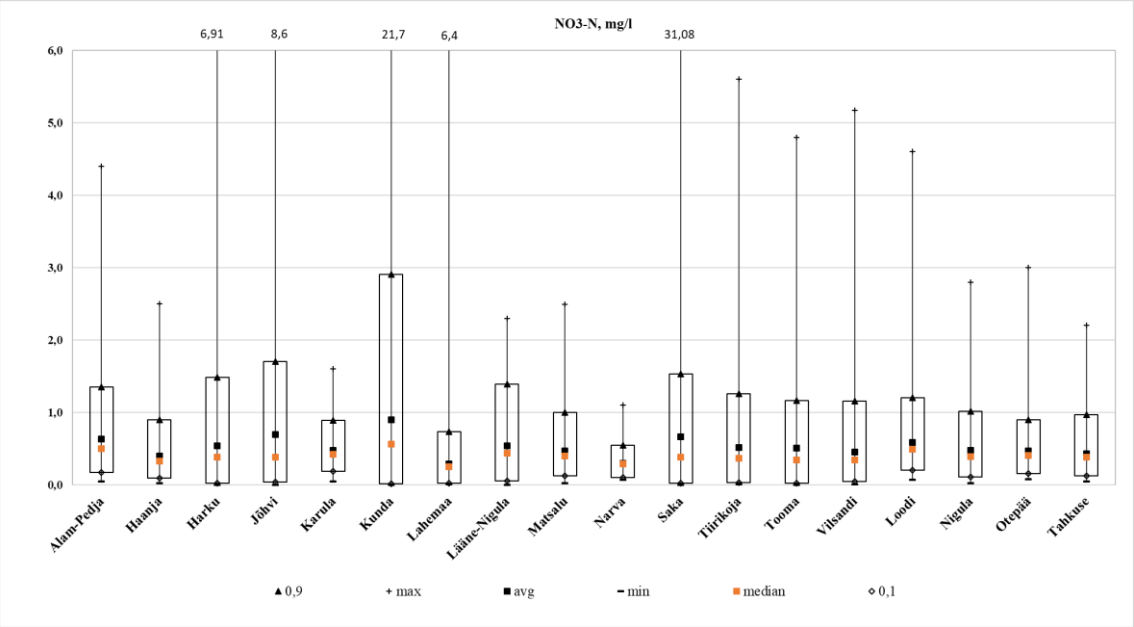
Joonis 298. Naatriumi kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine kloriidi kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Jõhvi seirejaamas, see on 3,9 mg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 91,3 mg/l, see on ka maksimaalne Cl kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Kunda seirejaamas on pikaajaline aasta keskmine Cl kontsentratsioon 3,25 mg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 1,9 mg/l. Narva seirejaamas on kõige väiksem Cl aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,62 mg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne Cl kontsentratsioon 0,01 mg/l Harku seirejaamas.



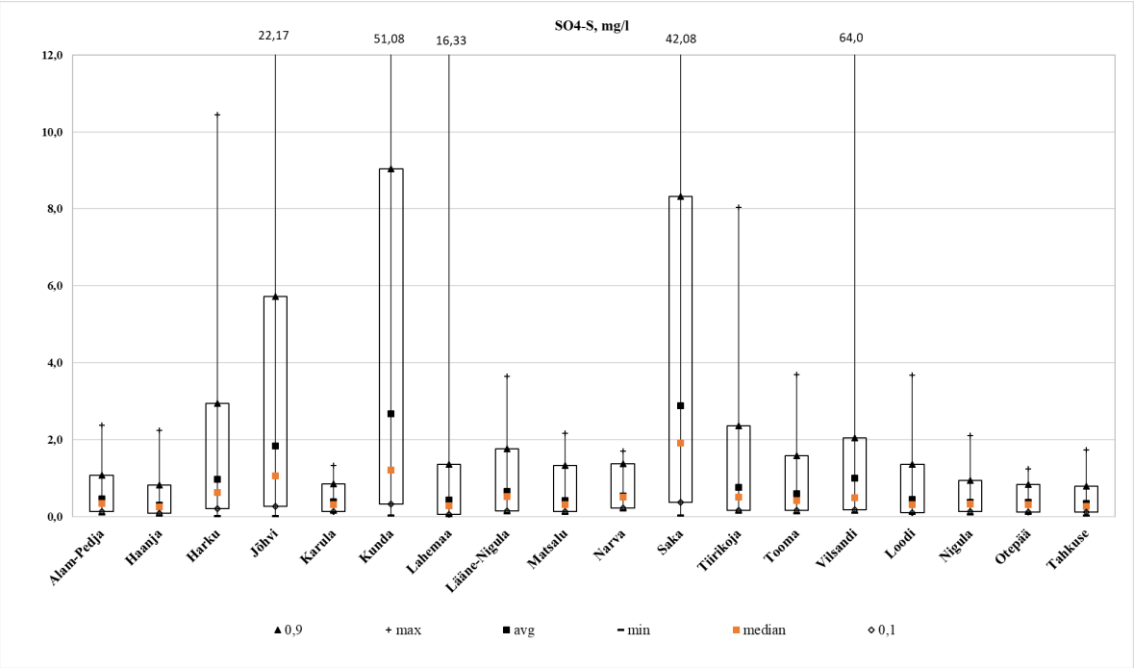
Joonis 299. Kloriidi kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine nitraatlämmastiku kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Kunda seirejaamas, see on 0,9 mg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 21,7 mg/l, kuid see ei ole 27. aasta jooksul maksimaalne NO_3-N kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Kõige suurem nitraatlämmastiku sisaldus oli mõõdetud Saka seirejaamas, milleks oli 31,08 mg/l. Sama jaama pikaajaline keskmine aine sisaldus on 0,66 mg/l. Samuti suurem aine kontsentratsioon on Alam-Pedja ja Jõhvi seirejaamades, mille pikaajaline aasta Na kontsentratsioon vahemikus 0,63-0,69 mg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 0,60 mg/l. Lahemaa seirejaamas on kõige väiksem NO_3-N aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,29 mg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne NO_3-N kontsentratsioon 0,001 mg/l Harku, Jõhvi, Kunda, Lääne-Nigula, Saka ja Tooma seirejaamades.



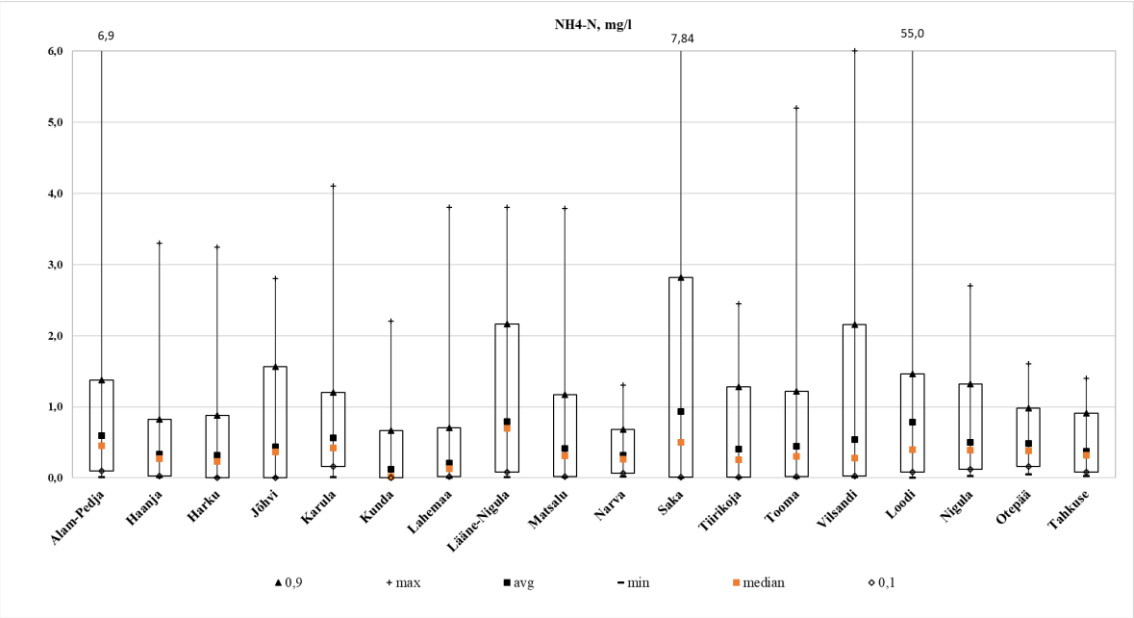
Joonis 300. Nitraatlämmastiku kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine sulfaatväävli kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Saka seirejaamas, see on 2,89 mg/l. Selle jaamas maksimaalne aine sisaldus oli 42,08 mg/l. Kõige suurem sulfaatväävli sisaldus oli mõõdetud Vilsandi seirejaamas, milleks oli 64,0 mg/l. Sama jaama pikaajaline keskmine aine sisaldus on 1,01 mg/l. Samuti suurem aine kontsentratsioon on Jõhvi ja Kunda seirejaamades, mille pikaajaline aasta SO_4-S kontsentratsioon on 1,83 mg/l ja 2,68 mg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 1,0 mg/l. Haanja seirejaamas on kõige väiksem SO_4-S aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,31 mg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne SO_4-S kontsentratsioon 0,01 mg/l Harku ja Lahemaa seirejaamades.



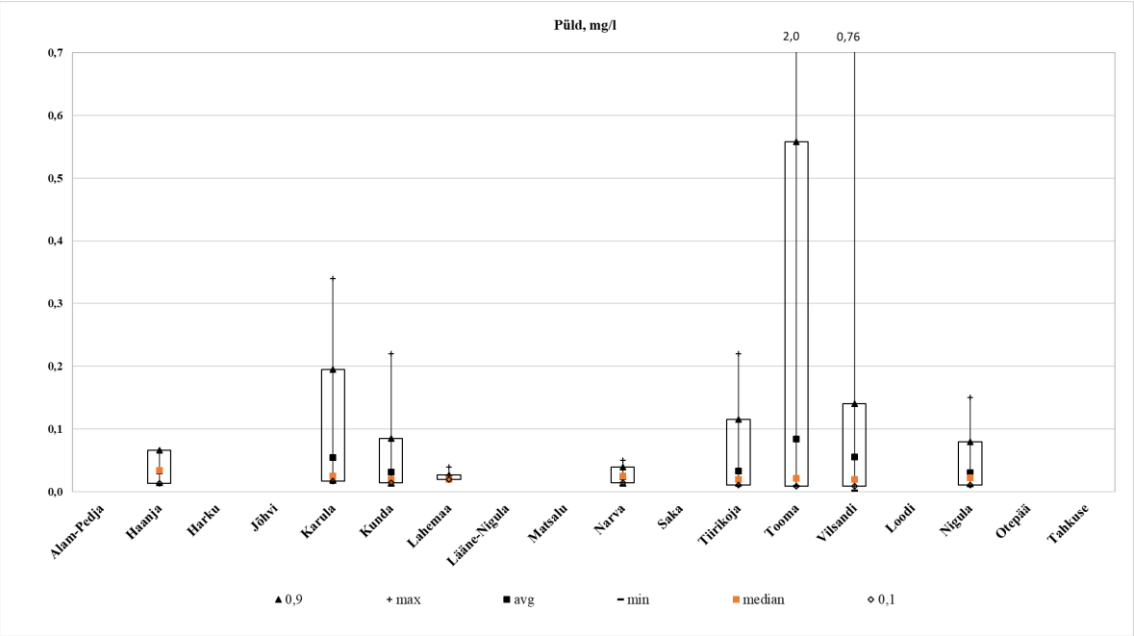
Joonis 301. Sulfaatväävli kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine ammooniumlämmastiku kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Saka seirejaamas, see on 0,93 mg/l. Selle jaamas maksimaalne aine sisaldus oli 7,84 mg/l. Kõige suurem ammooniumlämmastiku sisaldus oli mõõdetud Loodi seirejaamas, milleks oli 55,0 mg/l. Sama jaama pikaajaline keskmine aine sisaldus on 0,78 mg/l. Samuti suurem aine kontsentratsioon on Lääne-Nigula seirejaamas, mille pikaajaline aasta NH_4-N kontsentratsioon on 0,79 mg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 0,6 mg/l. Kunda seirejaamas on kõige väiksem NH_4-N aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,12 mg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne NH_4-N kontsentratsioon 0,003 mg/l Loodi seirejaamas.



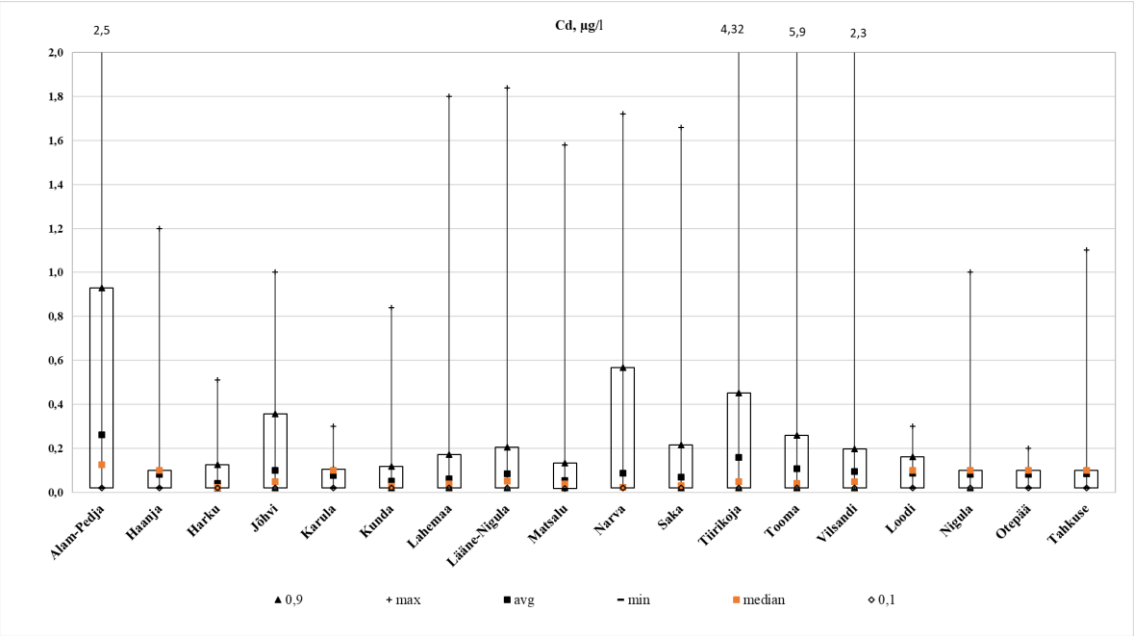
Joonis 302. Ammooniumlämmastiku kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Üldfosforit on mõõdetud üheksas Eesti seirejaamas. Enamikus seirejaamadest seda hakati uurima alates 2015. aastast ning Vilsandi seirejaamas alates 1996. aastast. Jaama pikaajaline aasta keskmine Püld kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Tooma seirejaamas, see on 0,08 mg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 2,0 mg/l, ning see on maksimaalne üldfosfori kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Samuti suurem aine kontsentratsioon on Karula ja Vilsandi seirejaamades, mille pikaajaline aasta Püld kontsentratsioon on 0,05-0,06 mg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 0,03 mg/l. Lahemaa seirejaamas on kõige väiksem Püld aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,02 mg/l. Nende aastate jooksul oli Eestis mõõdetud minimaalne üldfosfori kontsentratsioon 0,002 mg/l Vilsandi seirejaamas.



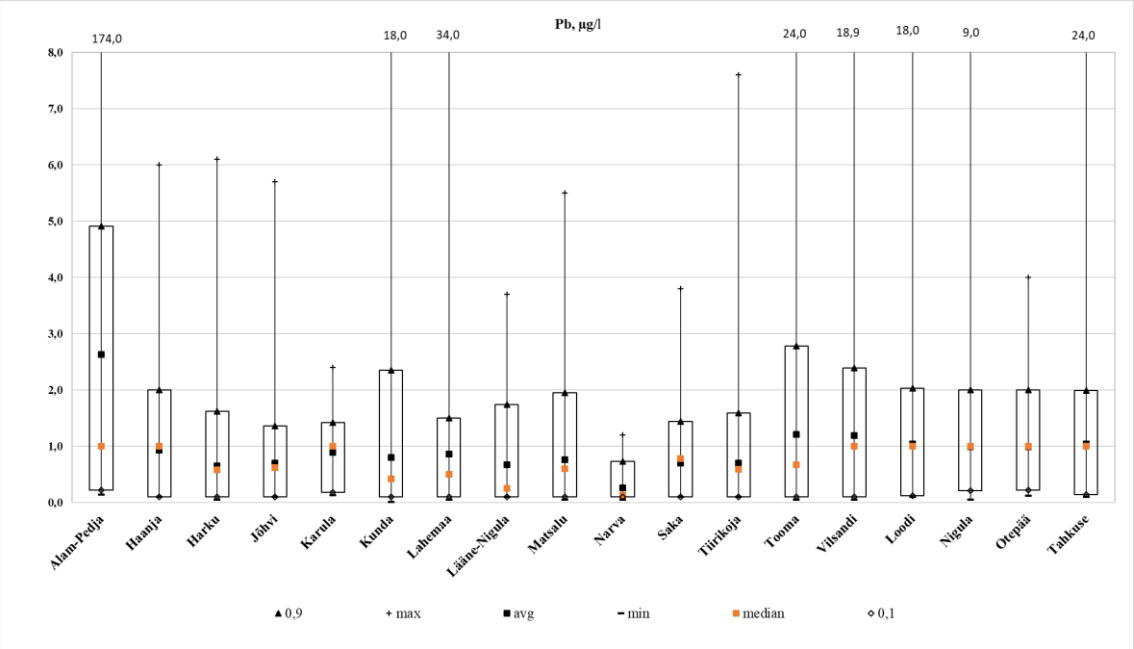
Joonis 303. Üldfosfori kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine kaadmiumi kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Alam-Pedja seirejaamas, see on 0,26 µg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 2,5 µg/l, aga see ei ole 27. aasta jooksul maksimaalne Cd kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Kõige suurem kaadmiumi sisaldus oli mõõdetud Tooma seirejaamas, milleks oli 5,9 µg/l. Sama jaama pikaajaline keskmine aine sisaldus on 0,11 µg/l. Samuti suurem aine kontsentratsioon on Tiirikoja seirejaamas, mille pikaajaline aasta Cd kontsentratsioon on 0,16 µg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 0,09 µg/l. Harku seirejaamas on kõige väiksem Cd aastate keskmine kontsentratsioon, see on 0,04 µg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne Cd kontsentratsioon 0,01 µg/l 11. seirejaamas.



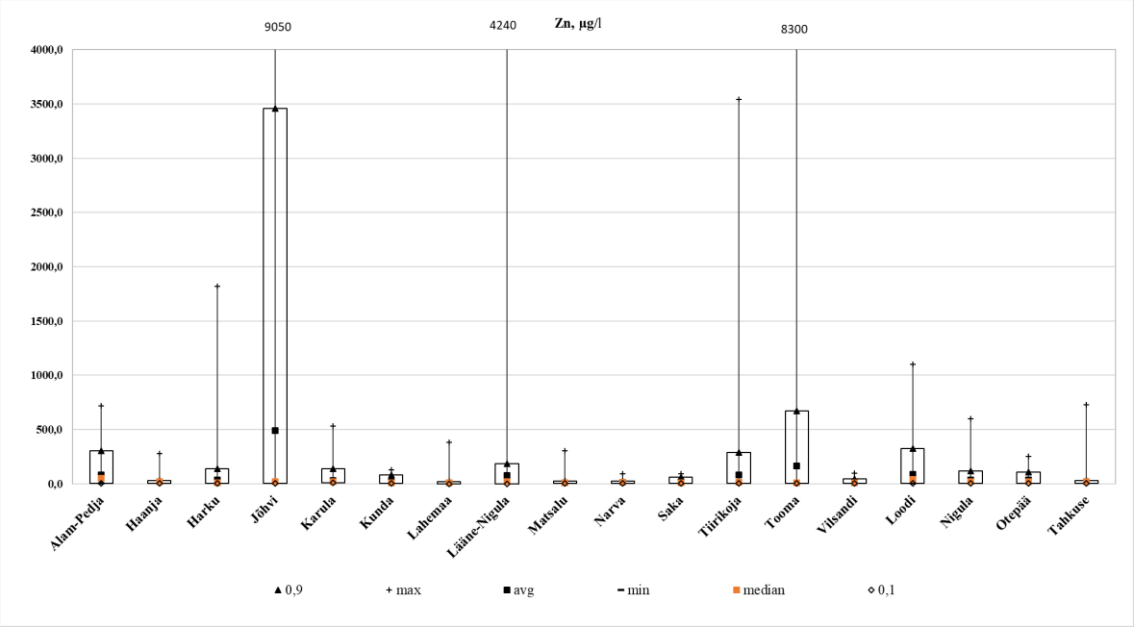
Joonis 304. Kaadmiumi kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine plii kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Alam-Pedja seirejaamas, see on 2,63 µg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 174,0 µg/l, ning see on ka 27. aasta jooksul maksimaalne Pb sisaldus mõõdetud Eestis. Samuti suurem aine kontsentratsioon on Tooma, Vilsandi ja Loodi seirejaamades, nende pikaajaline aasta Pb kontsentratsioon on vahemikus 1,05-1,22 µg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 1 µg/l. Narva seirejaamas oli kõige väiksem Pb aastate keskmine kontsentratsioon 0,27 µg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne Pb sisaldus 0,01 µg/l Kunda seirejaamas.



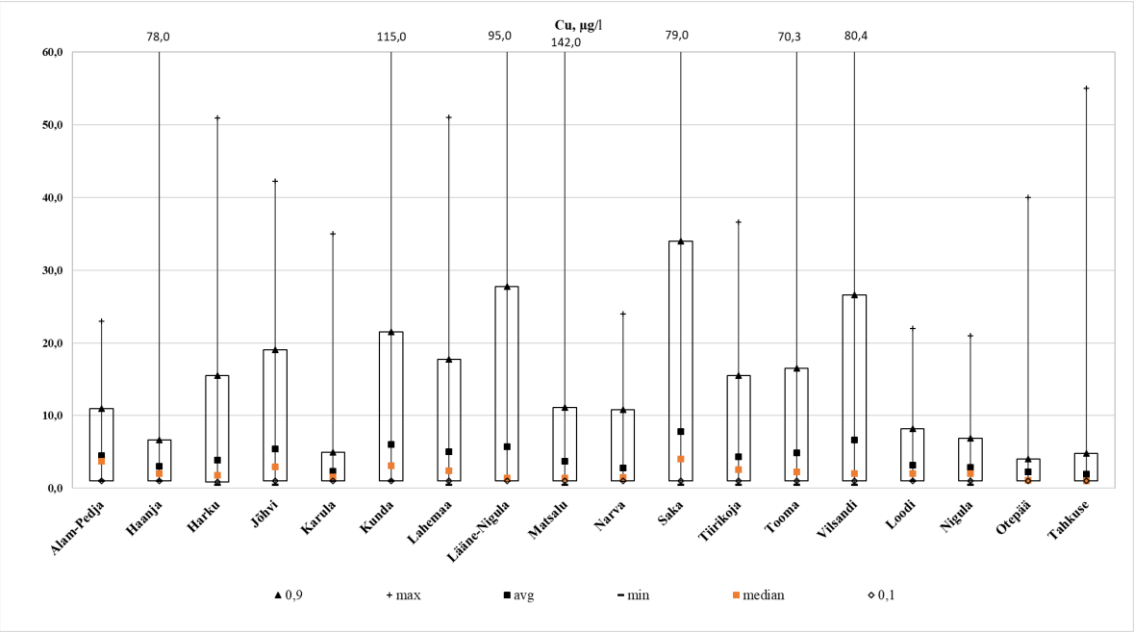
Joonis 305. Plii kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine tsingi kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Jõhvi seirejaamas, see on 487,88 µg/l. Selle jaama maksimaalne aine sisaldus oli 9050 µg/l, ning see on ka 27. aasta jooksul maksimaalne Zn kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Samuti suurem aine kontsentratsioon on Tooma seirejaamas, selle pikaajaline aasta Zn kontsentratsioon on 164,16 µg/l ning maksimaalne aine sisaldus oli 4249 µg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 90 µg/l. Lahemaa seirejaamas on kõige väiksem Zn aastate keskmine kontsentratsioon, see on 9,76 µg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne Zn kontsentratsioon 0,01 µg/l Harku, Kunda, Matsalu, Saka, Tiirikoja ja Tooma seirejaamades.



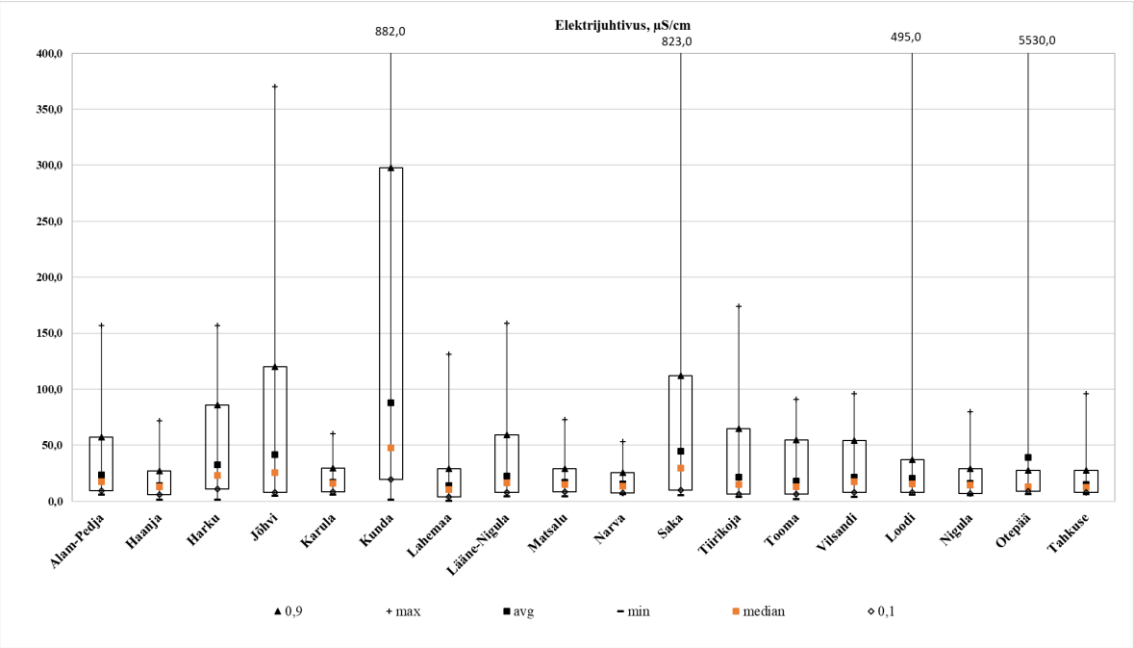
Joonis 306. Tsingi kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine vase kontsentratsioon sademetes on kõige suurem Saka seirejaamas, see on 7,77 µg/l. Selle jaamas maksimaalne aine sisaldus oli mõõdetud 79 µg/l, aga see ei ole 27. aasta jooksul maksimaalne Cu kontsentratsioon mõõdetud Eestis. Kõige suurem vase sisaldus oli mõõdetud Matsalu seirejaamas, see oli 142,0 µg/l. Sama aasta pikaajaline keskmine aine kontsentratsioon on 3,72 µg/l. Samuti suurem aine kontsentratsioon on Kunda ja Vilsandi seirejaamades, nende pikaajaline aasta Cu kontsentratsioon on 6,05 µg/l ja 6,63 µg/l. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised aine kontsentratsioonid jäid alla 6,0 µg/l. Tahkuse seirejaamas on kõige väiksem Cu aastate keskmine kontsentratsioon, see on 1,94 µg/l. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne Cu kontsentratsioon 0,5 µg/l 10. seirejaamas.



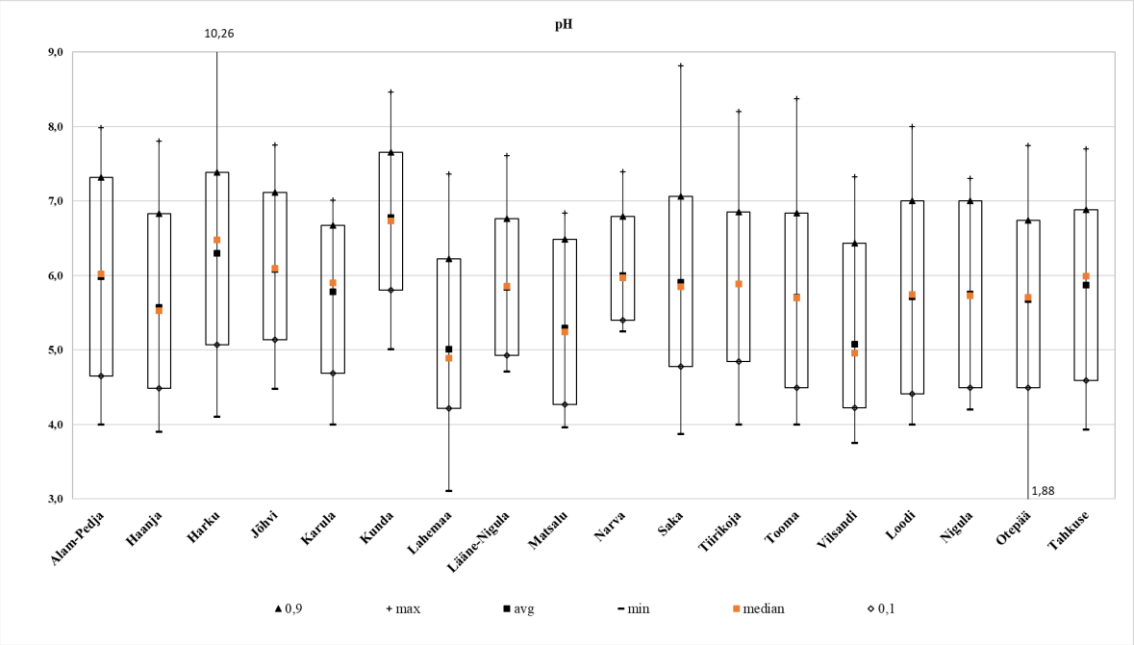
Joonis 307. Vase kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine elektrijuhtivus sademetes on kõige suurem Kunda seirejaamas, see on 87,94 µS/cm. Selle jaamas maksimaalne elektrijuhtivus oli mõõdetud 882,0 µS/cm. Kõige suurem elektrijuhtivus oli mõõdetud Otepää seirejaamas, see oli 5530,0 µS/cm. Sama aasta pikaajaline keskmine elektrijuhtivus on 39,09 µS/cm. Samuti suurem elektrijuhtivus on Jõhvi ja Saka seirejaamades, nende pikaajaline aasta keskmine on 41,77 µS/cm ja 44,55 µS/cm. Teistes jaamades pikaajalised aasta keskmised näitajad jäid alla 33,0 µS/cm. Lahemaa seirejaamas on kõige väiksem aastate keskmine elektrijuhtivus, see on 14,04 µS/cm. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne elektrijuhtivus 0,62 µS/cm sammuti Lahemaa seirejaamas.



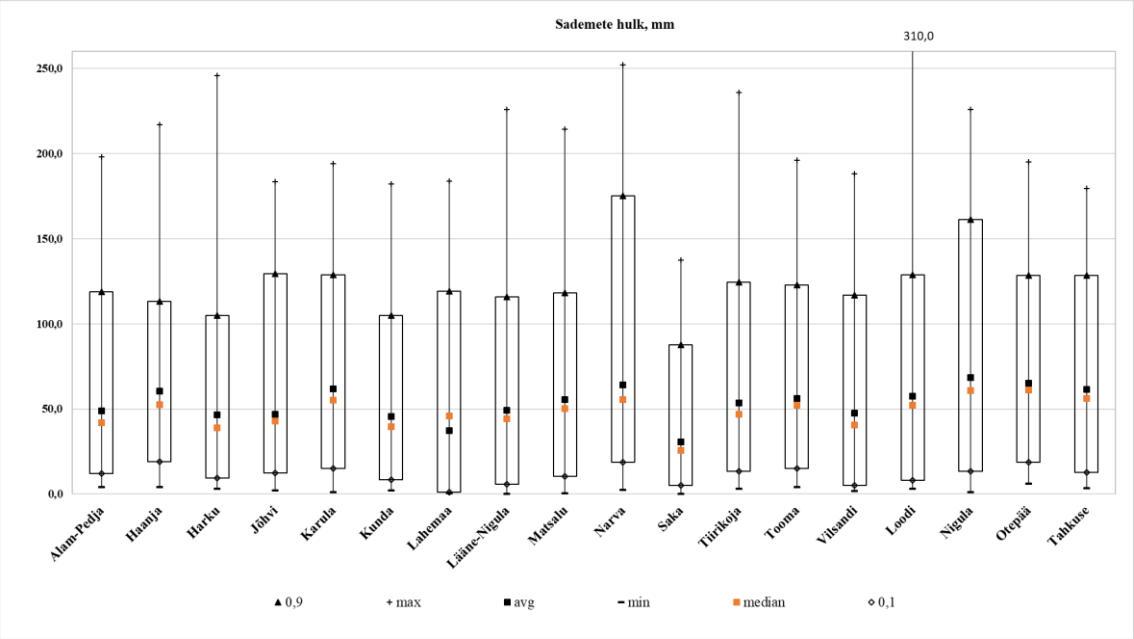
Joonis 308. Sademete elektrijuhtivus Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine pH kontsentratsioon sademetes näitab, et kolmeteistkümnes seirejaamas oli pH keskmiste normide piiris (5,6-6,1). Normist happelisemad sademed olid Lahemaa, Matsalu ja Vilsandi seirejaamadest võetud proovid. Harku ja Kunda sademete proovid olid normist neutraalsemad. 27. aasta jooksul Eestis maksimaalne aine kontsentratsioon oli mõõdetud Harkus, see oli 10,26, mis tähendab, et oli hetk, kui sademed olid leelised. Kahekümne seitsme aasta jooksul oli mõõdetud minimaalne pH Otepääl – 1,88, mis tähendab kõrget happelist keskkonda.



Joonis 309. pH kontsentratsioon sademetes Eesti seirejaamades

Pikaajaline aasta keskmine kuu sademete hulk on kõige suurem Nigula seirejaamas, see on 68,35 mm. Selle jaamas maksimaalne kuu sademete hulk oli 226 mm. Maksimaalselt kuu jooksul sademeid sadas Loodi seirejaamas augustis 2008. aastal. Kuu jooksul sadas kuni 310 mm, mis on peaaegu pool Eesti aasta keskmisest normis (672 mm). Kahekümne seitsme aasta jooksul kõige vähem sademeid oli aastal 2005 Lääne-Nigula seirejaamas, kus veebruaris sadas vaid 0,22 mm sademeid.



Joonis 310. Sademete hulk Eesti seirejaamades

4. KOKKUVÕTE

Sademete keemiline koostis on oluline õhukvaliteedi näitaja, mis mõjutab inimesi, taimi ja loomi, veekogusid ja loodusmaastike ning elukeskkonda. Seetõttu annavad sademete keemilise koostise ja suundumused teavet õhukvaliteedi ja veekogude seisundi ja dünaamika kohta. Sademete koostist mõjutavad looduslikud protsessid ja inimtegevus. Selleks, et parandada õhu ja veekogude kvaliteeti tuleb uurida saasteallikaid ja keemiliste ainete kontsentratsioone. Sademete seireandmete suundumuste uurimine annab infot looduse seisundite muutuste välja selgitamiseks.

Antud töö eesmärgiks oli koondada andmed 18. seirejaamast Eestis, need töödelda ja nende põhjal uurida eri keemiliste näitajate sisaldust pikaajalisel vaatlusperioodil. Antud tulemuste põhjal võrrelda jaamasid omavahel.

Töökäigus tehtud arvutuste alusel on koostatud 310 graafikut, millelt näeme keemiliste ainete sisaldust pikaajalisel vaatlusperioodil, millest 17 graafikut näitavad ainete kontsentratsioonide võrdlust eri seirejaamade vahel.

Kõigi aluseliste katioonide pikaajalised aasta keskmised kontsentratsioonid on kõige suuremad Kunda seirejaamas. Samuti Kunda seirejaamas oli maksimaalne aasta keskmine NO_3-N kontsentratsioon ja elektrijuhtivus. Enamiku happeliste ainete aasta keskmised kontsentratsioonid on olnud suurimad Ida-Virumaal asuvates seirejaamades. SO_4-S ja NH_4-N kõrgeimad keskmised kontsentratsioonid on olnud Saka seirejaamas ning Cl keskmine sisaldus oli maksimaalne Jõhvi seirejaamas. Jõhvi seirejaamas oli ka mõõdetud kõrgeim tsingi pikaajaline aasta keskmine kontsentratsioon. Alam-Pedja seirejaamas oli mõõdetud kõrgeimad aasta keskmised kaadmiumi ja plii kontsentratsioonid.

Kahekümne seitsme aasta jooksul oli Jõhvi seirejaamas mõõdetud maksimaalsed naatriumi, kloriidi ja tsingi kontsentratsioonid. Saka seirejaamas mõõdeti maksimaalsed Ca ja NO_3-N kontsentratsioonid. Üldfosfori ja kaadmiumi maksimaalsed kontsentratsioonid olid mõõdetud Tooma seirejaamas.

Kõigi aluseliste katioonide pikaajalised aasta keskmised kontsentratsioonid olid kõige madalamad Lahemaa seirejaamas. Samuti Lahemaa seirejaamas olid mõõdetud minimaalsed nitraatlämmastiku, üldfosfori ja tsingi kontsentratsioonid ning elektrijuhtivus. Narva seirejaamas olid mõõdetud kloriidi ja plii minimaalsed keskmised kontsentratsioonid.

pH aasta keskmine kontsentratsioon on kolmeteistkümnes seirejaamas normide piiris. Normist happelisemad sademed olid Lahemaa, Matsalu ja Vilsandi seirejaamades. Harku ja Kunda sademete proovid olid normist neutraalsemad.

Kokkuvõttes kõige suuremad keemiliste ainete kontsentratsioonid sademetes on Kunda, Saka ja Jõhvi seirejaamades. Nende keemiliste ainete suurimaks päritolu allikaks on tööstused. Saka ja Jõhvi seirejaamad asuvad Ida-Virumaal, Kohtla-Järve naabruses, kus toimub põlevkivikaevandus ning asuvad tööstused. Põlevkivi lendtuhk soodustab saasteainete levikut atmosfääri. Kundas asub tsemendi tehas, mis põhjustab aluseliste katioonide kõrgemat kontsentratsiooni sademetes.

Kõige väiksemad keemiliste ainete kontsentratsioonid sademetes on Lahemaa seirejaama analüüsides. Lahemaa seirejaam asub maakonnas kus on rohkesti rabasid, metsa, rahvusparke.

Tulemused on võrreldavad Eesti Keskkonnaagentuuri aruannetes esitatuga, kus samuti jõuti järeldusele, et Kirde-Eestis, eriti Ida-Virumaal suuremaa osa keemiliste ainete kontsentratsioonid on suuremad. Lõuna-Eestis keemiliste ainete kontsentratsioonid sademetes on väiksemad.

SUMMARY

The chemical composition of bulk precipitation is an indicator of air quality that affects people, plants and animals, water bodies, natural landscapes and environment. Therefore, trends in the chemical composition of bulk precipitation provide information on air quality as well as the condition and dynamics of water bodies. The composition of bulk precipitation is influenced by natural processes and human activities. In order to improve air and water quality, sources of pollution and concentrations of chemical substances need to be studied. Examining the trends in precipitation monitoring data provides information for studying changes in the state of nature.

The aim of this work was to collect data from 18 monitoring station in Estonia, to process them and to study the content of various chemical indicators in the long-term observation period. Based on these results, the stations were compared with each other.

In the course of the work, 310 graphs, which illustrates the content of chemical substances in a long-term observation period have been compiled, of which seventeen of them show a comparison of substance concentrations between different monitoring stations.

The long-term annual average concentrations of all basic cations are the highest at the Kunda monitoring station. The same station also had the maximum annual average NO_3-N concentration and electrical conductivity. The annual average concentrations of most acidic substances were the highest at monitoring stations in Ida-Virumaa. The highest average concentrations of SO_4-S and NH_4-N were at Saka monitoring station and the average maximum concentration of Cl was gauged at Jõhvi monitoring station. The highest long-term annual average concentration of zinc was also recorded at the Jõhvi monitoring station. The highest annual average concentrations of cadmium and lead were detected at the Alam-Pedja monitoring station.

Over the past twenty seven years, the maximum concentrations of natrium, chloride and zinc have been measured at the Jõhvi monitoring station. Maximum Ca and NO_3-N concentrations were recorded at the Saka monitoring station. The maximum concentrations of total phosphorus and cadmium were detected at Tooma monitoring station.

Long-term annual average concentrations of all basic cations were the lowest at the Lahemaa monitoring station. Minimum concentrations of nitrate nitrogen, total phosphorus, zinc and electrical conductivity were also measured at the Lahemaa

monitoring station. The minimum average concentrations of chloride and lead were detected at the Narva monitoring station.

The annual average concentration of pH in thirteen monitoring stations is lower than the limits of average norms. The precipitation was more acidic than usual at the monitoring stations in Lahemaa, Matsalu and Vilsandi. The samples of Harku and Kunda precipitation were more neutral than normal.

In conclusion, the highest concentrations of chemical substances in precipitation are at Kunda, Saka and Jõhvi monitoring stations. The largest source of these chemicals is industry. Saka and Jõhvi monitoring stations are located in Ida-Virumaa, near Kohtla-Järve, where the oil shale mine and factory are located. Oil shale fly ash promotes the spread of pollutants into the atmosphere. There is a cement plant in Kunda which causes a higher concentration of basic cations in the precipitation

The lowest concentrations of chemical substances in the precipitation were observed in the analyses of Lahemaa monitoring station. Lahemaa monitoring station is located in the district where there are many, bogs, forests and national parks.

The results are comparable to the reports of the Environmental Agency, where it was also concluded that the concentrations of most chemical substances are highest in North-Eastern Estonia, especially in Ida-Viru County. The concentrations of chemical substances in precipitation are lower in Southern Estonia.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

[1] Eesti keskkonnaseire 2011-2015, Keskkonnaagentuur, 2017

https://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/keskkonnaseire_2017_18.05_l6plik.pdf

[2] H. Orru, Tartu Ülikool, Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele Tallinna linnas, 2007 https://www.envir.ee/sites/default/files/hia_tallinn_ohk_arth.pdf

[3] Eesti keskkonnaindikaatorid – arendustöö ja tulemused, Keskkonnaagentuur, 2014

https://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/keskkonnaagentuur._eesti_keskkonnaindikaatorid_-_arendustoo_ja_tulemused._aruanne_2014.pdf

[4] J.-M. Punning and A. Karindi, Composition of estonian atmosphere, 1996

https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/019/29019914.pdf

[5] R. Siilaberg, Trends in chemical composition of bulk precipitation 1994 – 2014 in the catchment area of lake peipsi and the narva river, 2016

[6] B. Maharjan, Stormwater quality and quality of large urban catchment in Tallinn, 2016

[7] G. Lövblad, L. Tarrason ja K. Tørseth EMEP Assessment Report, 2004

https://emep.int/publ/reports/2004/assessment_2004.html

[8] David S.Leea, Jozef M.Pacynab, An industrial emissions inventory of calcium for Europe, 1999

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/s1352231098002866

[9] United States Environmental Protection Agency, What is Acid Rain? [Online]

https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain (20.04.21)

[10] United States Environmental Protection Agency, Sulfur Dioxide Basics [Online]

https://www.epa.gov/so2-pollution/sulfur-dioxide-basics (20.04.21)

[11] United States Environmental Protection Agency, The Sources and Solutions: Fossil Fuels [Online]

https://www.epa.gov/nutrientpollution/sources-and-solutions-fossil-fuels (20.04.21)

[12] Eesti keskkonnaseire 2013, Keskkonnaagentuur, 2015

https://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/eesti_keskkonnaseire_2013.pdf

[13] Eesti põhjavee kasutamine ja kaitse, Põhjaveekomisjon, 2004

http://www.maves.ee/Projektid/2004/PV_raamat.pdf

[14] N. Kabral, Sademeteseire aastaaruanne 2018, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2019

[15] N. Kabral, Sademeteseire aastaaruanne 2019, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2020

[16] K. Saare, N. Kabral, M. Maasikmets, E. Teinemaa, Välisõhu seire linnades. Õhusaaste kauglevi seire ja uuringud 2013. aastal, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2014

[17] Riikliku keskkonnaseire programmi välisõhu allprogrammi seiretöö vahearuanne, Sademete seire 2020. a II etapp, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2020

[18] N. Kabral, Sademetekeemia uuringud Põhja- ja Lääne-Eestis, Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, 2008

[19] Keskkonnaseire infosüsteem KESE [Online]

https://kese.envir.ee/kese/welcome.action (01.02.21-01.05.21)

[20] KESE kasutusjuhend keskkonnaseire programmide ja seirearuannete pärimise kohta, Keskkonnaagentuur, 2020

https://www.keskkonnaagentuur.ee/sites/default/files/kese_juhend_programmid_ja_aruanded_20112020.pdf

[21] Kliima kaardid, Riigi ilmateenistus [Online]

https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kliimakaardid/sademed/ (15.04.21-12.05.21)