Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi hüdrogeoloogilised uuringud (I etapp)

(LIFE IP CleanEST, tegevuse C.9 vahearuanne)

Rakvere 2021

KINNITATUD
Eesti Geoloogiateenistuse
Teadusnõukogu otsusega

Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi hüdrogeoloogilised uuringud (I etapp)

VAHEARUANNE

Töögrupi juht: Merle Truu

Töögrupi liikmed: Valle Raidla

Soovitatav viitamine: Raidla, V., Truu, M., 2021. Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi hüdrogeoloogilised uuringud (I etapp). Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere.

Tegemist on vahearuandega LIFE IP CleanEST projekti aruandest „Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi hüdrogeoloogilised uuringud“.

Aruanne on valminud LIFE IP CleanEST projekti raames, mida rahastavad Euroopa Komisjoni LIFE programm ja SA Keskkonnainvesteeringute Keskus. LIFE programmi rahastusleping nr LIFE17 IPE/EE/000007. Aruanne kajastab autori seisukohti ja Euroopa Komisjon ei vastuta sisu kasutamise eest.

Sisukord

Tabelite nimekiri 5
Jooniste nimekiri 5
Annotatsioon 10
1. Sissejuhatus 11
1.1. Uuringu eesmärk 11
1.2. Fenoolid 12
1.2.1. Olemus ja omadused 12
1.2.2. Päritolu 13
1.2.2.1. Looduslikud fenoolid 13
1.2.2.2. Inimtekkelised fenoolid 14
1.2.3. Fenoolide akumulatsioon ja püsivus looduslikes kooslustes 15
1.3. Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH) 17
1.4. Sulfaatiooni hüdrogeokeemia 19
2. Uuringu ala ja objektide ülevaade 21
2.1. Ordoviitsiumi Ida-Viru ja Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumid 21
2.1.1. Hüdrogeoloogiline kirjeldus 21
2.1.2. Põhjavee keemiline koostis 24
2.2. Probleemsete seirekaevude kirjeldused 35
2.2.1. Seirekaevu katastri nr 3662 kirjeldus 35
2.2.2. Seirekaevude katastri nr 4016 ja 4017 kirjeldus 36
2.2.3. Seirekaevu katastri nr 19498 kirjeldus 39
2.2.4. Seirekaevu katastri nr 19606 kirjeldus 40
2.2.5. Seirekaevu katastri nr 26251 kirjeldus 42
3. Metoodika 44
3.1. Uuringute läbiviimise metoodika 44
3.2. Keemilise analüüsi kvaliteedi hindamine 49
3.3. Vee isotoopkoostis ja selle rakendatavus Eestis 51
3.4. Uuringuala keemiline tüpiseerimine ja reostusmarkerid 53
3.5. Geofüüsikalised uuringud 55
4. Tulemused 57
5. Analüüs 68
5.1. Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 keemiline rajoneerimine 68
5.2. PAH-id põhjaveekogumis nr 7 70
5.3. Fenoolid põhjaveekogumis nr 7 75
5.4. Põhjaveekogumi nr 7 mõju põhjaveekogumitele nr 5a ja 6 80
5.5. Põhjavee kasutamisest põhjaveekogumi nr 7 alal 102
5.6. Probleemsete seirekaevude analüüs 105
5.6.1. Seirekaev nr 3662 105

5.6.2. Seirekaev nr 19498 ... 111
5.6.3. Seirekaev nr 26251 ... 112
5.6.4. Seirekaevud nr 4016 ja 4017 ... 113
5.6.5. Seirekaev nr 19606 ... 118
6. Soovitused ... 122
Kokkuvõte ... 124
Summary ... 127
Kasutatud kirjandus ... 131
Lisad ... 148
Lisa 1. Käesolevas uuringus kasutatud keemiliste ja isotoopanalüüside tulemused ... 148
Lisa 1 järg. Käesolevas uuringus kasutatud 1- ja 2-aluseliste fenoolide analüüsitulemused ... 166
Lisa 1 järg. Käesolevas uuringus kasutatud PAH-ide analüüsitulemused ... 188
Lisa 2. Käesoleva uuringu raames 2019. a kogutud veeproovide pestitsiidide analüüsitulemused 205
Elektrooiliste lisade nimekiri ... 210

Tabelite nimekiri

Tabel 1. Uuringus käsitletud fenoolide füüsikalised omaduse 13

Tabel 2. Erinevad fenooli allikad ja nende sisaldus 15

Tabel 3. Uuringus käsitletud PAH-ide füüsikalised omadused 19

Tabel 4. Seire- ja tarbepuurkaevud, millest käesoleva uuringu raames võeti veeproovid 46

Tabel 5. Laengutasakaalu näidis arvutus 50

Tabel 6. Veetüüpide määramise tunnused 53

Tabel 7. Käesoleva uuringu raames 2019. ja 2020. aastal kogutud veeproovide isotoop- ja keemiliste analüüside tulemused 58

Tabel 7 järg. Käesoleva uuringu raames 2019. ja 2020. aastal kogutud veeproovide 1- ja 2-aluseliste fenoolide, naftasaaduste, benseeni, triklorometaani ning tri- ja tetrakloroeteeni analüüside tulemused 61

Tabel 7 järg. Käesoleva uuringu raames 2019. ja 2020. aastal kogutud veeproovide PAH-ide analüüside tulemused 63

Jooniste nimekiri

Joonis 1. Näiteid fenoolide molekulide struktuurist 12

Joonis 2. Näiteid PAH-ide molekulide struktuurist 18

Joonis 3. Kvaternaari Vasavere põhjaveekogumi, Ordoviitsiumi põhjaveekogumite nr 6 ja 7 piirid 21

Joonis 4. Kirde-Eesti hüdrogeoloogilise läbilõike skeem. 22

Joonis 5. Sulfaadi sisaldused põhjaveekogumites nr 6 ja 7 aastatel 2000–2020 25

Joonis 6. Sulfaadi sisalduste (mg/l) ajalised muutused põhjaveekogumite nr 6 ja 7 Nabala-Rakvere veekihi riiklikes seirekaevudes 26

Joonis 7. Sulfaadi sisalduste (mg/l) ajalised muutused põhjaveekogumite nr 6 ja 7 Keila-Kukruse veekihi riiklikes seirekaevudes 27

Joonis 8. Sulfaadi sisalduste (mg/l) ajalised muutused põhjaveekogumite nr 6 ja 7 Lasnamäe-Kunda veekihi riiklikes seirekaevudes 28

Joonis 9. Põhjaveekogumi nr 7 puurkaevude jaotus Piper'i diagrammil 29

Joonis 10. Fenoolide ja PAH summad Kohtla-Järve jäätmehoidla ja ümbruse puurkaevudes aastatel 2010–2015 32

Joonis 11. Fenoolide ja PAH summad Kohtla-Järve jäätmehoidla ja ümbruse puurkaevudes aastatel 2015–2020 32

Joonis 12. Fenoolide ja PAH summad Kiviõli poolkoksi ladestuse ja ümbruse puurkaevudes aastatel 2010–2015 33

Joonis 13. Fenoolide ja PAH summad Kiviõli poolkoksi ladestuse ja ümbruse puurkaevudes aastatel 2015–2020 33

Joonis 14. Fenoolide ja PAH summad Kukruse aherainеladestu ümbruses ja seirekaevudes aastatel 2019–2020 34

Joonis 15. Seirekaevu nr 3662 asukoht (koordinaadid: X = 6583014 ja Y = 696796) 35

Joonis 16. Seirekaevu nr 3662 konstruktsiooni ja läbilõike skeem 36

Joonis 17. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 asukoht (koordinaadid vastavalt: X = 6563496 ja Y = 692168; X = 6563485 ja Y = 692172) 37

Joonis 18. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 paiknemine Sõrumäe külas, allmaakaevanduse strekkide suhtes 38

Joonis 19. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 konstruktsiooni ja läbilõike skeem 38

Joonis 20. Seirekaevu nr 19498 asukoht (koordinaadid: X = 6585931 ja Y = 689345) 39

Joonis 21. Seirekaevu nr 19498 oletatava läbilõike skeem 40

Joonis 22. Seirekaevu nr 19606 asukoht (koordinaadid: X = 6583401 ja Y = 665379) 41

Joonis 23. Seirekaevu nr 19606 konstruktsiooni ja läbilõike skeem 41

Joonis 24. Seirekaevu nr 26251 asukoht (koordinaadid: X = 6586114 ja Y = 693274) 42

Joonis 25. Seirekaevu nr 26251 konstruktsiooni ja läbilõike skeem 43

Joonis 26. Puurkaevude asukohad, kust käesoleva uuringu raames koguti aastatel 2019 ja 2020 veeproove 45

Joonis 27. Uuringus kasutatud põhjaveekogumite nr 6 ja 7 puurkaevude asukohad 49

Joonis 28. Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 keemilise seire tulemuste laengutasakaalud aastatel 1990–2020 50

Joonis 29. Skeem, mis kirjeldab vee hapniku isotoopkoostise muutumist veeringe käigus erinevatel aastaaegadel 52

Joonis 30. PAH-ide ja fenoolide jaotus tähtdiagrammil ja protsentuaalne jaoutus põhjaveekogumite nr 6 ja 7 territooriumile jäävate erinevate reostusallikate juures olevates pinna-, nõrg- ja põhjavetes. 54

Joonis 31. PAH-ide protsentuaalne jaotus põhjaveekogumite nr 6 ja 7 erinevates veetüüpides. 54

Joonis 32. Tsementatsiooni logi interpretatsiooni näited 56

Joonis 33. Projekti LIFE IP CleanEST käigus kogutud põhja- ja pinnavee proovide isotoopkoostis 67

Joonis 34. Lasnamäe-Kunda veekihi põhjavee isotoopkoostis 2019.–2020. aastal kogutud andmete põhjal 67

Joonis 35. Põhjavee tüübid Keila-Kukruse (A) ja Lasnamäe-Kunda (B) veekihtides põhinedes käesoleva uuringu tulemustele 69

Joonis 36. PAH-ide leiud (summa PAH) pinnavees ja põhjaveekogumite nr 6 ja 7 põhjavees aastatel 2016–2021 ja varem 71

Joonis 37. Käesoleva uuringu käigus aastatel 2019–2020 põhjaveekogumites nr 6 ja 7 kogutud PAH-ide analüüsitulemused 72

Joonis 38. PAH-ide summa ja põhjavee isotoopkoostised põhjaveekogumites nr 6 ja 7 koos vee-tüüpidega 73

Joonis 39. PAH-ide summa ja keemilise koostise vahelised seosed põhjaveekogumites nr 6 ja 7 koos veetüüpidega 73

Joonis 40. PAH-ide jaoutus puurkaevus nr 19560 ja selle lähipiirkonnas 74

Joonis 41. Käesoleva uuringu käigus aastatel 2019–2020 põhjaveekogumites nr 6 ja 7 kogutud fenooliproovide tulemused 76

Joonis 42. Puurkaevu nr 3969 PAH-ide jaotuse võrdlus kaevanduse ülevooludest ja Na-tüüpi põhjavetest leitud PAH-idega 77

Joonis 43. Fenoolide (1- ja 2-aluseliste fenoolide summa) leiud pinnavees ning põhjaveekogumite nr 6 ja 7 põhjavees 2016.–2021. aastal ja varem 78

Joonis 44. Fenoolide esindatus ja esinemise muutlikus Ida-Virumaa vooluvetes ja põhjaveekogumite nr 6 ja 7 põhjavetes 79

Joonis 45. Põhjaveekogumite vaheliste seoste selgitamiseks väljavalitud polügoonid 81

Joonis 46. Keila-Kukruse veekihi modelleeritud ja mõõdetud veetasemed põhjaveekogumites nr 6 ja 7 koos peamiste põhjavee voolusuundadega 81

Joonis 47. Lasnamäe-Kunda veekihi modelleeritud ja mõõdetud veetasemed põhjaveekogumites nr 6 ja 7 koos peamiste põhjavee voolusuundadega 82

Joonis 48. Ordoviitsium-Kambriumi põhjaveekogumi modelleeritud ja mõõdetud veetasemed koos peamiste põhjavee voolusuundadega..... 82

Joonis 49. Muraka polügoon..... 83

Joonis 50. Muraka polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega..... 84

Joonis 51. Sõrumäe-Iisaku polügoon 85

Joonis 52. Sõrumäe-Iisaku polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega..... 87

Joonis 53. Keila-Kukruse veekihi modelleeritud ja mõõdetud veetasemed Estonia kaevanduse ümbruses 88

Joonis 54. Jõhvi polügoon 90

Joonis 55. Jõhvi polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega..... 91

Joonis 56. Sonda-Kiviõli polügoon 93

Joonis 57. Sonda-Kiviõli polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega..... 94

Joonis 58. Kurtna polügoon 96

Joonis 59. Kurtna polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega..... 97

Joonis 60. Eesti Elektrijaama polügoon 98

Joonis 61. Eesti Elektrijaama polügoonile jäävate puurkaevude ja neist kuni 12 km kaugusele jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega 99

Joonis 62. Võrnu-Sompa polügoon..... 100

Joonis 63. Võrnu-Sompa polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega..... 101

Joonis 64. Naftasaaduste leiud põhjaveekogumites nr 6 ja 7 aastatel 2010–2020..... 104

Joonis 65. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevudes nr 3662 ja 3667 106

Joonis 66. Seirekaevude nr 3662, 19498 ja 26251 uuringus kasutatud puurkaevude asukohad 107

Joonis 67. Seirekaevude nr 3662, 19498 ja 26251 lähiümbruse Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veekihte avavate puurkaevude vee Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, HCO_3^{-}, Cl^{-} ja SO_4^{2-} sisaldused 109

Joonis 68. Sulfaadi sisaldused põhjaveekogumi nr 7 seirekaevude nr 3662, 19498 ja 26251 lähikonnas 110

Joonis 69. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevus nr 19498 111

Joonis 70. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevus nr 26251 113

Joonis 71. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevudes nr 4016 ja 4017 114

Joonis 72. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 uuringus kasutatud puurkaevude asukohad 116

Joonis 73. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 lähiümbruse Keila-Kukruse ja Nabala-Rakvere veekihte avavate puurkaevude vee Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, HCO_3^{-}, Cl^{-} ja SO_4^{2-} sisaldused koos ümbruskonna PAH-ide tähtdiagrammidega 117

Joonis 74. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevudes nr 19606 ja 19607 ... 119

Joonis 75. Seirekaevu nr 19606 uuringus kasutatud puurkaevude asukohad 120

Joonis 76. Seirekaevu nr 19606 lähiümbruse (raadius 4,5 km) Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veekihte avavate puurkaevude vee Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, HCO_3^{-}, Cl^{-} ja SO_4^{2-} sisaldused koos ümbruskonna PAH-ide tähtdiagrammidega 121

Annotatsioon

Aruandesse koondati teave Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi (kogum nr 7) põhjavee keemilisest kvaliteedist, protsessidest ja muutustest vastavalt aastatel 2019–2020 läbiviidud uuringutele. Uuringud baseeruvad 2015–2021 veemajanduskava põhjavee meetmeprogrammil ja on vajalikud selle täitmiseks. Lisaks meetmeprogrammis toodud konkreetsetele teemadele käsitleti aruandes kogumi põhjavee kvaliteeti laiemalt koos kogumiüleste mõjudega ja hinnati põhjavee edasisi kasutusvõimalusi. Uuringute tulemused on abiks põhjaveekogumi nr 7 seisundi täpsustamisel (hinnangud ohtlike ainete levikule, päritolule ja muutustele) ning järgmise veemajanduskava koostamisel.

Töö käigus võeti veeproovid põhjavee keemilise- ja isotoopkoostise määramiseks, et uurida põhjavee kvaliteeti ja veevahetust kaevandatud aladel ja põhjaveekogumi nr 7 ulatuses. Vaatluse all olid valdavalt põhjaveekogumi nr 7 Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veekihid, kuid veeproove koguti teistestki veekihtidest ja põhjaveekogumitest. Töö käigus viidi läbi ka rida detailsemaid uuringuid seirekaevudes 3662, 4016, 4017, 19606, 19498 ja 26251 ning nende lähipiirkonnas. Nimetatud kaevudes on täheldatud vee keemilise koostise olulisi muutusi (ennekõike sulfaadi sisaldustes) ning uuringute eesmärgiks oli tuvastada, kas tegemist on ainult seirekaevule iseloomulike või laiemate muutustega ning mis võib olla muutuste põhjuseks. Uuringute käigus selgitati, millised geokeemilised protsessid võivad mõjutada põhjavee keemilise koostise kujunemist ning kontrolliti, kas ei toimu erinevate põhjaveekihtide põhjavee segunemist. Uuringu tulemuste põhjal on võimalik välja pakkuda võimalikud põhjaveekaitse meetmed vältimaks piirkonna põhjavee kvaliteedi edasist halvenemist.

Tegemist on põhjaveekogumit nr 7 puudutava vahearuandega, mis baseerub LIFE IP CleanEST projekti esimeses faasis (aastad 2019–2020) läbi viidud uuringutel. Käesolevat aruannet täiendatakse juba käsitletud teemade osas ja uute lisanduvate valdkondadega pärast projekti järgmise faasi (2021–2022) välitöid.

Välitöödel osalesid ja töö koostasid Valle Raidla ja Merle Truu. Välitöödel abistasid Maile Polikarpus ja Madis Osjamets; geofüüsikalistel mõõtmistel ja andmete analüüsil oli kaasatud Siim Tarros.

1. Sissejuhatus

1.1. Uuringu eesmärk

Põlevkivitööstuse mõju all olevad pinna- ja põhjaveekogumid on valdavalt kesises või halvas seisundis kuna kaevandamine mõjutab otseselt nii pinna- ja põhjavee kogust kui ka kvaliteeti. Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi (põhjaveekogum nr 7) halb keemiline seisund tuleneb eelkõige ohtlike ainete (fenoolid, PAH-id ehk polüaromaatsed süsivesinikud ja naftasaadused) levikust pinna- ja põhjavees (Perens jt., 2010; Maves AS, 2010, 2014; Türk, 2014; EKUK, 2018), mida seostatakse nii jääkreostuse kui ka põlevkivitööstuste heitmetega. Põlevkiviheitmed pärinevad peamiselt kolmest allikast: väljatavad kaevandusveed, elektrijaamade tuhaladestud ja põlevkivi keemiatööstuse jäätmeladestud. Viimases põhjaveekogumite seisundi hinnangus (Marandi jt, 2020) lisandus piirväärtusi ületavate näitajate hulka ka PHT_{Mn} (permanganaatne hapnikutarve). Kaevandustegevus on oluliselt mõjutanud kohalikku põhja- ja pinnavee vahelist bilanssi ja maapinna lõhelisust, mis on soodustanud õhuhapniku juurdepääsu varem anaeroobsetes tingimustes olnud kivimitele ja seeläbi ka püriidi oksüdatsiooni. Selle tulemusena levib kaevandatud aladel looduslikust tasemest kõrgem SO_4^{2-} sisaldus (Erg, 2005), mis aga ei kujuta endast otsest riski inimeste tervisele (Terasmaa jt., 2015).

Käesolev vahearuanne on koostatud vastavalt Keskkonnaministeeriumi ja Eesti Geoloogiateenistuse (EGT) vahel 17. juulil 2019 sõlmitud koostöökokkuleppe lepingule nr 4-6/50/3. Nimetatud partnerlusleping on sõlmitud seoses projektiga LIFE IP CleanEST (LIFE Grant Agreement no LIFE17 IPE/EE/000007; 14. detsember 2018). EGT poolt läbi viidavad uuringud aitavad täita LIFE IP CleanEST projekti tegevuse C.9 eesmärke, mis on vajalikud veemajanduskava (VMK) 2015–2021 perioodi põhjavee meetmeprogrammi täitmise tagamiseks ja sisendiks järgnevate perioodide VMK koostamisel. Uuring aitab kaasa Vabariigi Valitsuse 07. jaanuaril 2016. aastal kinnitatud Ida-Eesti vesikonna veemajanduskava vee kaitse ja kasutamise abinõude planeerimisele Ida-Eesti vesikonnas ja seatud eesmärkide elluviimisele.

Vastavalt 2015.–2021. a perioodi meetmeprogrammile käsitleti käesolevas vahearuandes täielikult või osaliselt meetmeprogrammis toodud järgnevaid uuringuid:

a) Hüdrogeoloogiline uuring sulfaatide olulise ja püsiva kasvusuundumuse põhjuste väljaselgitamiseks ja kasvusuundumusele tagasikäigu andmise võimaluste uurimiseks seirekaevudes 3662 (Jõhvi vald, Sõru küla), 4016 ja 4017 (Iisaku vald, Sõrumäe küla), 19606 (Sonda vald, Sonda alevik) ja 19498 (Kukruse kaevandusväljal).
b) Hüdrogeoloogiline uuring uue seirekaevu 26251 (Jõhvi vald, Edise) piirkonnas kõrge sulfaatide sisalduse (377,3 mg/l) väljaselgitamiseks.

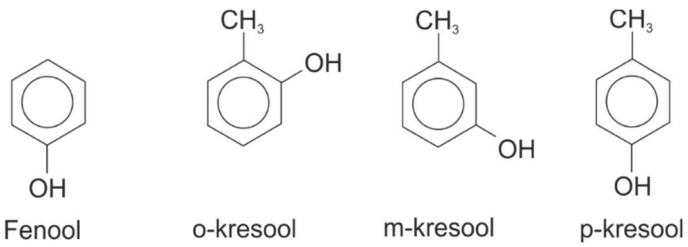
c) Uuring fenoolide koormuse allikate ja päritolu selgitamiseks. Täpsustuvad põhjaveekogumite seisundi ohtlike ainete sisalduse järgsed hinnangud.
d) Veehaarete uuringud kaevandatud aladel.
e) Hüdrogeoloogiline uuring halvas seisundis oleva Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi poolt avaldatava mõju hindamiseks Ordoviitsiumi Ida-Viru põhjaveekogumile ja Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekogumile Ida-Eesti vesikkonnas.

Uuringu I etapis keskenduti eelkõige sulfaadi, fenoolide ja PAH-ide sisaldusele, levikule ja päritolule. Samuti vaadeldakse põhjaveekogumi nr 7 mõju teda ümbritsevatele põhjaveekogumitele ning seda, kuidas ja kas on võimalik kasutada kogumi põhjavett joogiveeallikana. Viimased teemad (d ja e) leiavad lõplikku kajastamist kogumipõhises koondaruandes, mis valmib pärast projekti II faasi (2021–2022) uuringute läbi viimist.

1.2. Fenoolid

1.2.1. Olemus ja omadused

Fenoolide mõistet kasutatakse keemiliste ühendite kohta, milles on aromaatse tsükliga seotud hüdroksüülrühm (-OH). Nende lihtsaim esindaja on fenool ehk lihtfenool (joonis 1). Peale -OH rühma võivad fenoolide vesinikud olla asendatud kloriidi, nitraadi või CH_3 iooniga. Hüdroksüülrühmade arvu põhjal eristatakse ühe-, kahe- või mitmealuselisi fenoole. Fenoolide vees lahustuvus ja migreerumisvõime hüdrosfääris on väga hea, kuigi ühealuselised fenoolid lahustuvad halvemini kui mitmealuselised fenoolid (tabel 1). Tänu heale lahustuvusele on fenoolid veest või niiskelt pinnaselt praktiliselt lendumatud ning nende aurustumist atmosfääri peetakse tühiseks (Lyman jt., 1990). Vesilahustes loovutavad fenoolid prootoneid ja toimivad seega kui nõrgad happed kuigi nõrgemad kui H_2CO_3 (süsihape) või H_2S (sulfiidhape ehk väävelvesinik). Mõned fenoolsed ühendid on võimelised liitma ka metallkatioone, mis suurendab nende ionisatsiooni ja seeläbi ka vees lahustuvust (EPA, 1979). Fenoolid oksüdeeruvad kergesti juba õhuhapniku toimel. Valdavalt ei toimu oksüdeerumise käigus hapniku lisandumist, vaid vesiniku eemaldamine oksüdeerunud substraadist (dehüdrogeenimine). Tugevate oksüdeerijate toimel (näiteks H_2O_2 – vesinikperoksiid) laguneb ka fenoolide aromaatne tuum.



Joonis 1. Näiteid fenoolide molekulide struktuurist

Tabel 1. Uuringus käsitletud fenoolide füüsikalised omaduse (Laht jt., 2012)

Fenool	Tihedus (20 °C)	Lahustuvus (25 °C)
	g/cm^3	mg/l
m-kresool	1,034	22700
p-kresool	1,018	21500
o-Kresooli	1,046	26000
2,3-dimetüül-fenool	1,02-1,13	4000-8000
2,6-dimetüül-fenool	1,010	605
3,4-dimetüül-fenool	0,983	476
3,5-dimetüül-fenool	0,970	500
Fenool (lihtfenool)	1,132 (25°C)	84000
2,5-Dimetüülresortsinool		
5-Metüülresortsiin		
Resortsiin	1,28	717000

UV-kiirgus, mis on >290 µm, ei neeldu fenoolidesse ja seetõttu ei ole fenoolid otseselt mõjutatavad päikesekiirgusest (fotolüütilistest reaktsioonidest), välja arvatud väga kõrgetel pH väärtustel (> 10; Larson jt., 1989). Siiski võib fenool teiste orgaaniliste vahendajate kaasabil (näiteks riboflaviin) osaleda fotolüütilistes reaktsioonides (Larson jt., 1989; Tratnyek ja Holgne, 1991; Canonica jt., 1995). Seetõttu on fenoolide lagunemise (mineralisatsiooni) kiirustes täheldatud kuni 10 kordseid erinevusi (10 päeva asemel 100 päeva) sõltuvalt päikesekiirguse aastaajalistest variatsioonidest (Hwang jt., 1986). Tänu kiirele fotolüütilisele lagunemisele ei kujuta fenoolne saaste atmosfääris kuigi suurt probleemi, kuid on oluliseks keskkonna riskiks boreaalsetes veekogudes, kuhu ta võib akumuleeruda otsese sadenemise teel.

Kuigi fenoolid on leidnud laialdast kasutamist meditsiinis desinfektsioonivahenditena, on need siiski oma olemuselt protoplasmaatilised mürgid, mis isegi madalatel kontsentratsioonidel on ühed ohtlikumad reovees (Manahan, 2000; Mahugo-Santana jt., 2010; Herouvim jt., 2011; Jablonska, 2012; Reinik jt., 2015). Surmav fenooli annus võib organismi jõuda juba läbi naha imendudes. Fenooli mürgitus võib põhjustada tõsiseid seedetrakti, kesknärvisüsteemi ja neerude talitlushäireid, vereringesüsteemi puudulikkust, kopsuturset ja krampe.

1.2.2. Päritolu

1.2.2.1. Looduslikud fenoolid

Fenoolid võivad pärineda nii looduslikest kui antropogeensetest allikatest ning neid esineb looduses nii vabalt kui ka seotult (Wallace, 1996). Kuigi fenoole leidub ka loomorganismides (adrenaliin, türosiin; Raudsepp, 1967), toodetakse enamik looduslikest fenoolidest siiski taimede ja mikroorganismide

poolt. Teada on üle 8000 taimede poolt sünteesitava fenoolse struktuuri (Dai ja Mumper, 2010). Fenoolide taimse biosünteesi peamiseks eesmärgiks on muuta end toksiliseks ning vältida seeläbi ära söömist (Appel, 1993; Davidson, 1996). Ühtlasi on fenoolid tõhusad ka patogeenide vastu. Looduslikke fenoole leidub marjades, tees, õlles, oliiviõlis, šokolaadis, kakaos, kohvis, puuviljades ja puuviljapõhistes jookides (nt siider, vein ja äädikas) ning köögiviljades (Gutfinger, 1981; Campanella jt., 1993). Samuti on fenool normaalne ainevahetusjääk, mille kogus inimese uriinis võib olla kuni 40 mg/l (Tsuruta jt., 1996).

Fenoolühendeid leidub nii taimede lehtedes, juurtes kui vartes ning surnud taimeosiste lagunemisel vabanevad taimsed fenoolühendid huumuskihti (Toms ja Wood, 1970; Davidson, 1996), kust nad kantakse pindmise äravooluga lähedastesse veekogudesse (Anku jt., 2017; Davidson, 1996; Anku jt., 2017) ja/või põhjavette. Suure reaktsioonivõime tõttu on vees lahustuvatel fenoolühenditel kalduvus reageerida teiste vee keskkonnas levivate anorgaaniliste ja orgaaniliste komponentidega ning muunduda fenoolidest veelgi mürgisemateks ühenditeks, näiteks alküülfenoolideks (Saure jt., 1996; Montgomery-Brown ja Reinhard, 2003; Kohler jt., 2008, Kulkarni ja Kaware, 2013).

Fenoolide väljakanne huumuskihist on kõige tüüpilisem boreaalsetes metsades, kus domineerib mänd, mille varis on rikas fenoolide ja fulfohapete poolest (Schlesinger, 1997; Raymond jt., 2007). Ka pajukoor, tamme varis ja sõnajalgtaimed sisaldavad märkimisväärses koguses fenoole (Davidson, 1996). Fenoolide sisalduste tõusu boreaalsetes jõgedes on täheldatud eelkõige kevadel, mil hinnanguliselt registreeritakse 75% fenoolühendite aastasest läbivoolust (Amon jt., 2012; Malik ja Gleixner, 2013). Looduslike vete fenooli sisalduseks on hinnatud 0,01 – 2,0 µg/l (Ałowicz ja Duda, 2004), millest kõrgemate sisalduste puhul võib eeldada inimtekkelist reostust. Oluliseks fenoolide tõusu põhjuseks veekogudes võivad olla ka metsapõlengud (Tsuruta jt., 1996; Stottmeister jt., 2010).

1.2.2.2. Inimtekkelised fenoolid

Fenoolseid struktuure leidub peale puidu ja turba ka kivisöes ja põlevkivis. Nende materjalide utmisel (kuumutamisel kõrgetel temperatuuridel O_2 vabas keskkonnas) vabaneb või tekib mitmesugused fenoole (Raudsepp, 1967), kusjuures fenoolid võivad tekkida/vabaneda juba 200 ^{o}C juures (Douglas, 1972). Tehislikke fenoole võib saada ka klorobenseeni ja naatriumhüdroksiidi reageerimisel, tolueeni oksüdeerimisel või sünteesimisel benseenist (Raudsepp, 1967). Võimalikud fenooli allikaid ja nende sisaldused on esitatud tabelis 2.

Fenoolid leiavad kasutust erinevates tööstusharudes, sealhulgas keemiatööstuses – alküülfenoolide, kresoolide, ksülenoolide, fenoolvaikude, aniliini ja muude ühendite tootmisel, õli ja söe töötlemisel ning metallurgias. Fenoole kasutakse laialdaselt ka desinfitseerimisvahendina meditsiinis,

antiseptikuna puidutööstuses (Abira jt., 2005) ja pestitsiididena põllumajanduses (Stottmeister jt, 2010). Lisaks leiavad fenoolid kasutamist lõhkeainete, värvainete ja tekstiilide tootmisel ning tselluloosi- ja paberivabrikutes (Michałowicz ja Duda, 2006). Fenooli antropogeenseteks allikateks on ka sõidukite heitgaasid, (puu)küttekolded ja muud põlemisprotsesside jäägid, mis eralduvad atmosfääri ja kantakse sademetega taas maapinnale ja veekogudesse (Anku jt., 2017). Fenoole leidub ka majapidamistoodetes, näiteks seepides, mänguasjades, värvides, lakkides, parfüümides ja lakieemaldites. Seetõttu on fenoole leitud nii kodumajapidamiste reo- (Anku jt., 2017) ja ka prügilate nõrgvetest (Kurata jt., 2008). Fenoole võib tekkida ka atmosfääris benseenist ultraviolettkiirguse toimel (Tsuruta jt., 1996). Inimesed, kes puutuvad tihedalt kokku tugevalt reostunud tööstuspiirkondade õhuga või kasutavad sageli suure fenoolisisaldusega suitsutatud toitu, võivad omastada 2 kuni 4 mg fenoole päevas (Michałowicz ja Duda, 2006).

Tabel 2. Erinevad fenooli allikad ja nende sisaldus

Fenooli allikas	Sisaldus	Viide
Heitkogus küttepuudes	150–250 mg/kg	McDonald jt., 2000
Grillvorst	7 µg/kg	EPA. Treatability Manual 1980
Sealihas	28,6 µg/kg	EPA. Treatability Manual 1980
Suitsuliha väliskihist	37–70 mg/kg	EPA. Treatability Manual 1980
Ühe sigari põletamisel	0,03–0,4 mg	IARC, 1986
Söekaevanduste kuivendusvetes	10 mg/l	Allardice jt., 2004
Bensiinitöötlemisettevõtete reovetes	40 mg/l	Bruce jt., 1987
Hollandi linnastute pinnavees	2,6–5,6 µg/l	Levsen jt., 1993
Portlandi sademetes	>0,28 µg/l	Leuenberger jt., 1985
Šveitsis sademetes	5–8 µg/l	Hart jt., 1993
Hannoveri sademetes	1,3–15,4 µg/l	Levsen jt., 1990
Vogesides sademetes	1,58 µg/l	Levsen jt., 1993

1.2.3. Fenoolide akumulatsioon ja püsivus looduslikes kooslustes

Tänu oma toksilisusele on fenoolid biolagunemisele vastupidavad (Gallard ja von Gunten, 2002; Benner jt., 2011) ja ainult teatud heterotroofsed mikroorganismid (Fenner jt., 2005a) ja spetsialiseerunud seened on võimelised neid lagundama (Fioretto jt., 2000; Mutabaruka jt., 2007; Sinsabaugh, 2010). Sellest hoolimata ei ole fenoolid looduslikes kooslustes kuigi püsivad (keskmiselt 2-5 päeva; Baker ja Mayfield, 1980). Jõevees on fenoolide mineraliseerumise aega hinnatud 2 päevale 20^{o} C juures ja 4 päevale 4^{o} C juures (Ludzack ja Ettinger, 1960), järvedes vähem kui ühele ööpäevale (Rubin ja Alexander, 1983). Kõrgetel kontsentratsioonidel (100 – 1000 mg/l) võib fenooli lagunemine kesta aga märksa pikemalt, 10 – 100 päeva, kuna nende toksilisus hakkab oluliselt pärssima neid lagundavate organismide elutegevust (Bruce jt., 1987; Wetzel, 1992; Tsuneda jt., 2001).

Üldjuhul mikroorganismid lagundavad fenoolid täielikult või sünteesitakse neist lahustumatud ja püsivad humiinained (Schmidt, 1998). Viimasel juhul on juhtivaks protsessiks ensüümide vahendatud

fenooloksüdaas, mis katalüüsib fenoolide oksüdeerumist vaba õhuhapniku juuresolekul kinoonideks, mis võivad hiljem kombineeruda veelgi keerulisemateks ja püsivamateks humiinhapeteks (Dec jt., 2003; Boyd ja Mortland, 1990; Huang, 1990; Nannipieri jt., 2002). On täheldatud fenoolide lagunemist anaeroobsetes tingimustes läbi redoksreaktsioonide, kus vahendajateks on NO_3^- (Nielsen jt., 1995), Fe^{3+}, Mn (Nielsen jt., 1995; King jt., 1999; van Bodegom jt., 2005; Watson jt., 2005), SO_4^{2-} (Spence jt., 2001) või läbi fermentatsiooni (Bekins jt., 1993; Nielsen jt., 1995; King jt., 1999), kuid ka neis reaktsioonides on bakteritel oluline katalüseeriv mõju (Franchi jt., 2018).

Esineb tugev negatiivne seos fenoolide oksüdatsioon taseme ja pinnase niiskuse vahel, nii turbaaladel kui metsades (Laiho, 2006; Minick jt., 2019). Ühelt poolt on tegemist sekundaarse seosega, sest mikroorganismid, mis lagundavad fenoolühendeid on kõige tõhusamad aeroobsetes ehk madala veetasemega tingimustes (Cullen ja Kersten, 1996; Freeman jt., 1998, 2001; Fenner jt., 2011a). Nii ongi fenoolide akumuleerumist märgaladel (soodes) põhjendatud niisketest tingimustest põhjustatud O_2 defitsiidiga (Freeman jt., 2004). Samas leidub kirjanduses mitmeid vastuolulisi seoseid fenoolide lagunemise kiiruse ja pinnase veesisalduse vahel (Fenner jt., 2005a; Toberman jt. 2008a; Freeman jt., 1996; Williams jt., 2000). Toberman jt., (2008b) oletab, et fenooloksüdaasil võib olla mingi optimaalne pinnase niiskuse sisaldus, millest madalamal tasemel hakkab veepuudus pärssima bakterite ensümaatilist aktiivsust. Lisaks on Huang (1990) ja Pind jt. (1994) näidanud, et üleujutatud anaeroobsetes tingimustes ei pruugigi fenoolühendite sisaldus kõrgeks kujuneda, sest vee äravool soodustab fenoolide väljakannet. Seda nähtust on eelkõige täheldatud kuivendatud turbaaladel (Fenner jt., 2011b), mille lähistel on jõgedes kevad- ja suveperioodil leitud looduslikele pinnastele omaste ligniinfenoolide sisalduste suurenemist (Amon jt., 2012). Ka on paljud uuringud leidnud, et fenooli biodegradatsioon happelises pinnases on märksa aeglasem kui aluselises (Shiu jt., 1994; Pind jt., 1994; Williams jt., 2000; Toberman jt., 2008a; Sinsabaugh, 2010; Toberman jt., 2010; Xiang jt., 2013). Põhjuseks võib olla fenoolide kalduvus pH tõustes eraldada prootoneid, mis suurendab nende lahustuvust ja reaktsioonivõimet (Sinsabaugh, 2010). Keskkonna pH langust seostatakse tavaliselt küll vee defitsiidiga, kas põua või kuivendusetegevuse tulemina (Xiang jt., 2013), kuid boreaalsetel turbaaladel kaasneb kuivendustegevusega pigem pH tõus (Fenner jt., 2011a). Ilmselt on see ka põhjuseks, miks samast piirkonnast, kuid erinevatest ökosüsteemidest (metsakõdu versus kuivendatud soo) on saadud väga erinevaid fenoolide sissekande tasemeid (Straková jt., 2011; Toberman jt., 2010).

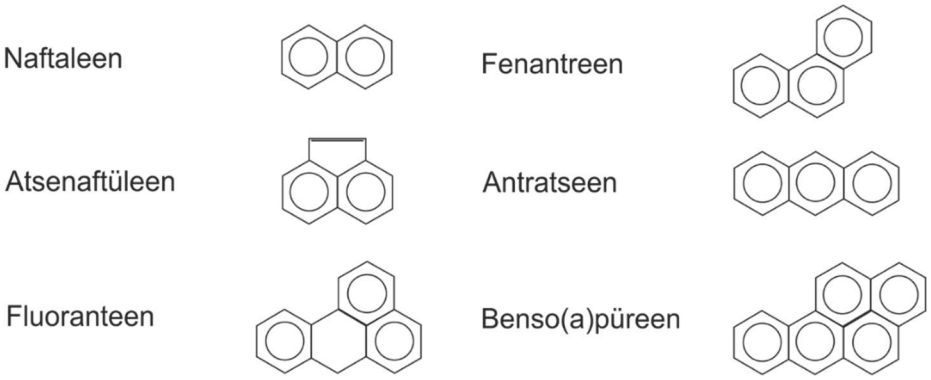
Siiski on mitmed uuringud näidanud, et eelkõige on fenoolide biodegradatsiooni kiirus sõltuv pinnase vegetatiivsest aktiivsusest (Stottmeister jt, 2003; Akratos ja Tsihrintzis, 2007; Stefanakis jt., 2009, 2014; Kurzbaum jt., 2010; Chen jt., 2012; Seeger jt., 2013). Taimed vabastavad oma juurte kaudu orgaanilisi ühendeid, pakkudes sellega anaeroobsetele mikroobidele täiendavaid elektrondoonoreid (Stottmeister jt., 2003; Imfeld jt., 2009; Chen jt., 2012). Lisaks pakub taimejuurestik mikroobidele

stabiilset substraati, kus saab välja areneda ulatusliku biokile, mis lagundab erinevaid saasteaineid (Stottmeister jt., 2003; Vymazal, 2007; Stefanakis jt., 2014). Seega võib monokultuursetes ökosüsteemides kaasneda fenoolühendite (nt taimekaitsemürgid) ulatuslikum leostumine ja levik pinnavees.

Viimastel aastakümnetel on hakatud üheks oluliseks fenoolide akumulatsiooni mõjutavaks teguriks pidama õhutemperatuuri kuna kõrgemad temperatuurid stimuleerivad mikroobide ja ensüümide aktiivsust ja erinevate orgaaniliste ühendite lagunemist (Kadlec ja Reddy, 2000; Kadlec ja Wallace, 2009; Stefanakis jt., 2014). Mikroobne ensümaatiline aktiivsus on fenoolühendite lagundamiseks hädavajalik, eriti kõrgematel laiuskraadidel või setetes, kus fenoole lagundav päikesevalgus on piiratud (Orth, 1991; Freeman jt., 2001, 2004; Fenner jt., 2005b). Laborikatsed näitasid, et temperatuuri tõus 10° C võrra aktiiveeris fenoolide lagunemist 36%, millega kaasnes lahustunud orgaanilise materjali 33% ja fenoolsete ühendite 72% sisalduse kasv nõrgvees (Freeman jt., 2001). Ka Pärn ja Mander (2012) näitab, orgaaniliste süsinikuühendite kontsentratsioon ühtlast kasvu viies Põhja-Eesti vooluveekogus ajavahemikul 1992–2007.

1.3. Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH)

Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud ehk polüaromaatsed süsivesinikud (*PAH-polycyclic aromatic hydrocarbons*) on orgaanilised ühendid, mis sisaldavad üksteisega liitunud benseenituumi, kuid ei sisalda heteroaatomeid ega ka asendusrühmi. PAH-ide hulka kuulub üle saja ühendi, mis kõik erinevad üksteisest benseenituumade arvu ja asetuse poolest molekulis (joonis 2; Fetter jt., 2017; Zhao jt., 2020). PAH-ile on omistatud mutageenset (Villalobos-Pietrini jt, 2007), kantserogeenset (IARC, 1983, 1985, 2010, 2012) ja neurotoksilist mõju (Jedrychowski jt, 2015; USEPA, 1993). Teadaolevalt on elusorganismidele kõige toksilisemad järgmised 16 PAH-i: atsenaftüleen; atsenafteen; antratseen; benso(a)antratseen; benso(a)püreen; benso(b)fluoranteen; benso(k)fluoranteen; benso(g,h,i)perüleen; krüseen; dibenso(a,h)antratseen; fluorantseen; fluoreen; indeno(1,2,3-cd)püreen; naftaleen; fenantreen ja püreen. Madalama molekulmassiga PAH-e (koosnevad kahest-kolmest benseenituumast ja molekulmass jääb vahemikku 128,16–300,36 g/mol) peetakse organismidele akuutselt toksilisteks, kuid pole leitud, et nad oleksid kantserogeenid. Seevastu raskema molekulmassiga PAH-id, on organismidele küll vähem mürgised, kuid on kindlaks tehtud, et nad tekitavad geneetilisi mutatsioone ja väärarenguid (Eisler, 1987).



Joonis 2. Näiteid PAH-ide molekulide struktuurist

PAH-id tekivad küllastunud süsivesinikest mittetäielikul oksüdeerumisel (nt põlemisel hapnikuvaestes tingimustes). PAH ühendite alusmaterjaliks võivad olla väga madala molekulmassiga süsivesinikud (sealhulgas isegi metaan) kui kõrgel temperatuuril (T>500 °C) süsinik-vesinik ja süsinik-süsinik sidemed lagunevad ning moodustuvad vabad radikaalid. Enamasti tekivad PAH-id kõrgemate alkaanide (leidub kütustes ja taimses materjalis) pürolüüsil ja orgaaniliste ühendite krakkimisel (Manahan, 2000). PAH-id võivad pärineda nii looduslikust kui ka inimtekkelisest allikast. Looduslike allikate hulka kuuluvad peamiselt vulkaanipursked ja metsapõlengud, kuid PAH-e võivad sünteesida ka mikroorganismid, vetikad ja makrofüüdid ning neid tekib ka orgaanilise materjali diageneesil (temperatuuril 100–150 °C, Ravindra jt., 2008; Zhang ja Tao, 2009). Inimtekkelisteks allikateks on peamiselt fossiilsete kütuste ja biomassi mittetäielik põletamine ning fossiilkütuste lendumine või leke (Xing et al., 2016). PAH-id võivad sattuda toitu ka selle valmistamisel (grillimisel, praadimisel, suitsutamisel, küpsetamisel; Eisler, 1987).

PAH-i reostus levib peamiselt tiheasustuse, tööstuse ning intensiivse põllumajandusega piirkondades. Atmosfääris on registreeritud PAH-i ühendite sisalduseks kuni 20 µg/m^3, kuid söeahju vingugaas võib sisaldada enam kui 1000 µg/m^3 ja sigaretisuits peaaegu 100 µg/m^3 PAH-i ühendeid (Manahan, 2000). Kivisöe põletamine tekitab teistsuguse PAH-ide segu kui mootorikütuse põlemine või metsatulekahju, sest eri tüüpi põlemine produtseerib erinevaid PAH-e aga ka nende võimalikke isomeere (*Ibid*).

PAH-id võivad keskkonnas nii migreeruda kui akumuleeruda ja olla pikalt püsivad ning nende kahjulike keskkonnamõjude potentsiaal on märkimisväärne, mistõttu on PAH-ide pikaajaline keskkonnakäitumine huvipakkuv teema (Alexander, 1995; Enell jt, 2004). PAH-id on väga hüdrofoobsed ühendid. Vesikeskkonnas settivad nad kergesti kolloididele (humiidhapped) või setetele ning jäävad enamasti seotuks tahkete osakestega (Roskam ja Comans, 2009). PAH-ide lahustuvus sõltub temperatuurist, pH-st, vee soolsusest ja lahustunud orgaanilise süsiniku kogusest (Harvey 1998; Pierzynski jt., 2005). Reeglina PAH-ide molaarmassi suurenedes väheneb nende vees lahustuvus ja vastupanuvõime redutseerumise ja oksüdeerumise suhtes (tabel 3).

Tabel 3. Uuringus käsitletud PAH-ide füüsikalised omadused

PAH-i ühendid		Molaarmass	Tihedus (25 °C)	Lahustuvus (25 °C)
Eesti	Inglise	g/mol	g/cm^3	mg/l
Naftaleen	Naphthalene	128,171	1,025 (20 °C)	31,6
Atsenaftüleen	Acenaphthylene	152,200	0,899	16,1
Atsenafteen	Acenaphthene	154,210	1,024	3,8
Fluoreen	Fluorene	166,223	1,203 (0 °C)	1,690
Antratseen	Anthracene	178,230	1,280	0,044
Fenantreen	Phenanthrene	178,280	1,179	1,150
Püreen	Pyrene	202,256	1,271 (23 °C)	0,135
Fluoranteen	Fluoranthene	202,260	1,252 (0 °C)	0,275
Krüseen	Chrysene	228,294	1,30	0,002
Benso(a)antratseen	Benz(a)anthracene	228,294	1,274	0,0094
Benso(a)püreen;	Benzo(a)pyrene	252,316	1,240	0,00162
Benso(b)fluoranteen	Benzo(b)fluoranthene	252,316	1,286	0,0012
Benso(k)fluoranteen	Benzo(k)fluoranthene	252,316	1,286	0,0008
Benso(g,h,i)perüleen	Benzo(g,h,i)perylene	276,331	1,378	0,00026
Indeno(1,2,3-cd)püreen	Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	276,331	1,379	0,00019
Dibenso(a,h)antratseen	Dibenz(a,h)anthracene	278,350	1,232	0,0006

Kuigi aeroobsetes tingimustes võivad PAH-id olla üsna püsivad, siis mitmed bakterid ja ka mõningad seened kasutavad neid oma elutegevuseks (Peng jt., 2008; Haritash ja Kaushik, 2009). Anaeroobsetes tingimustes on täheldatud PAH-ide mineraliseerumist nii nitraate redutseerivates reaktsioonides (Mihelcic ja Luthy, 1988) kui ka raua ja sulfaadi elektronaktseptorite vahendusel (Meckenstock jt., 2004). Kõrgemad NO_3^- kontsentratsioonid ja madalamad pH väärtused soodustavad PAH-ide lagunemist, mille tulemusel võivad PAH-ide sisaldused põhjavees sesoonselt kõikuda, vastavalt NO_3^- sissekandele (Han jt., 2013). Samas jääb ka kevadise suurveega PAH-ide migreerumisvõime suhteliselt piiratuks, ulatudes maksimaalselt 3 kilomeetrini ning enamasti olid PAH-ide sisaldused põhjavees märgatavalt langenud juba 1000 m kaugusel reostusallikast (*Ibid*).

1.4. Sulfaatiooni hüdrogeokeemia

Maailmas peetakse suurimaks kaevanduste keskkonnaprobleemiks, põhjavee tasemete alandamise kõrval, püriidi oksüdatsiooni, mis põhjustab happeliste kaevandusvete teket, mille tagajärjel võivad keskkonda vabaneda toksilised elemendid, näiteks arseen (Appelo ja Postma, 2005). Püriit (FeS_2) on üks enimlevinumaid sulfiidseid mineraale, mida sisaldavad paljud settekivimid, Eestis näiteks lubjakivi, dolomiit, põlevkivid, argiliit ja fosforiit. Püriidi oksüdatsiooni ulatust kontrollivad hapniku ja vee ligipääs sulfiidmineraalile (Marandi jt., 2019). Maapõues, allpool põhjaveetaset, kus õhuhapnikul ligipääsu pole, oleneb püriidi oksüdeerumine vees lahustunud hapniku sisaldusest, mis seab piirangud oksüdatsiooniprotsessidele. Samas kokkupuude vaid atmosfäärse hapnikuga ei põhjusta

märkimisväärset püriidi oksüdeerumist – intensiivseks püriidi oksüdatsiooniks on vajalik ka vaba vee kättesaadavus (Võrrand 1 või 2).

$FeS_2 + 7/2O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2H^+$ (Võrrand 1)

$FeS_2 + 15/4O_2 + 7/2H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 2SO_4^{2-} + 4H^+$ (Võrrand 2)

Püriidi oksüdeerumise kiirust mõjutavad keskkonna pH ja mikrobioloogiline aktiivsus. Bakteriaalne aktiivsus võib oluliselt kiirendada oksüdatiivseid protsesse võrreldes puhtalt anorgaanilises keskkonnas toimuvate geokeemiliste protsessidega (Pisapia jt., 2007). Püriidi oksüdeerumise ulatus on kontrollitud ka kivimi eripinnaga ehk mida murenenum on kivim, seda rohkem puutub kivimis olev püriit kokku vee ja hapnikuga ning seda ulatuslikum on oksüdeerumise protsess (Heidel jt., 2009). Püriidi oksüdeerimise lõpp-produktideks on Fe^{2+}, SO_4^{2-} ja vabad prootonid. Just viimased on suurim püriidi oksüdeerumisega kaasnev probleem, sest alandab keskkonna pH-d, mis omakorda suurendab raskemtallide lahustuvust.

Nii laborieksperimendid kui vaatlusandmed looduses on näidanud, et püriidi oksüdatsioon võib toimuda ka redokstundlike elementide nagu NO_3^- (Võrrand 3) ja Fe^{3+} (Võrrand 4) vahendusel (Bottrell ja Tranter, 2002). Redoksreaktsioonidele on iseloomulik kulgemine kindlas järjekorras, sõltuvalt reaktsiooni termodünaamikast.

$5FeS_2 + 14NO_3^- + 4H^+ \rightarrow 7N_2 + 10SO_4^{2-} + 5Fe^{2+} + 2H_2O$ (Võrrand 3)

$FeS_2 + 14Fe^{3+} + 8H_2O \rightarrow 15\ Fe^{2+} + 16H^+ + 2SO_4^{2-}$ (Võrrand 4)

Eesti põlevkivikaevandustes happeliste kaevandusvetega probleeme ei ole, kuna püriidi lahustumisel tekkiv happeline kaevandusvesi neutraaliseeritakse põlevkiviga vaheldumisi settinud karbonaatkivimite poolt (Erg, 2005). Happelise reaktsiooni neutraliseerimine võib toimuda nii kaltsiidi (Võrrand 5) kui dolomiidi lahustumisel (Võrrand 6).

$CaCO_3 + H^+ = Ca^{2+} + HCO_3^-$ (Võrrand 5)

$CaMg(CO_3)_2 + 2H^+ = Ca^{2+} + Mg^{2+} + 2HCO_3^-$ (Võrrand 6)

Põlevkivikaevanduste veed on Eestis sulfaadirikkad ning suure karedusega. Püriidi oksüdatsioonist vabanenud sulfaatioonid reageerivad üleküllastumise korral vabade Ca^{2+} ioonidega, mis põhjustab kipsitumist (Võrrand 7) ning vähendab vees sisalduvate sulfaatide hulka.

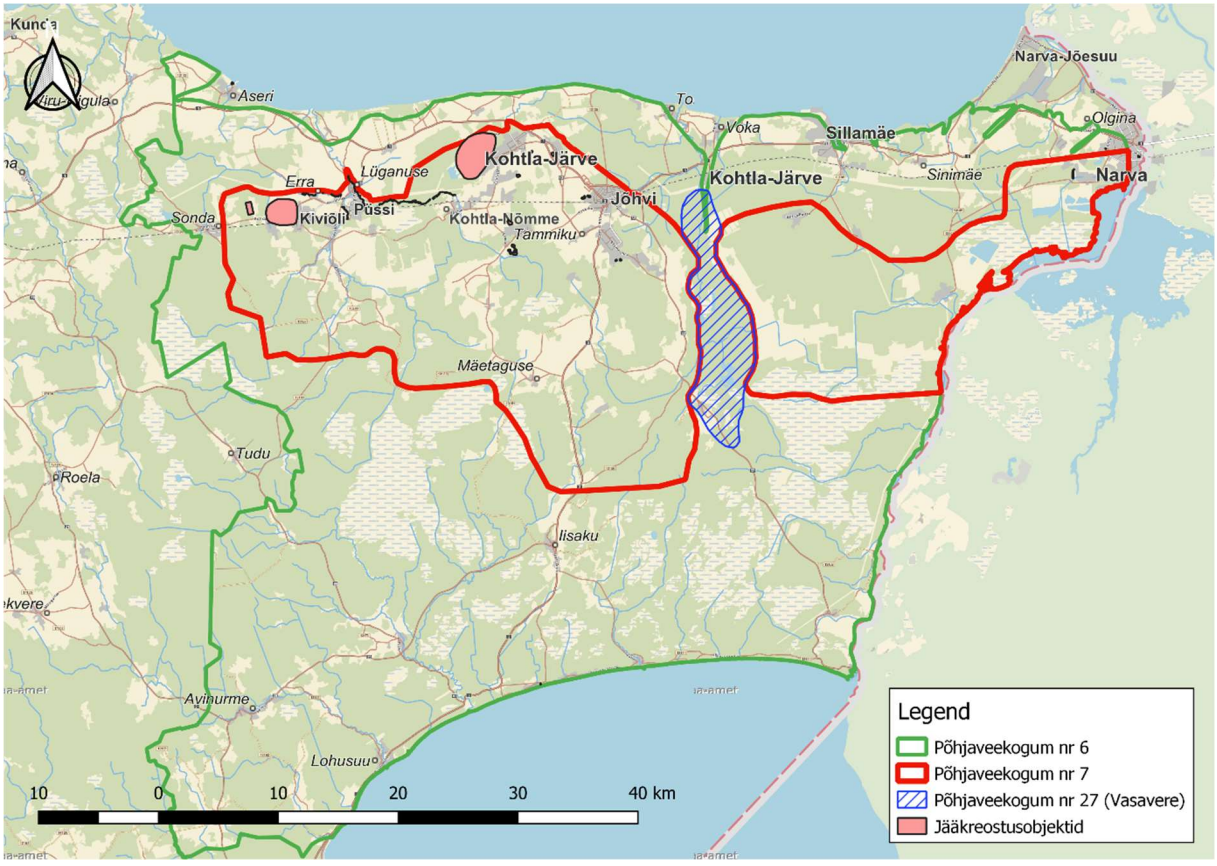
$Ca^{2+} + SO_4^{2-} + 2H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (Võrrand 7)

2. Uuringu ala ja objektide ülevaade

2.1. Ordoviitsiumi Ida-Viru ja Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumid

2.1.1. Hüdrogeoloogiline kirjeldus

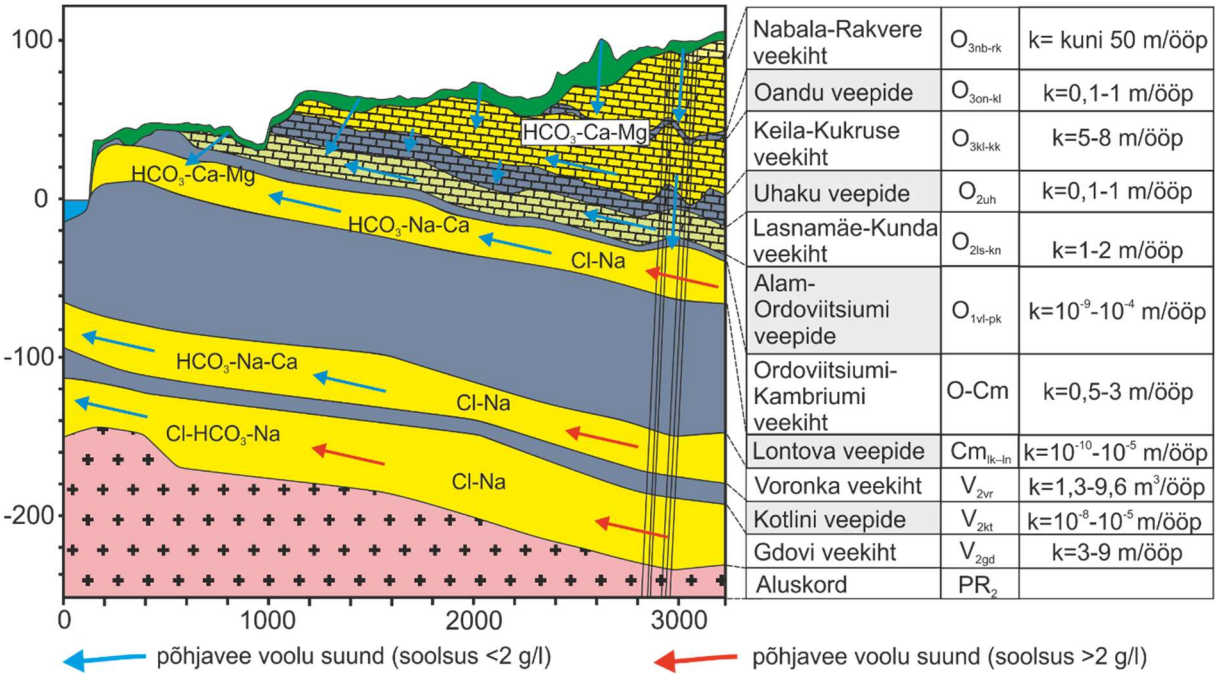
Ordoviitsiumi Ida-Viru põhjaveekogum nr 6 ja Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogum nr 7 on moodustatud Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi veekihtidest. Administratiivselt paiknevad põhjaveekogumid pea tervenisti Ida-Viru maakonnas. Põhjaveekogumi nr 7 piirid on määratletud põlevkivikaevandamise ja -energeetika tegevuspiirkonnaga, kus tuleb arvestada kaevanduste, karjääride, keemia- ning energeetikatööstusettevõtete ning nende jäätmeladestuste mõjuga põhjaveele. Põhjaveekogum nr 6 ümbritseb põlevkivi kaevandamisala ning on määratletud Ordoviitsiumi veekihi avamusala, administratiivsete ja riiklike piiridega (joonis 3).



Joonis 3. Kvaternaari Vasavere põhjaveekogumi, Ordoviitsiumi põhjaveekogumite nr 6 ja 7 piirid

Ordoviitsiumi põhjaveekogumite nr 6 ja 7 vettandvateks kivimiteks on lubjakivid ja dolomiidid, mis on kohati tugevasti karstunud ja lõhelised (eriti 20 m paksune maapinnalähedane osa) ning vesi liigub valdavalt vettandvate kivimite lõhedes. Lõhede ja karstivormide pindalaline ja vertikaalne levik on ebaühtlane (Hang jt., 2012). Lisaks kuuluvad kogumi koosseisu ka karbonaatkivimitel lasuvad

Kvaternaari põhjaveekihid. Vanuseliselt haaravad põhjaveekogumi kivimid peaaegu kogu Ordoviitsiumi läbilõike Kunda lademest kuni Porkuni lademeni. Põhjaveekogumite paksused suurenevad lõuna suunas 8 – 10 m Põhja-Eesti klindil kuni 80 – 90 meetrini Peipsi järve põhjakaldal (joonis 4).



Joonis 4. Kirde-Eesti hüdrogeoloogilise läbilõike skeem

Hüdrostratigraafiliselt on Kirde-Eesti Ordoviitsiumi põhjaveekogumid hästi uuritud ning eristatakse järgmisi hüdrolitoloogilisi üksusi. Nabala-Rakvere põhjaveekiht (O_{3nb}-O_{3rk}), mis esineb Nabala ja Rakvere lademe lõhelistes, kavernoossetes, kohati dolomiidistunud ja karstunud lubjakivides. Selle all paikneb Oandu lademe savikas lubjakivi ja mergel (O_{3on}-O_{3kl}), mis toimib kui veepide. Maapinnalt järgmine Keila-Kukruse põhjaveekiht (O_{3kl}-O_{3kk}) esineb Keila, Haljala ja Kukruse lademe lõhelistes ja kohati kavernoossetes dolomiidistunud lubjakivides. Keila-Kukruse veekihi lamavaks veepidemeks on Uhaku lademe savikas ja tihe lubjakivi (O_{2uh}). Uhaku veepideme all paikneb Lasnamäe-Kunda põhjaveekiht (O_{2ls}-O_{2kn}), mis esineb Lasnamäe, Aseri ja Kunda lademe lubjakivides ja dolomiitides (Savitski, 2000).

Põhjaveekogumite karbonaatkivimite ülemises, kuni 20 m paksuses osas on filtratsioonikoefitsent 5–80 m/ööp, sügavusvahemikus 20–50 m 3–6 m/ööp ning sügavamal kui 50 m 0,1– 3 m/ööp (Perens ja Vallner, 1997; Savitski jt., 2000; Perens jt., 2012). Kihtidevahelise transversaalse põhjavee liikumise kiiruseks on hinnatud 0,001–1 m/ööp. Põhjaveekogumitega seotud põhjaveekihtide veejuhtivus oleneb avatud intervalli sügavusest ja on võrdlemisi muutlik. Valdavalt on kivimite veejuhtivus 30–300 m²/ööp (Perens jt., 2012).

Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 põhjavesi on valdavalt kaitsmata või nõrgalt kaitstud. Ida-Viru põlevkivibasseinist põhja pool kattev veepide praktiliselt puudub ja vettandvad kivimid on kaetud suhteliselt õhukese (2-10 m), valdavalt moreenist koosneva pinnakattega, mis ei moodusta väljapeetud veepidet (Perens jt., 2012). Põhjaveekogumite leviku lõunaosas on moreeni ja limnoglatsiaalse geneesiga savide levik laiem, moodustades kohalikke veepidemeid. Nimetatud setete ja kivimite filtratsioonikoefitsient on vahemikus 0,01–1,0 m/ööp. Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 idaosas lasub ka Kesk-Devoni Narva lademe sporaadiliselt vett andev põhjaveekiht, mis lõunapool moodustab lasuva veepideme (filtratsioonikoefitsent 10^{-4}-10^{-5} m/ööp; Perens ja Vallner, 1997).

Ordoviitsiumi põhjaveekogumite nr 6 ja 7 lamavaks veepidemeks on Ordoviitsiumi regionaalne veepide ($O_{2vl-1pk}$), mis koosneb Türisalu kihistu argilliidist, Leetse kihistu glaukoniitliivakivist ja Toila kihistu savikate vahekihtidega glaukoniitlubjakivist (Perens jt., 2012). Veepideme vertikaalne filtratsioonikoefitsent on ~10^{-6} m/ööp (Perens ja Vallner, 1997). Kaevetööde tulemusel on kaevandatavates piirkondades nii vettandvate kui pidavate kivimite füüsikalised omadused märkimisväärselt muutunud. Suurenenud on kivimite üldine poorsus ja muutunud on maapinna mikroreljeef, mis on mõjutanud pindmist äravoolu ja pinnavete infiltratsiooni (Perens jt., 2012).

Valdavalt kuulub põhjaveekogumite ülemine osa (Nabala-Rakvere ja Keila-Kukruse veekihid) aktiivse veevahetuse vöösse, sügavam Lasnamäe-Kunda põhjaveekiht kuulub aga kogumi lõunapoolses osas pigem mõõduka või aeglase veevahetuse vöösse (Jõeleht ja Polikarpus, 2018). Nende veekihtide vete $\delta^{18}O$ väärtused (−11.3 kuni −13.8‰; Savitskaja jt., 1998; Pärn jt., 2019ab; Raidla jt., 2019) on kogumite põhjaosas sarnased sademetetekkelise põhjavee isotoopkoostisele Eesti alal (Raidla jt., 2016). Lõuna pool leidub aga põhjavett, mille isotoopkoostis viitab vanema, külmemast kliimaperioodist pärineva põhjavee suuremale osakaalule (Raidla jt., 2019).

Põhjaveekogumid nr 6 ja 7 toituvad avamusalal läbi pinnakatte infitreeruvast sademeveest ja idaosas Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumi veest. Toitealaks on peamiselt Pandivere ja Jõhvi kõrgustikud ning Kurtna mõhnastik. Looduslikult voolaks põhjavesi põhjaveekogumites Pandivere kõrgustikult radiaalselt väljavoolualade, Soome lahe ja Narva jõe suunas. Lokaalselt võib üldist voolusuunda mõjutada ka Jõhvi kõrgustik ja Kurtna mõhnastik oma lähiümbruses. Lisaks sellele mõjutavad hüdrogeoloogilisi tingimusi aluspõhja lõikunud ürgorud ja tektoonilised rikkevööndid. Mattunud ürgorud on looduslikes tingimustes põhjavee täiendavateks toiteallikateks, tektoonilised rikkevööndid on aga pigem lateraalset põhjavee voolamist takistavateks veepidemeteks (Savitski, 2000; Perens ja Savitski, 2010), kuid võivad soodustada põhjavee vertikaalset liikumist. Tänapäeval on aga põhjavee looduslikud voolusuunad oluliselt mõjutatud kaevandustegevusest, sõltudes kaevandusalal toimuvast põhjavee väljapumpamisest või suletud kaevanduste veega täitumisest.

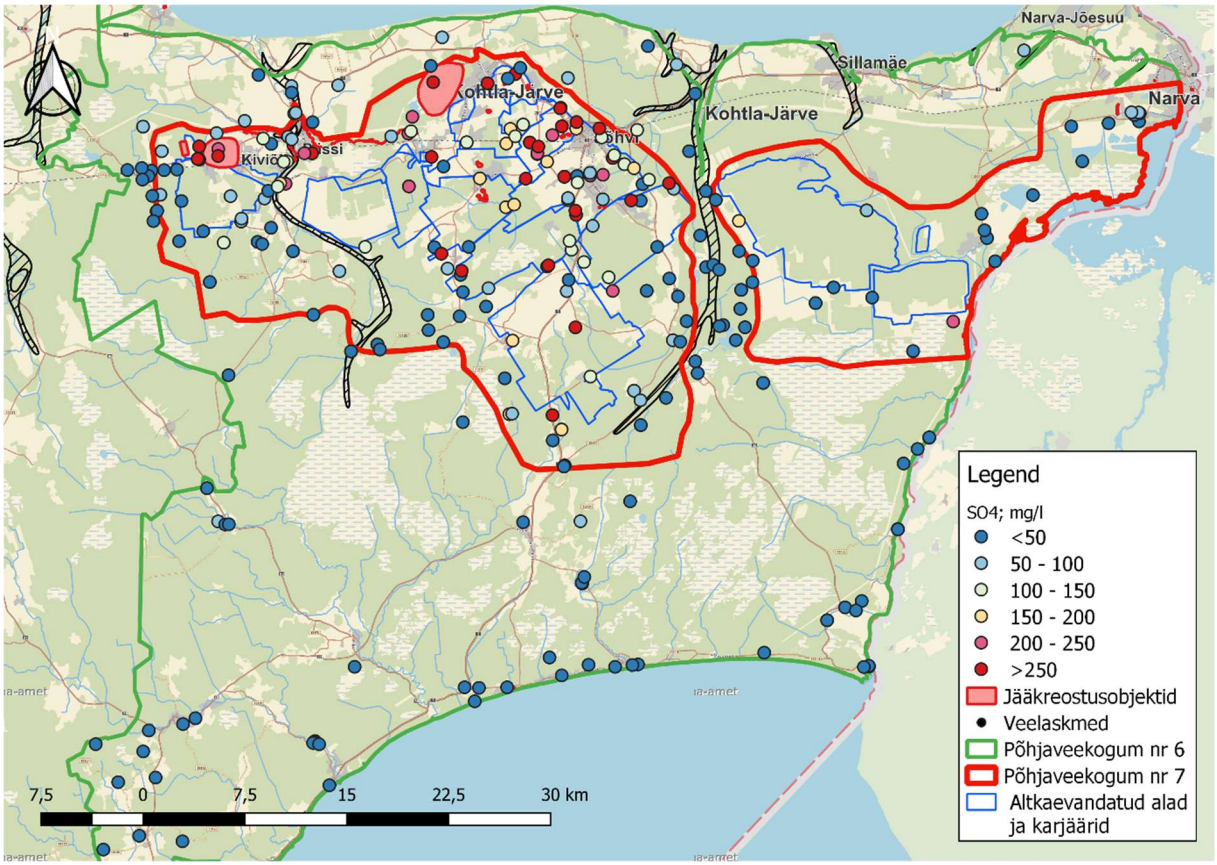
Looduslikult jälgib vabapinnaline põhjaveetase kohalikku reljeefi, jäädes maapinnast 1-3 m allapoole. Kaevandatavatel aladel on põhjavee survepind tuntavalt mõjutatud põlevkivi kaevandamisest tulenevast veevõtust. Maapinnalähedase Nabala-Rakvere veekihi põhjavesi on valdavalt surveta ja selle veetase on enamasti 0,3–6,0 m sügavusel maapinnast, kaevetööde mõjupiirkonnas tunduvalt sügavamal kuni 30 m maapinnast (Savitski, 2000; Perens jt., 2012). Töötavate karjääride ja kaevandustega on täielikult dreenitud põlevkivi tootsa kihindi osa, mis põhjustab piirkondlikke alanduslehtreid Keila-Kukruse põhjaveekihis. Osaliselt mõjutavad Keila-Kukruse veekihi survetasemeid ka juba suletud ja üle ujutatud kaevandused. Lasnamäe-Kunda põhjaveekiht on valdavalt surveline ja selle survepind on lasuva Keila–Kukruse veekihi tasemest 2–6 m madalamal (Perens jt., 2012).

Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 looduslikeks väljavoolualadeks on pinnaveekogud (Pühajõe alamjooks, Purtse ja Mustajõgi ning Uljaste Liivjärv, Linajärv, Pesujärv, Pikkjärv). Suuri maapealseid karstivorme põhjaveekogumites väga ei esine, vaid põhjaveekogumis nr 7 on karstinähtusi Erra ja Purtse jõgede ümbruses (Uhaku karstiala). Erinevad põhjaveekogumitega nr 6 ja 7 seotud maismaaökosüsteemid on mõjutatud metsakuivendusest, turbakaevandamisest, põlevkivikaevanduste veeärastusest ja Vasavere veehaardes toimuvast veevõtust.

Põhjaveekogumite põhjaveerežiim sõltub looduslike faktorite (sademed, aurumine jm) ja kaevanduste ning karjääride veeärastuse koosmõjust. Põhjaveekogumite (eelkõige nr 7) veerežiimile avaldab otsest mõju kaevandusvete väljapumpamine, mille tulemusena on töötavate kaevanduste ümber kujunenud ulatuslikud veetaseme alanduslehtrid, mis maapinnalt esimeses, Nabala–Rakvere veekihis ulatuvad 0,5-2 km, Keila–Kukruse veekihis 5-7 km ja Lasnamäe-Kunda veekihis isegi kuni 25 km kaevandustööde piirist (Perens jt., 2010; Perens jt., 2012). Kaevanduste mõju aluspõhjaliste põhjaveekihtide veerežiimile on olnud erinev. Maapinnalähedastes põhjaveekihtides (Nabala–Rakvere põhjaveekiht) korvab infiltratsioon maapinnalt veeärastusest tingitud veetaseme alanemise kiiremini (Perens jt., 2012) kui sügavamates kihtides.

2.1.2. Põhjavee keemiline koostis

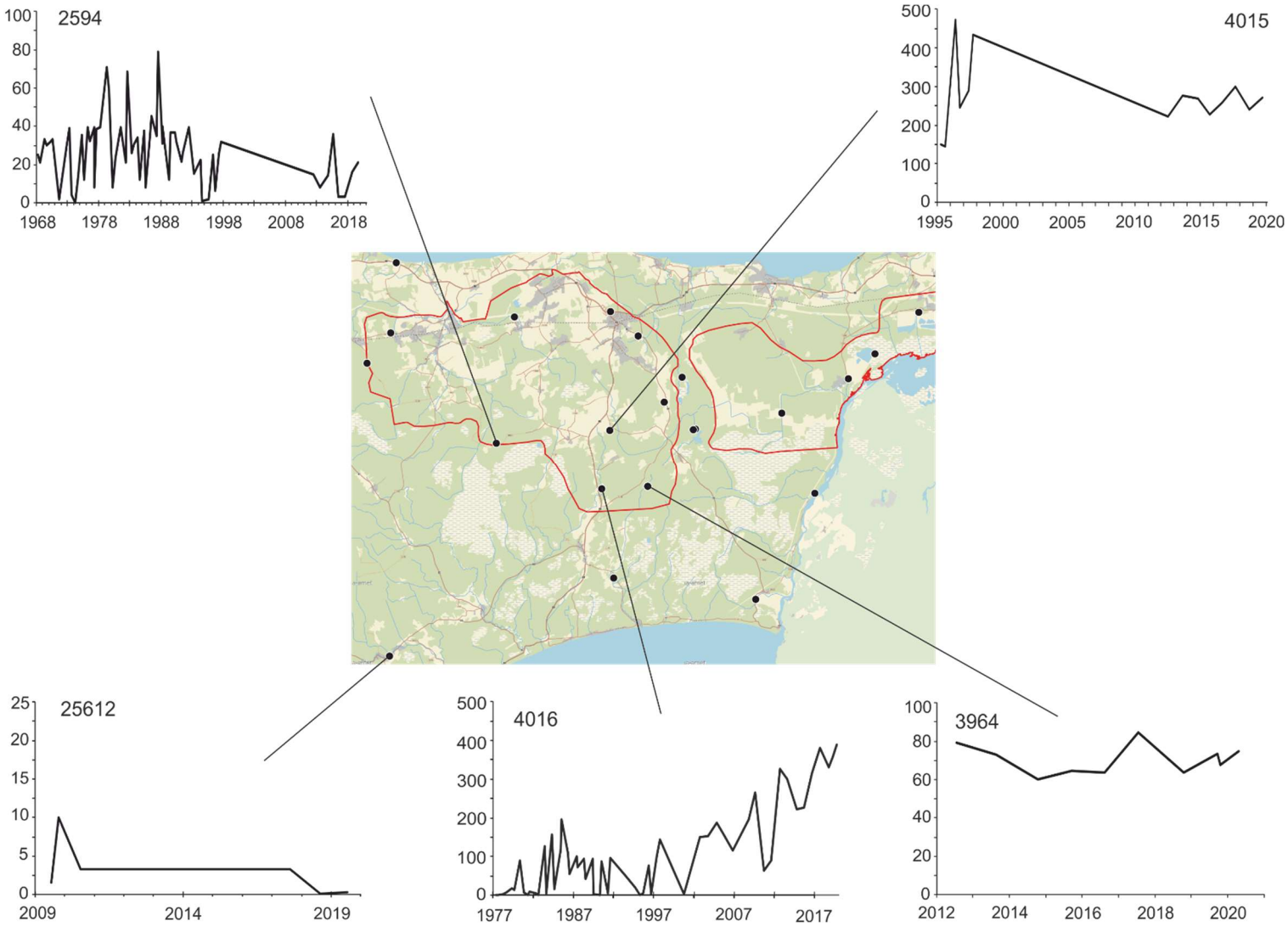
Looduslikult on põhjaveekogumite nr 6 ja 7 põhjavee keemiline koostis mõjutatud karbonaatkivimite lahustumisest, mille tulemusel kujunevad põhjaveele iseloomulikud suured HCO_3^-, Ca^{2+} ja Mg^{2+} sisaldused ning suur karedus. Kaevandusaladelt võib lisanduda SO_4^{2-}, mis on põhjavette sattunud läbi püriidi oksüdeerumise protsesside. Suuremaid SO_4^{2-} sisaldusi on täheldatud põhjaveekogumi nr 7 loode- ja põhjaosas (joonis 5). Samuti võib puurkaevudes toimuda ajalises lõikes olulisi SO_4^{2-} sisalduste kõikumisi (joonised 6, 7, 8).



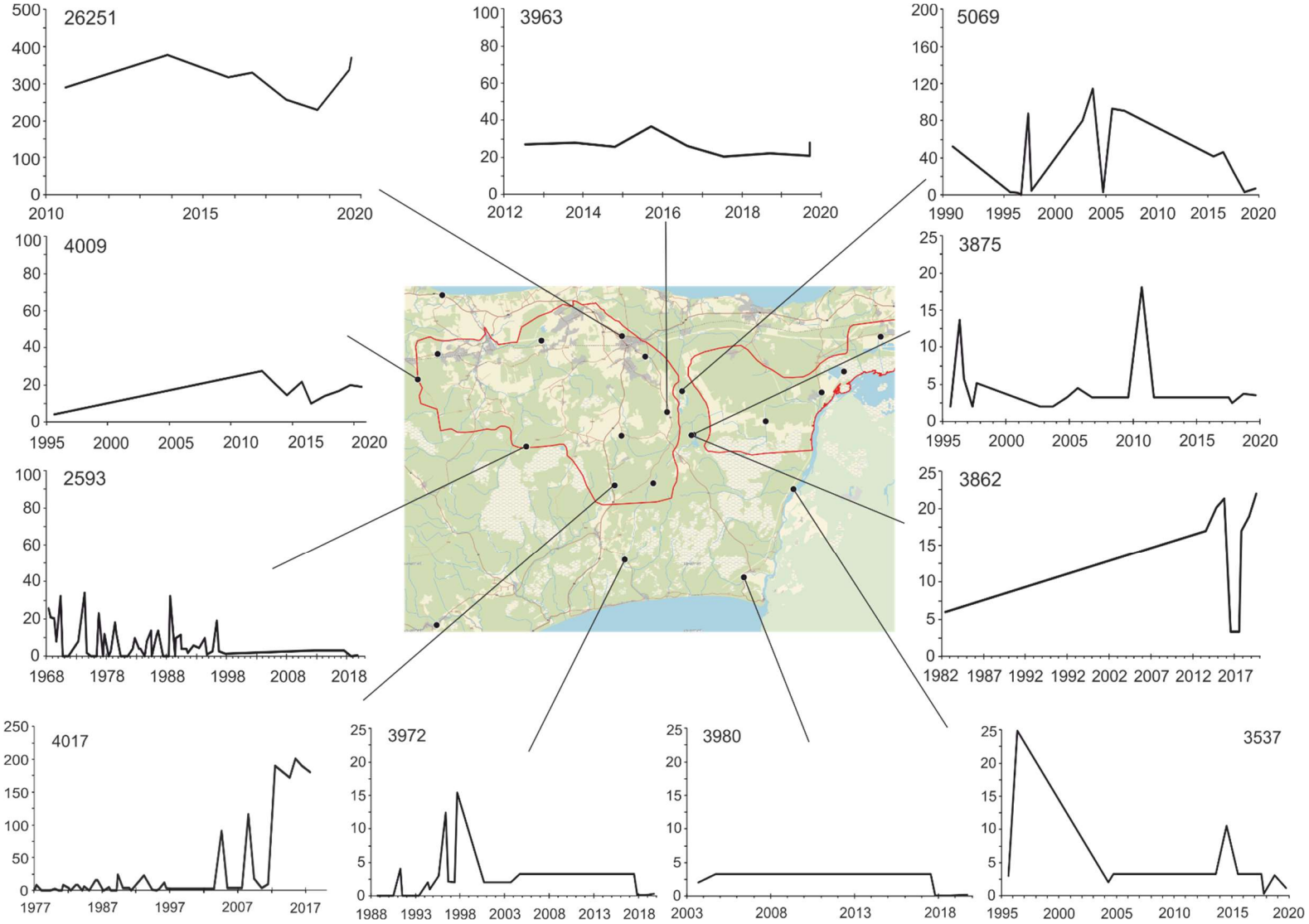
Joonis 5. Sulfaadi sisaldused põhjaveekogumites nr 6 ja 7 aastatel 2000–2020

Põhjavee keemiline koostis põhjaveekogumis nr 6 ja 7 on üldiselt stabiilne, valdavalt Ca-HCO_3-tüüpi, vees lahustunud mineraalainete sisaldusega 0,3–0,8 g/l (Perens jt., 2012; joonis 9). Sulfaatide sisaldused on loodusliku taseme lähedased (keskmine sisaldus ~15 mg/l). Taustatasemest kõrgemat SO_4^{2-} sisaldust on täheldatud põlevkivikarjääride, -kaevanduste ja poolkoksiladestute läheduses (joonis 5). Tingituna eelkõige soode laiast levikust ja põhjavee looduslikust anaeroobsest keskkonnast on NH_4^+ (kuni 3,1 mg/l), $Fe_{üld}$ (kuni 8,55 mg/l) ja PHT (kuni 20,7 mg/l O_2) väärtused kohati joogiveele kehtestatud piirsisaldustest kõrgemad (Sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61). Lasnamäe-Kunda veekihi sügavamas osas suureneb Na^+ ja Cl^- ioonide sisaldus, mis viitab aeglasemale veevahetusele ning katioonvahetuse mõjule, mille tulemusena on Ca-HCO_3-tüüpi vesi asendunud Na-HCO_3-tüüpi põhjaveega (joonis 9).

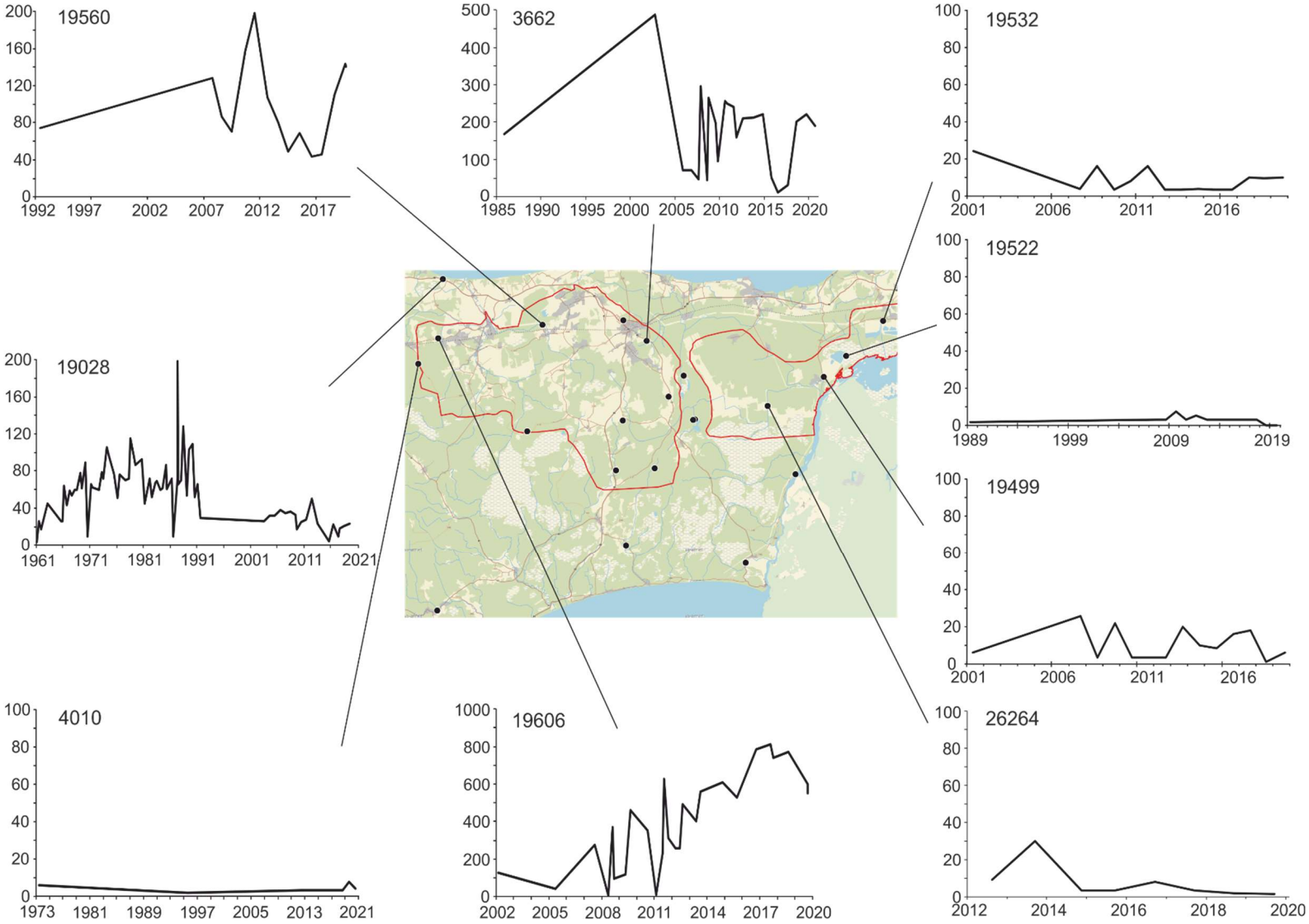
Põhjavee keemilist koostist põhjaveekogumis nr 7 on oluliselt mõjutanud põlevkivi kaevandamine, tänu millele on aeratsioonivöö oluliselt laienenud ning soodustanud õhuhapniku juurdepääsu varem anaeroobsetes tingimustes olnud kivimitele. Koos veetasemete kõikumistega on see põhjustanud laialdase püriidi oksüdatsiooni, mille tulemusena on SO_4^{2-} sisaldused põhjaveekogumis nr 7 kasvanud kuni 800 mg/l (joonised 6, 7 ja 8). Suletud kaevanduste veega täitumisel võivad sulfaatide sisaldused lühiajaliselt suureneda sisaldusteni >1000 mg/l (Erg, 2005; Perens jt., 2012). Sulfaadi kontsentrat-



Joonis 6. Sulfaadi sisalduste (mg/l) ajalised muutused põhjaveekogumite nr 6 ja 7 Nabala-Rakvere veekihi riiklikes seirekaevudes (graafikutel on kirjas vastava kaevu katastri number)



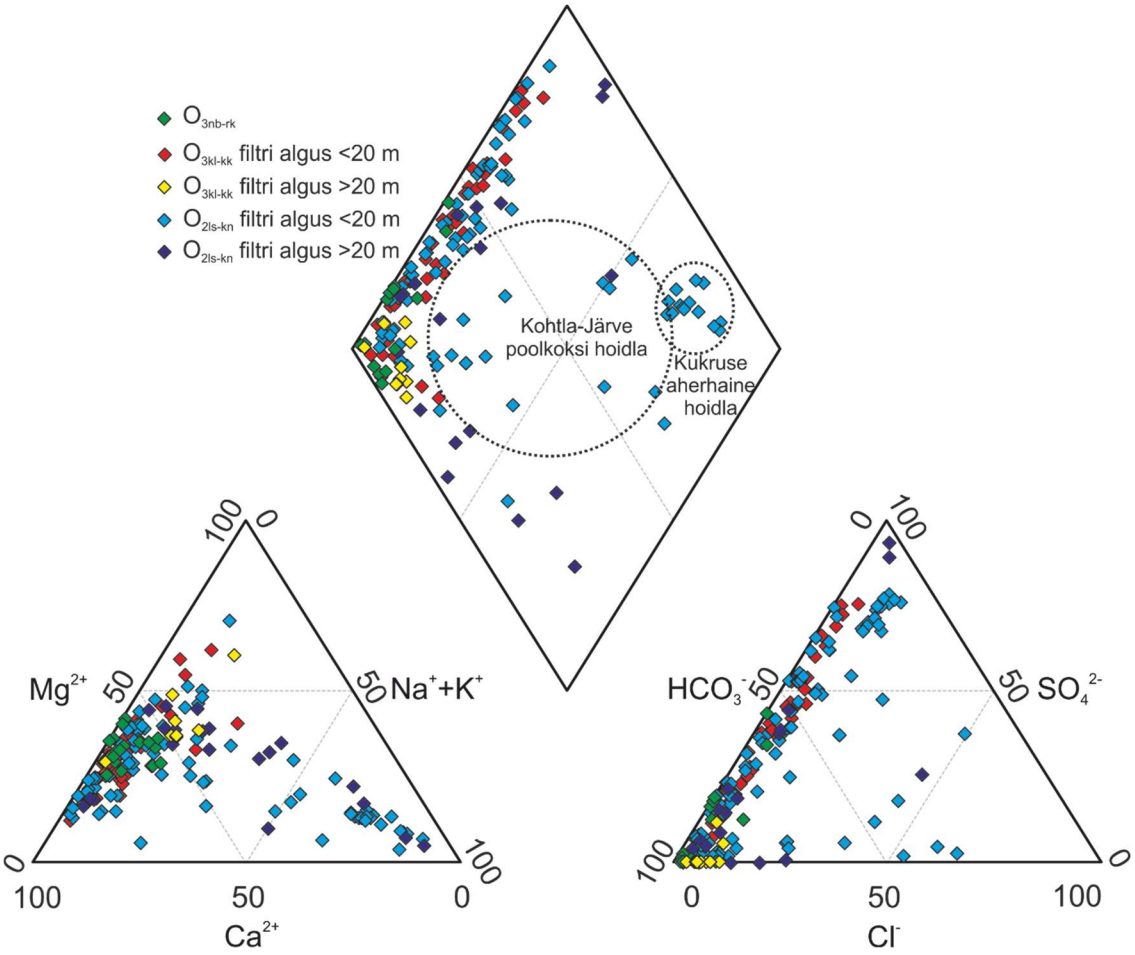
Joonis 7. Sulfaadi sisalduste (mg/l) ajalised muutused põhjaveekogumite nr 6 ja 7 Keila-Kukruse veekihi riiklikes seirekaevudes (graafikutel on kirjas vastava kaevu katastri number)



Joonis 8. Sulfaadi sisalduste (mg/l) ajalised muutused põhjaveekogumite nr 6 ja 7 Lasnamäe-Kunda veekihi riiklikes seirekaevudes (graafikutel on kirjas vastava kaevu katastri number)

sioonide suurenemisega on kaasnenud ka põhjavee mineraalsuse suurenemine. Samuti on suurenenud vee karedus looduslikelt väärtustelt 6-8 mg-ekv/l kuni väärtusteni 10–20 mg-ekv/l (Perens jt., 2012).

Eespool nimetatud protsesside tõttu on vesi põhjaveekogumis nr 7 muutunud kohati Ca-HCO_3-SO_4 või Ca-SO_4 tüüpi veeks (joonis 9). Kaevandustest toimuva veeärastuse tulemusena võib sulfaadirikas põhjavesi sattuda ka ümbruskonna pinnaveekogudesse ning sealt taas põhjavette.



Joonis 9. Põhjaveekogumi nr 7 puurkaevude jaotus Piper'i diagrammil

Põhjaveekogumi nr 7 põhjavees leviva maapinnalähedase orgaanilise reostuse (fenoolid, naftasaadused, benseen, PAH) põhjustajaks on peetud kolme allikat: väljatavad kaevandusveed, elektrijaamade tuhaladestus ja põlevkivi keemiatööstuse jäätmeladestud (Erg, 2005; Tamm, 2010; Perens jt., 2010). Varasemalt on põlevkivitööstuse suurimaks riskiks looduskeskkonnale peetud ka aherainepuistangute võimalikku isesüttimist ja selle käigus tekkivate ohtlike ühendite (valdavalt fenoolid ja PAH-id) levimist vesikeskkonda. Kaasaegsed ladestamistehnoloogiad (lamepuistangud) on neid riske oluliselt vähendanud (Osjamets jt., 2021). Viimaste aastate riikliku põhjaveeseire ja teiste uuringute käigus ei ole olulisi ohtlike ainete sisaldusi täheldatud. Vaid kohati on kogumi põhjavees

tuvastatud vastavatest piirnormidest suuremaid fenoolide (>1 µg/l) ja PAH-ide (>0,1 µg/l) kontsentratsioone (Erg ja Tamm, 2018; Kõrgmaa jt., 2020).

Põlevkivikaevandustest pärinevad veed suunatakse kraavide, kanalite ja ojade kaudu Erra, Purtse, Ojamaa, Narva, Toolse ja Mustajõe jõgedesse aga valdavaks kaevandusvee suublaks on hetkel Rannapungerja jõgi, võttes vastu ligi 75% kaevandusvee heitest (Hendrikson & Ko OÜ, 2017). Kaevandustest väljatava vee kogused on küll suured, kuid saasteainete sisaldused kaevandusvetes (biokeemiline hapnikutarve, üldfosfori ja üldlämmastiku sisaldus) on lähedased keskmisele jõevee koostisele. Kaevandusveega satub loodusesse ka suurtes kogustes sulfaate ja heljumit, mis ei ole vesikeskkonnale otseselt ohtlikud saasteained (TPÜ Ökoloogia Instituut, 2003; Maves AS, 2014). Samas võib veekogude setetesse akumuleeruv SO_4^{2-} kujutada endast ökoloogilist riski, sest sulfaatiooni redutseerimisel moodustub vee-elustikule ohtlik H_2S. Kaevandusvetega kaasneb pigem pinna- ja põhjavee naftareostus, aga leitud on ka fenoole (Tamm ja Teinemaa, 2020), kuigi kaugeltki mitte sellistes kogustes kui keemiatööstuse jäätmeladestutes. EKUK (2018) hindab kaevandustest lähtuvaks fenoolide heitkoguseks ligikaudu 10 kg/aastas. Kaevandustest väljatavast veest leitud PAH-id (EKUK, 2018) võivad pärineda kaevandustes kasutatavate diiselsõidukite heitgaasidest. Arvestades kaevanduste vähest ventilatsiooni võivad muidu väikese PAH-i emissiooniga diiselmootorid osutuda kaevandustes oluliseks PAH-ide allikateks (Sørensen jt., 2004). Teiseks PAH-ide hajusreostuse allikaks kaevandustes võivad olla kaevanduskäikude põlengud. Viimaseid on toimunud Eestis mitmeid, eelkõige 1960-ndatel. Viimane suurem põleng toimus 1988. aastal Estonia kaevanduses.

Kolde- ja lendtuhaga kokku puutunud vesi sisaldab leostustestide põhjal ohtlikke PAH-e (Irha jt., 2015), mille lahustumisele võib aidata kaasa põlevkivi tuha kõrge pH, 12–13 (Pöyry, 2000; Pöyry Enec AS, 2009). Põlevkivi tuhas ühe- ega kahealuselisi fenoole leitud ei ole (Sørli jt., 2004), kuid nii lihtfenooli kui m,p-kresooli on tuvastatud tuhamägede settetiikide vees kui ka tuhavälja väljalasu heitvees (EKUK, 2018). Ilmselt leidub fenoole väga väikeses koguses ka tuhas ja tänu fenoolide väga heale lahustuvusele leostuvad need kiiresti nõrgvette. Kuna tuhas levivad leelismetallid settivad kiiresti moodustades tuhavälja tiikide ja kanalite põhja ulatusliku tsementeerunud kivimikihi, siis eeldatakse, et sealsete vete infiltreerumine ümbritsevasse looduskeskkonda on takistatud (Puura ja Kõue, 2011). Neis veekogudes on fenoolid ja PAH-id UV-kiirgusele kättesaadavad ja lagundatakse päevadega fotolüütiliste reaktsioonide käigus ning suurt keskkonnaohtu endast kujuta ei tohiks.

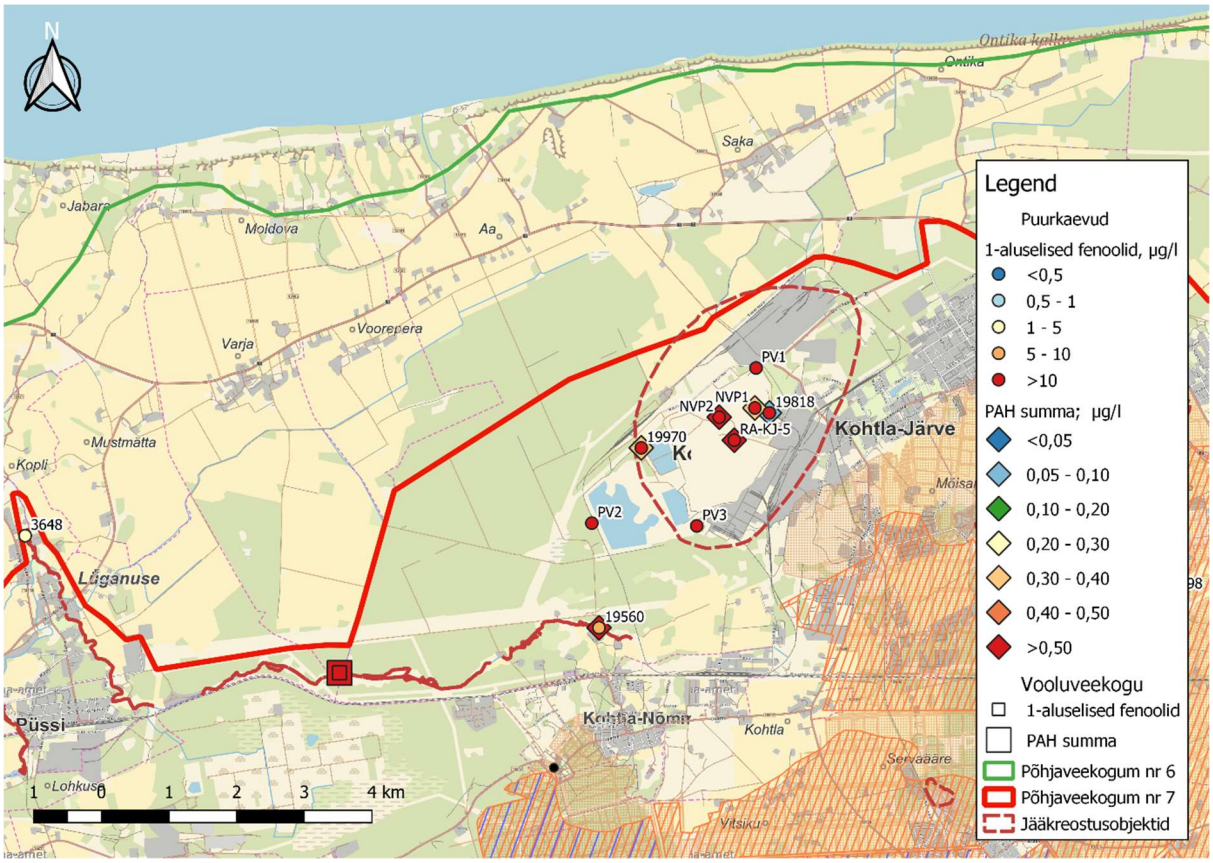
Kõige tuntumad orgaanilise reostuse allikad põhjaveekogumis nr 7 on **keemiatööstuse poolkoksi ladestud Kohtla-Järvel ja Kiviõlis** (Otsa ja Tang, 2003; Saether jt., 2004; Trikkel jt., 2004; Sørli jt., 2004; Orupõld jt., 2008). Kuna mõlemad ladestusalad asuvad kogumi nr 7 põhjapiiril ohustavad nad ka põhjaveekogumit nr 6.

Poolkoks koosneb mineraalsest ja orgaanilisest osast. Mineraalne osa koosneb peamiselt kaltsiidist ($CaCO_3$), dolomiidist, kvartsist, kaaliumpäevakivist ja savi mineraalidest (põhiliselt illiit). Samuti esineb värskes poolkoksis CaS koos FeS jääkidega (Mõtlep jt., 2007). Poolkoksi orgaanilise koostisega on küsitavusi. Otsa ja Tang (2003) esitatud analüüsid näitavad, et madalmolekulaarseid orgaanilisi saasteaineid (fenoolid, PAH-id, õlisaadused jm) värskes poolkoksis olulistes kontsentratsioonides ei esine. Samas Sørlie jt (2004) ja Reinik jt (2015) leidsid Kohtla-Järvel poolkoksist nii 4-metüülfenooli, 2,4-dimetüülfenooli, 2,3-dimetüülfenooli kui ka 3,4-dimetüülfenooli ning PAH-idest suuremas koguses fluoranteeni, püreeni, benso(a)antratseeni. Seda on seletatud PAH-ide sisalduste suurenemisega poolkoksi vananedes (Vallner jt., 2015). Ka eksperimentaalselt on näidatud PAH-i leostumise intensiivsuse kasvu poolkoksi vananemisel, viie aasta jooksul 36 – 151 µg/l värskes poolkoksis ja 19 – 315 µg/l vananenud poolkoksis (Jefimova jt., 2014). Peamiseks viisiks, kuidas erinevad ühendid poolkoksi ladestutest keskkonda sattuvad, on sadevete äravool, mis leostab poolkoksist välja rohkelt fenoole ja väheses koguses PAH-e (Reinik jt., 2015). Seetõttu sõltub orgaaniliste ühendite esinemine veeproovides sademete hulgast, aastaajast, proovi võtmise sügavusest ning ka poolkoksi vanusest.

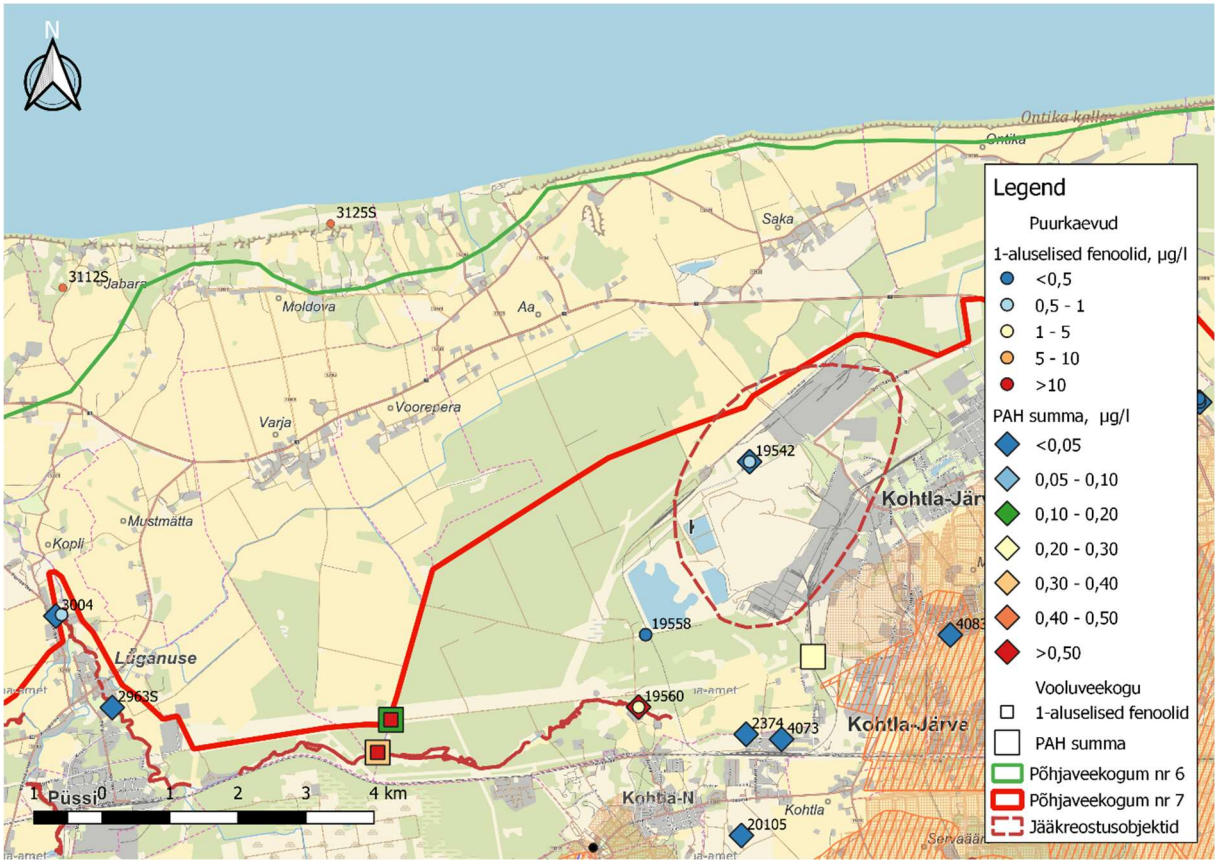
Kõige levinumad fenoolid poolkoksi nõrgvees on lihtfenool ja p-kresool, mis aga lagunevad keskkonnas suhteliselt kiiresti (Kahru ja Põllumaa, 2006; Reinik jt., 2015). Kuigi leostises esineb PAH-e suhteliselt madalates kontsentratsioonides (Kohtla-Järve prügila poolkoksi nõrgvees 0,32 µg/l; Sørlie jt., 2004), on probleemiks nende ajas akumuleerumine tulenevalt PAH-ide suurest keemilisest stabiilsusest. Peamiselt esinesid Kohtla-Järve poolkoksihoidla seirekaevudes madalmolekulaarsed (molaarmassiga <200 g/mol; tabel 3) ühendid nagu fenantreen, naftaleen, atsenaftüleen ja antratseen. Need ühendid on vees paremini lahustuvad ja sellest tulenevalt ka keskkonnas liikuvamad. Ohtlikumatest ühenditest olid levinumad benso(a)antratseen ja püreen (Sørlie jt., 2004).

Läbi aastakümnete ladustati keemiatööstuse jääke isolatsiooni tingimusi jälgimata või suunati heitmed otse loodusesse (nt Erra ja Kohtla jõgedesse), mis põhjustas veekogudes ulatusliku fenooli reostuse (Maves, 2008). Alates 2002. aastast lõpetati nii poolkoksi laialiuhtmine veega kui ka fuuside saatmine Kohtla-Järve poolkoksimäele ning enne keskkonda jõudmist läbib defenoleeritud tööstus- või nõrgvesi regionaalse puhasti (EKUK, 2018) või suunatakse fenoolveed kateldesse põletamiseks. Otsa ja Tang (2003) peab tõenäoliseks, et oluline fenooli reostus jõuab põhjavette peamiselt poolkoksihoidlaid ümbritsevate kraavide nõrgveest, kuna kraavid lõikavad läbi suure osa kaitsvast pinnakattest. Reostuse levikut läbi 50-100 meetri paksuse tihenenud jäätmelasundi ja selle all oleva pinnase peeti vähetõenäoliseks. Seetõttu on soovitatud hoida kraavide veetase madalamal vabapinnalisest põhjaveetasemest. Poolkoksihoidlate nõrgvett vastu võtvad kraavid omavad/omasid ühendust Erra ja Kohtla jõgedega, mis kandsid/kannavad reostuse läbi Purtse jõe Soome lahte.

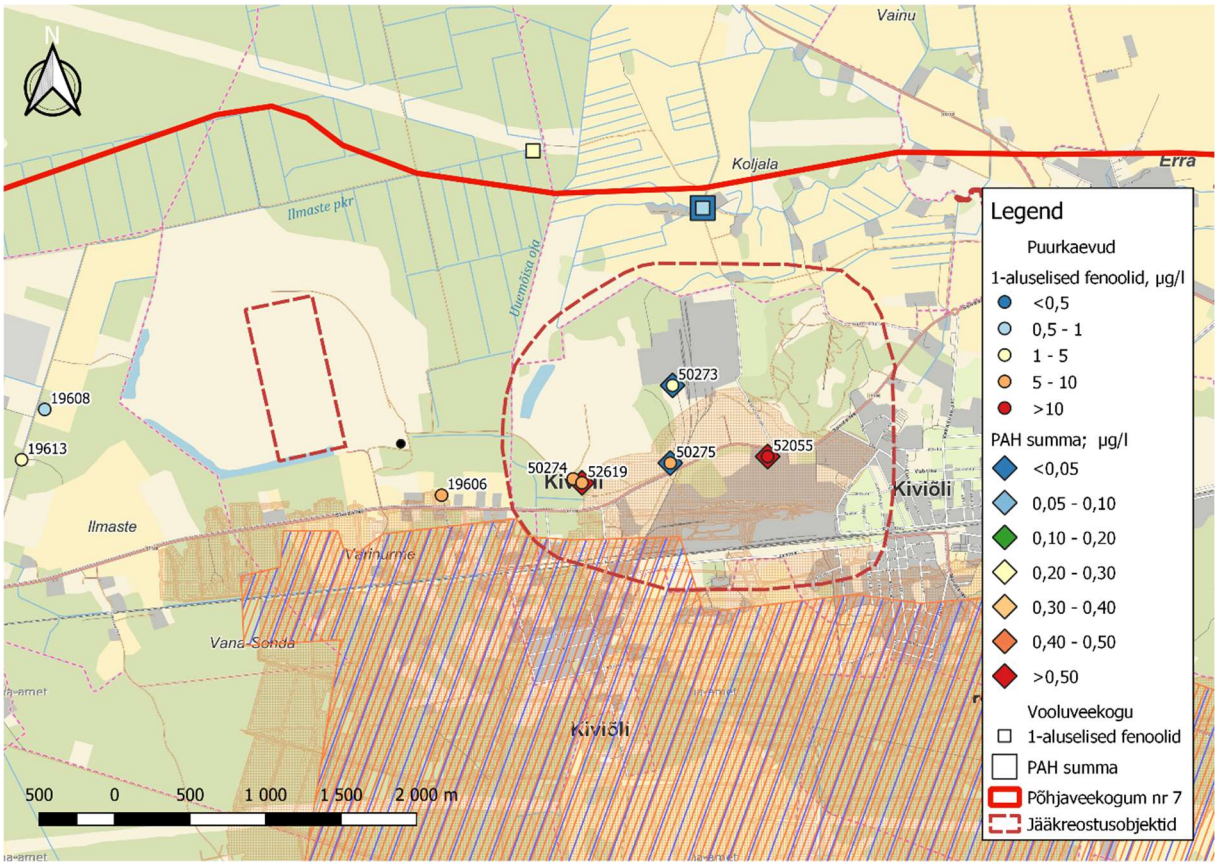
Kuigi mõlema poolkoksi ladestu lähistelt on põhjaveest tuvastatud märkimisväärses koguses fenoole



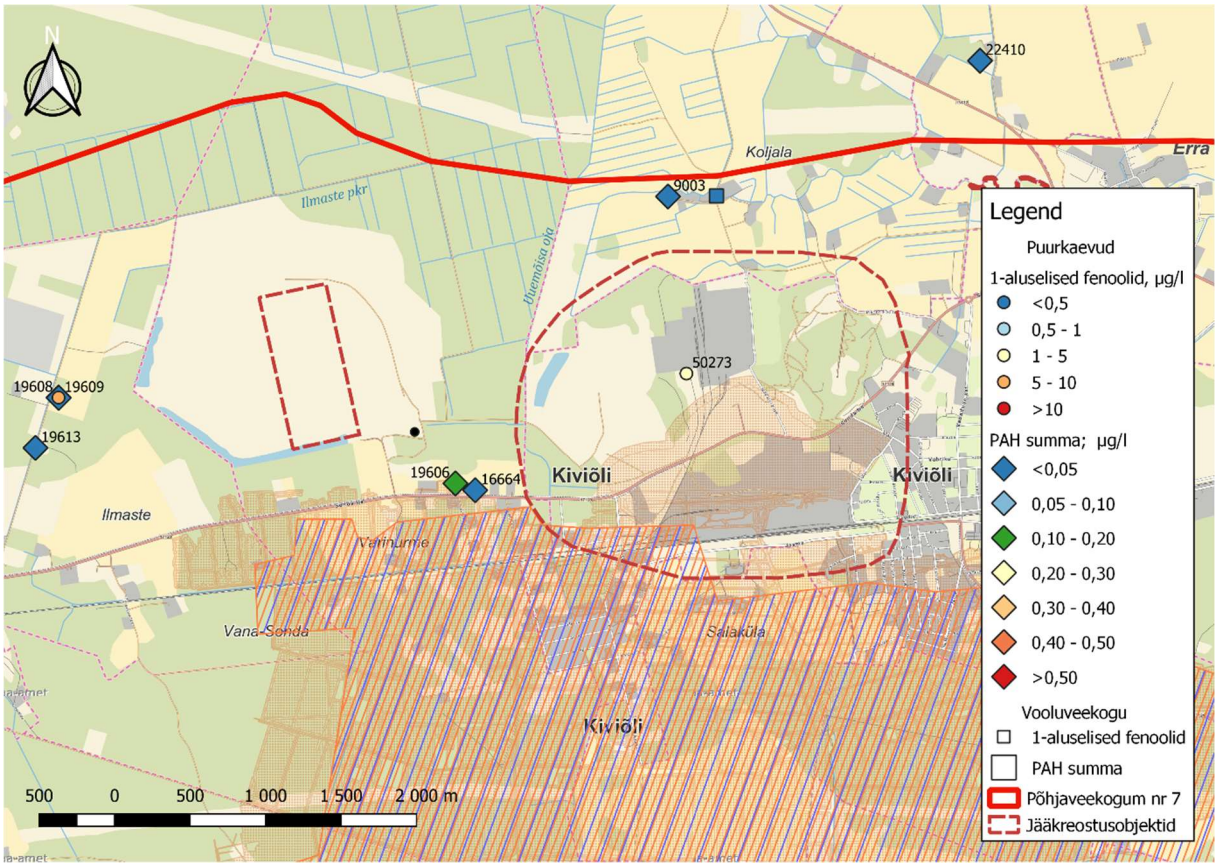
Joonis 10. Fenoolide ja PAH summad Kohtla-Järve jäätmehoidla ja ümbruse puurkaevudes aastatel 2010–2015. Viirutus tähistab altkaevandatud ala



Joonis 11. Fenoolide ja PAH summad Kohtla-Järve jäätmehoidla ja ümbruse puurkaevudes aastatel 2015–2020. Viirutus tähistab altkaevandatud ala



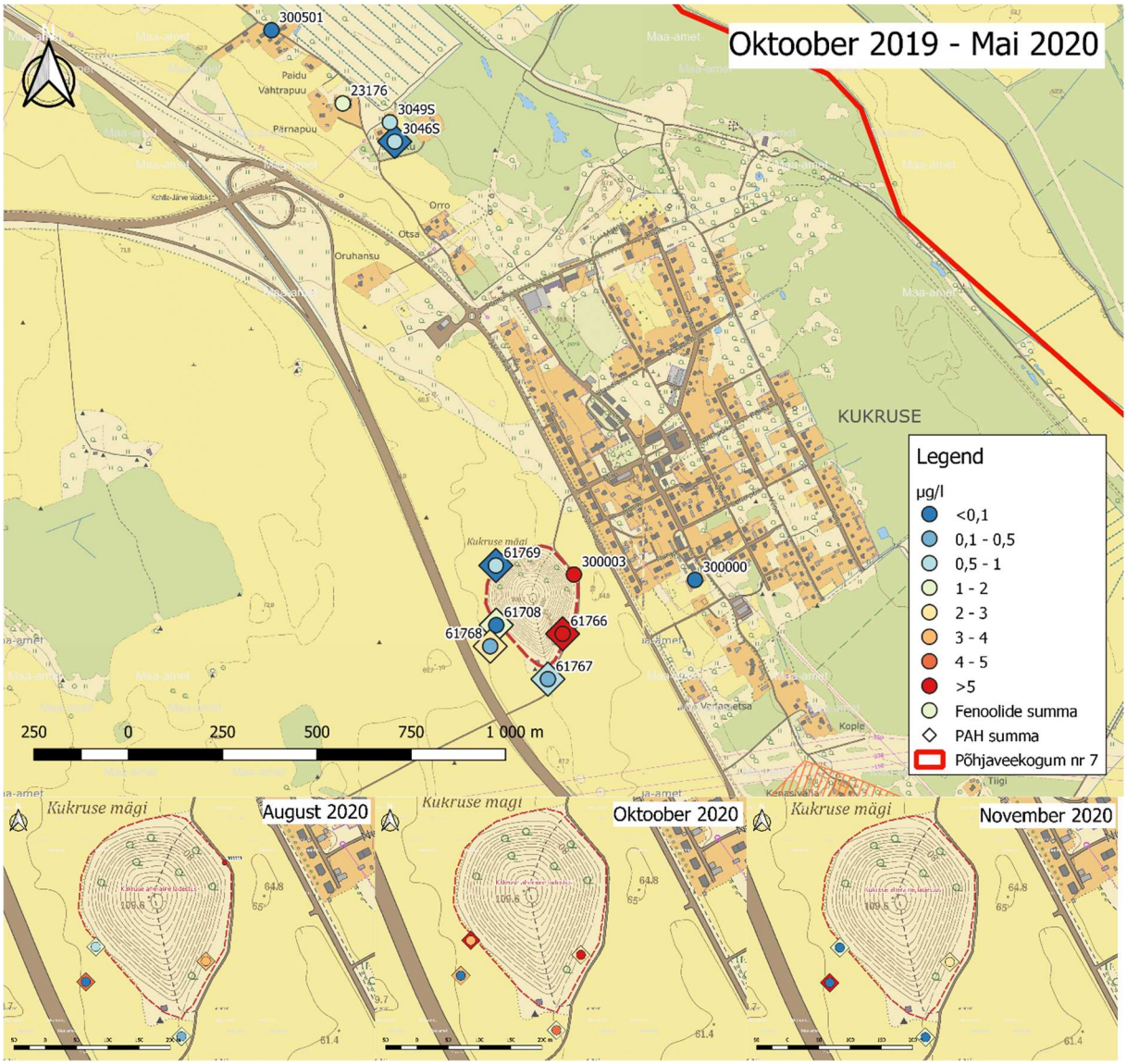
Joonis 12. Fenoolide ja PAH summad Kiviõli poolkoksi ladestuse ja ümbruse puurkaevudes aastatel 2010–2015. Viirutus tähistab altkaevandatud ala



Joonis 13. Fenoolide ja PAH summad Kiviõli poolkoksi ladestuse ja ümbruse puurkaevudes aastatel 2015–2020. Viirutus tähistab altkaevandatud ala

on Kiviõlis nende sisaldused jäänud kordades madalamaks kui Kohtla-Järvel (joonised 10, 11, 12 ja 13). Keemiatööstuse fenoolide koguheide pinnavette on aasta-aastalt vähenenud. Viimati hinnati põlevkivikeemiatööstuse fenooli reostuse hulgaks pinnavette ligikaudu 400 kg/aastas (n=3; EKUK 2018), probleemiks on jäänud varasema saastega pinnas, kust orgaanilised toksiinid leostuvad endiselt vette (Maves 2008; Kõrgmaa jt., 2020).

Kuigi **põlevkivi aherainеladestud** ei nõua enam kõrgendatud tähelepanu (Tamm jt., 2020) on värske uuring näidanud, et Kukruse aherainehoidla emiteerib märkimisväärses koguses fenoole ja PAH-e ümbritsevasse põhjavette ning tegemist on endiselt ohtliku jääkreostusobjektiga, kuigi ladestust rohkem kui 100 m kaugusel paiknevates tarbekaevudes ei ole reostus enam tuvastatav (Osjamets jt., 2021; joonis 14). Siiski ei selgu uuringus, mis suunas ja kui kaugele võiksid levida keemiliselt inertsed ja väga toksilised PAH-id.



Joonis 14. Fenoolide ja PAH summad Kukruse aherainеladestu ümbruses ja seirekaevudes aastatel 2019–2020 (Osjamets jt. 2021 andmetel)

2.2. Probleemsete seirekaevude kirjeldused

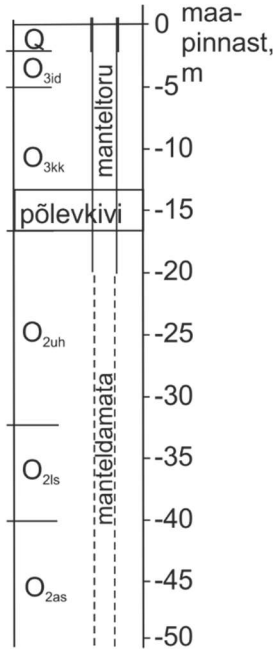
2.2.1. Seirekaevu katastri nr 3662 kirjeldus

Seirekaev nr 3662 kuulub riiklikusse põhjaveekogumite seirevõrku (keskkonnaregistri kood PRK0003662, katastri nr 3662, seirejaama kood SJA9829000) ja käesolevas aruandes nimetatakse kaevu järgnevalt – seirekaev nr 3662. Kõikide aruandes kasutamist leidvate kaevude puhul kasutatakse nende numeratsioonina vastava kaevu katastri numbrit.

Seirekaev nr 3662 asub Jõhvi vallas Kose külas Orliku kinnistul (katastriüksuse tunnus 25201:008:0500; joonised 15 ja 8), Jõhvi-Kose teest umbes 130 m kaugusel majapidamise juures. Keskkonnaregistri andmetel on kaevu sügavus 49,7 m (Veka; keskkonnainfo.ee) , avades Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihti. Samasse riiklikku seirekaevude gruppi kuulub ka Keila-Kukruse veekihti avav puurkaev nr 3667. Mõlemad seirekaevud kuuluvad Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumisse. Skeem seirekaevu nr 3662 puurimisandmetel põhinevast konstruktsioonist ja läbilõikest on esitatud joonisel 16.



Joonis 15. Seirekaevu nr 3662 asukoht (koordinaadid: X = 6583014 ja Y = 696796)



Joonis 16. Seirekaevu nr 3662 konstruktsiooni ja läbilõike skeem

Riiklikusse põhjaveetaseme seiresse kuulub seirekaev nr 3662 alates 2011. aastast ja Keskkonnaseire andmete kogumise ja avalikustamise infosüsteemi (KESE) andmetel on põhjavee keemilise koostise muutusi jälgitud alates 2003. aastast. Aastatel 2000–2011 jälgiti seirekaevu nr 3662 ja ka 3667 veetaset ka ettevõtteseire raames. Rajamisaegne (1984. a) põhjaveetase seirekaevus nr 3662 oli absoluutkõrgusel 39,6 m. Aastaks 2001 tõusis veetase seirekaevus absoluutkõrgusele 45–46 m ja viimased 20 aastat on püsinud suhteliselt stabiilsena, absoluutkõrgusel 44–46 m. Seirekaevu nr 3662 vees on täheldatud sulfaadi sisalduse suurt varieeruvust (11,9–486,4 mg/l, joonis 8).

2.2.2. Seirekaevude katastri nr 4016 ja 4017 kirjeldus

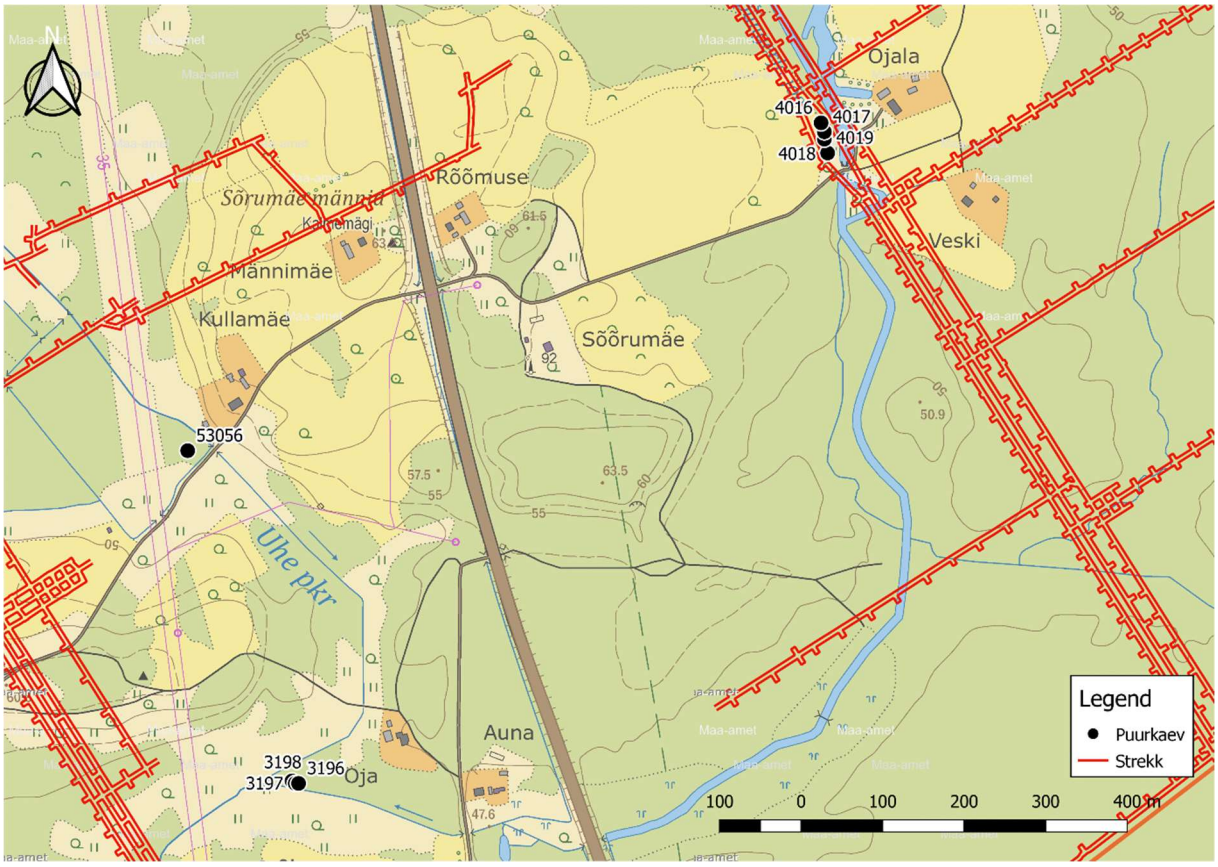
Seirekaevud nr 4016 (Keskkonnaregistri kood PRK0004016, katastri nr 4016, seirejaama kood SJA1690000) ja nr 4017 (Keskkonnaregistri kood PRK0004017, katastri nr 4017, seirejaama kood SJA4667000) kuuluvad riiklikusse põhjaveekogumite seirevõrku. Seirekaevud asuvad Alutaguse vallas Sõrumäe külas Ülase kinnistul (katastriüksuse tunnus 22401:001:0348), Rannapungerja jõe ääres (joonised 17, 6 ja 7). Keskkonnaregistri andmetel on seirekaevu nr 4016 puurimisaegseks sügavuseks 19,3 m, avades Ordoviitsiumi Nabala-Rakvere veekihti. Seirekaevu nr 4017 puurimisaegseks sügavuseks on antud 56,7 m, avades Ordoviitsiumi Keila-Kukruse veekihti. Mõlemad seirekaevud kuuluvad Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumisse.



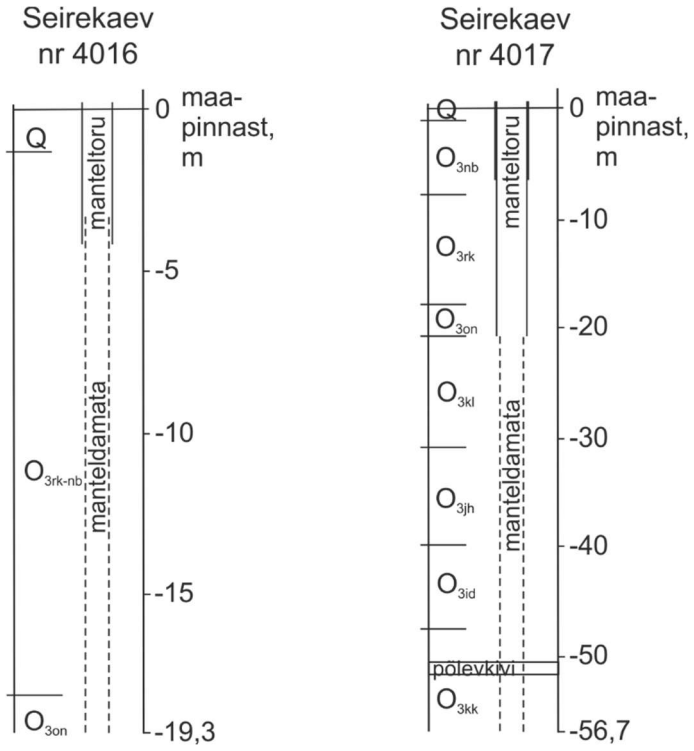
Joonis 17. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 asukoht (koordinaadid vastavalt: X = 6563496 ja Y = 692168; X = 6563485 ja Y = 692172)

Seirekaevud nr 4016 ja 4017 kuuluvad Estonia kaevanduse mäeeraldisel asuvasse seirekaevude gruppi, kus on ka Voronka (nr 4018) ja Ordoviitsiumi-Kambriumi (nr 4019) veekihte avavad seirekaevud. Aastal 2012 rajati piirkonda Estonia kaevanduse strekid, mille käigus jäid kõik neli seirekaevu strekikäikude vahelisse tervikusse (joonis 18). Skeem seirekaevude nr 4016 ja 4017 puurimisandmetel põhinevast konstruktsioonist ja läbilõikest on esitatud joonisel 19.

Riiklikusse põhjaveetaseme seiresse kuuluvad kaevud nr 4016 ja 4017 alates 1975. aastast ja põhjavee keemilise koostise muutusi on neis jälgitud alates 1977. aastast. Rajamisaegne (1975. a) põhjaveetase seirekaevus nr 4016 oli absoluutkõrgusel 49,19 m ja seirekaevus nr 4017 absoluutkõrgusel 48,64 m. Seirekaevudes veetasemed püsisid stabiilsed kuni 2003. aastani, kui algas veetaseme ühtlane alanemine. Põhjaveetase Keila-Kukruse veekihti avavas seirekaevus nr 4017 on alates 2003. aastast alanenud umbes 17 m, intensiivseim alanemine (~4 m) leidis aset 2012. aastal. Nabala-Rakvere veekihti avava seirekaevu nr 4016 veetase on alates 2003. a alanenud umbes 9 m. Mõlema seirekaevu vees on alates 2003–2004. aastast täheldatud sulfaadi sisalduse kasvu (joonised 6 ja 7).



Joonis 18. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 paiknemine Sõrumäe külas, allmaakaevanduse strekkide suhtes (Raidla jt., 2020)



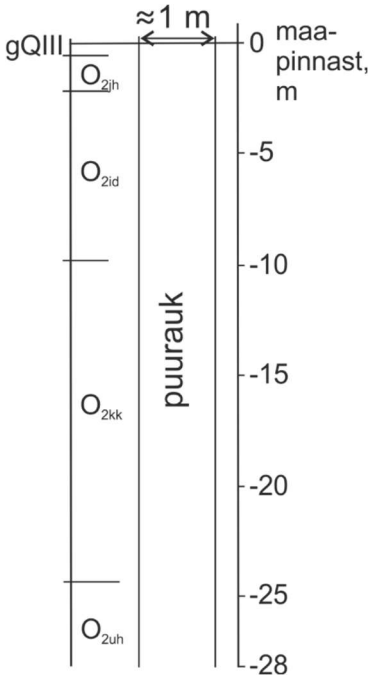
Joonis 19. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 konstruktsiooni ja läbilõike skeem

2.2.3. Seirekaevu katastri nr 19498 kirjeldus

Puurkaev nr 19498 kuulus riiklikusse põhjaveekogumite seirevõrku (keskkonnaregistri kood PRK0019498, katastri nr 19498, seirejaama kood SJA6799000). Seirekaev nr 19498 asub Jõhvi vallas Sompa külas Veeaugu kinnistul (katastriüksuse tunnus 25201:002:0145; joonised 20 ja 26) metsas, ühtlasi ka altkaevandatud alal. Keskkonnaregistri andmetel on kaevu sügavus 28 m, avades Ordoviitsiumi Keila-Kukruse veekihti. Seirekaevu läbimõõt on umbes 1 m ning asub betoonrõngastega ümbritsetud kuni 3 m laiuses šurfis. Seirekaevu puurimisaegse konstruktsiooni kohta info puudub, aga keskkonnaregistri andmetel põhinev orienteeruv läbilõige on esitatud joonisel 21. Kohaliku elaniku väidetel avaneb kaev kaevandusvete kogumisbasseini, kust võeti kastmisvett kohalikele põldudele. Kogu niisutussüsteemi taristu lammutati 90-ndate aastate alguses. Kaevu nr 19498 vahetus naabruses asub ka teine analoogse konstruktsiooniga kaev, mis pole keskkonnaregistrisse kantud (käesolevas aruandes kui kaev nr 300001).



Joonis 20. Seirekaevu nr 19498 asukoht (koordinaadid: X = 6585931 ja Y = 689345)

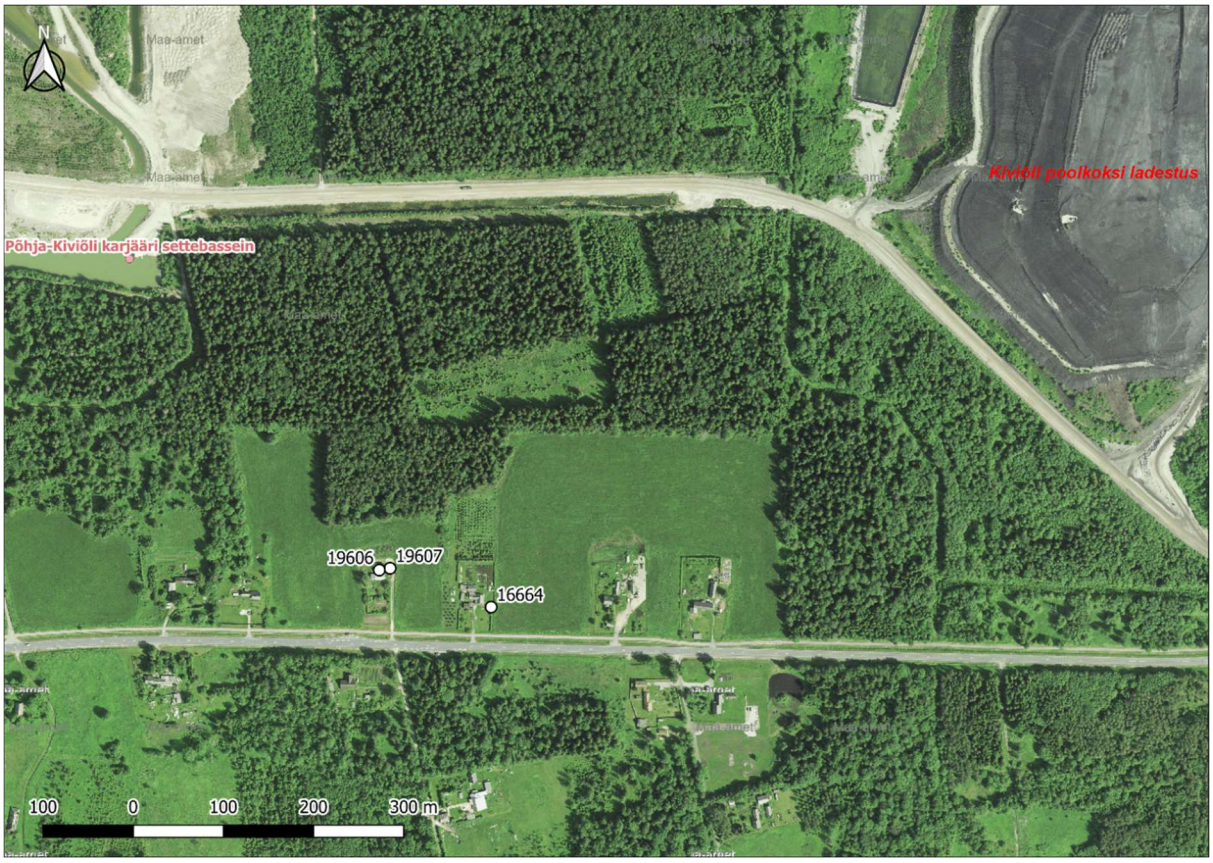


Joonis 21. Seirekaevu nr 19498 oletatava läbilõike skeem

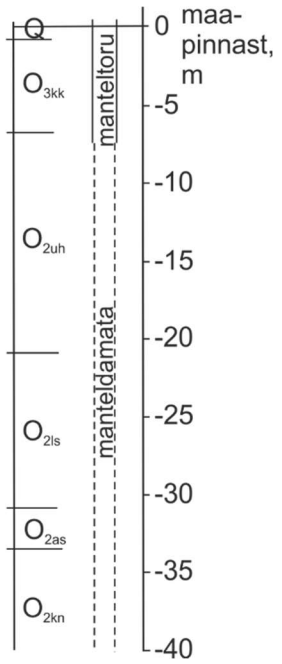
Seirekaevus nr 19498 on veetaseme ja keemilise koostise muutuseid jälgitud 1975. kuni 2012. aastani. Rajamisaegne (1975. a) põhjaveetase seirekaevus nr 19498 oli absoluutkõrgusel 50,5 m. Seirekaevus veetase tõusis, püsides 1980-ndatest kuni 2012. aastani absoluutkõrgustel 51,3–52,6 m. Käesoleva uuringu ajaks (03.09.2019) oli veetase mõnevõrra alanenud, absoluutkõrgusele 50,9 m. Seirekaevu nr 19498 vees on riikliku põhjaveeseire käigus täheldatud sulfaadi sisalduse suurt varieeruvust (120 – 690 mg/l).

2.2.4. Seirekaevu katastri nr 19606 kirjeldus

Puurkaev nr 19606 kuulub riiklikusse põhjaveekogumite seirevõrku (keskkonnaregistri kood PRK0019606, katastri nr 19606, seirejaama kood SJA5513000). Seirekaev nr 19606 asub Lüganuse vallas Varinurme külas Sonda tee 8 kinnistul (katastriüksuse tunnus 75101:001:0079; joonis 8). Kaev jääb majapidamise õuealale, asudes eluhoonest umbes 4 m kaugusel ning on kasutuses majapidamise veevarustuses (joonis 22). Seirekaev jääb veega täitunud altkaevandatud ala (Kiviõli kaevandus) ja Kiviõli poolkoksi ladestu vahelisele alale. Kaevanduskäigud ulatuvad seirekaevu vahetusse naabrusse. Keskkonnaregistri andmetel on kaevu sügavus 40,1 m, avades Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihti. Skeem seirekaevu puurimisandmetel põhinevast konstruktsioonist ja läbilõikest on esitatud joonisel 23. Seirekaev nr 19606 kuulub hüdrogeoloogilise uuringu puurkaevude gruppi, kus on ka Keila-Kukruse veekihti avav puurkaev nr 19607.



Joonis 22. Seirekaevu nr 19606 asukoht (koordinaadid: X = 6583401 ja Y = 665379)



Joonis 23. Seirekaevu nr 19606 konstruktsiooni ja läbilõike skeem

Keskkonnaseire andmete kogumise ja avalikustamise infosüsteemi (KESE) andmete kohaselt on seirekaevus jälgitud vee keemilise koostise muutusi alates 2007. aastast ja põhjaveetaseme muutusi 2011. aastast. Rajamisaegne (2002. a) põhjaveetase seirekaevus nr 19606 oli absoluutkõrgusel 44,4 m.

Seirekaevus läbi viidud veetaseme vaatlused näitavad, et aastatel 2011–2016 on aset leidnud veetaseme tõus, absoluutkõrguste vahemik 43,4–45,5 m. Viimastel aastatel on veetase püsinud stabiilsena, jäädes vahemikku absoluutkõrgusel 44,5–45,5 m.

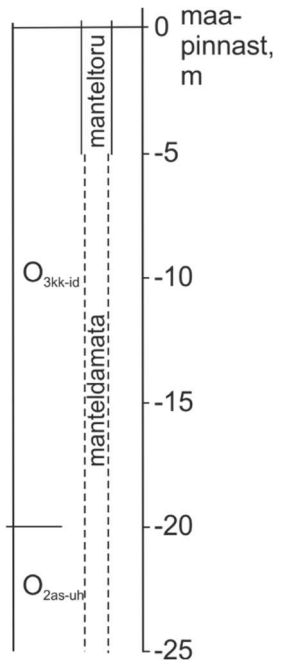
Seirekaevu nr 19606 vees on tuvasatud sulfaadi sisalduse kasv (joonis 8) ning lisaks on aastatel 2007–2012 registreeritud ka suur muutlikus kaltsiumi ja kloriidi sisaldustes. Seirekaevu vee keemilist koostist on analüüsitud Erg ja Tarros (2017), kuid selgeid põhjuseid keemilistele muutustele pole välja toodud.

2.2.5. Seirekaevu katastri nr 26251 kirjeldus

Puurkaev nr 26251 kuulub riiklikusse põhjaveekogumite seirevõrku (keskkonnaregistri kood PRK0026251, katastri nr 26251, seirejaama kood SJA9721000). Seirekaev nr 26251 asub Jõhvi vallas Edise külas Piiri kinnistul (katastriüksuse tunnus 25101:001:0326), jäädes Tallinn-Narva maanteest umbes 50 m kaugusele (joonised 24 ja 7). Keskkonnaregistri andmetel on kaevu sügavus 25 m, avades Ordoviitsiumi Idavere-Kukruse veekihti (põhjaveekogum nr 7). Seirekaev kuulub riiklikku seirekaevude gruppi, kus on ka Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihti avav puurkaev nr 26252 (põhjaveekogum nr 5a). Skeem seirekaevu nr 26251 puurimisandmetel põhinevast konstruktsioonist ja läbilõikest on esitatud joonisel 25.



Joonis 24. Seirekaevu nr 26251 asukoht (koordinaadid: X = 6586114 ja Y = 693274)



Joonis 25. Seirekaevu nr 26251 konstruktsiooni ja läbilõike skeem

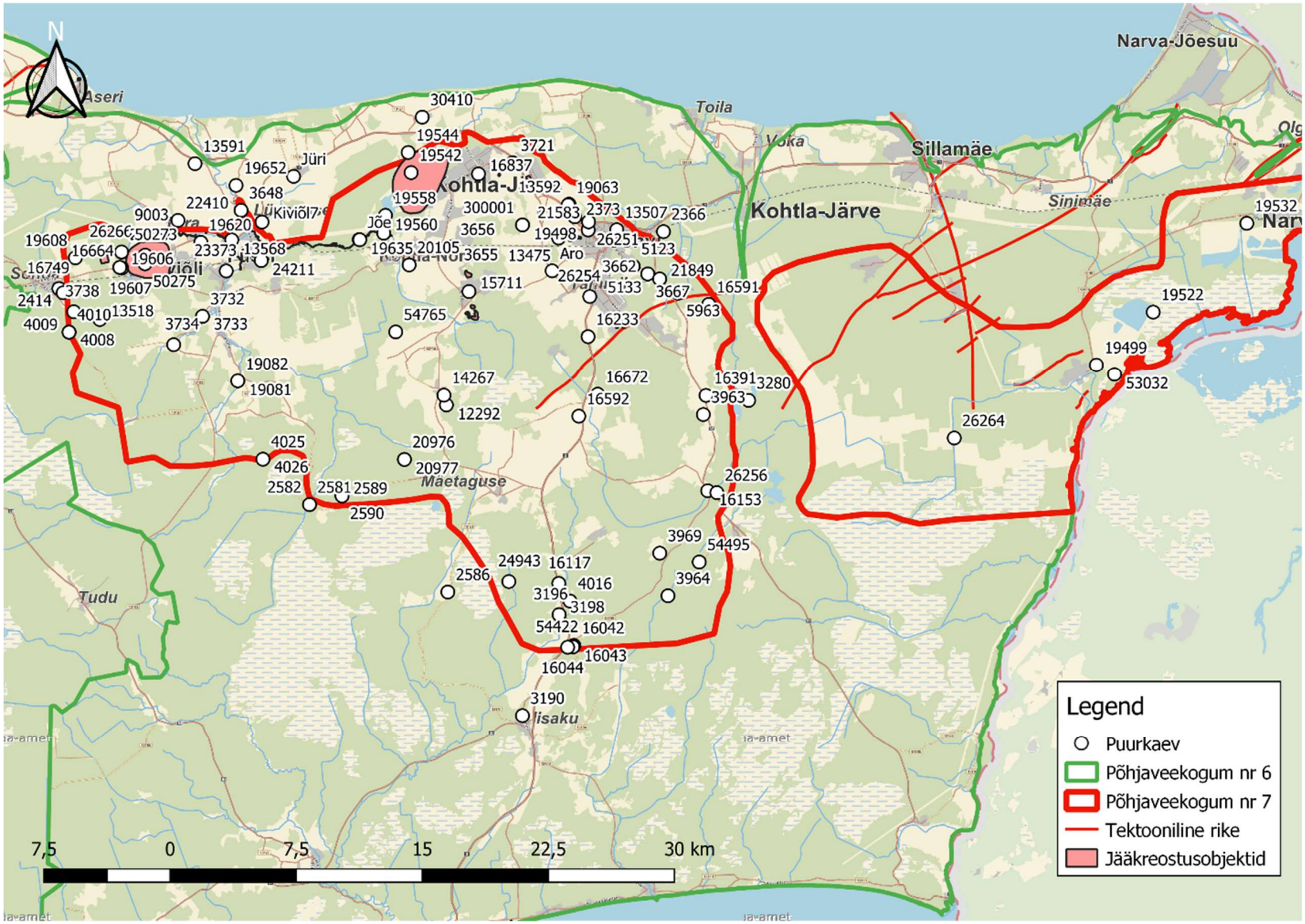
Riiklikusse põhjaveetaseme seiresse kuulub seirekaev nr 26251 alates 2011. aastast ja Keskkonnaseire andmete kogumise ja avalikustamise infosüsteemi (KESE) andmete kohaselt on seirekaevus nr 26251 jälgitud vee keemilise koostise muutumist alates 2013. aastast. Rajamisaegne, 2010. a, põhjaveetase seirekaevus nr 26251 oli absoluutkõrgusel 51 m. Veetase on seireperioodi (2011–2020) kestel püsinud praktiliselt sama, absoluutkõrgustel 50,5–52,0 m.

Seirekaevu nr 26251 vees on täheldatud sulfaadi kõrgeid sisaldusi (230 – 377,3 mg/l; joonis 7), mis on peaaegu alati ületanud põhjaveele kehtestatud saasteaine läviväärtust (Keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48). Varasemalt on seirekaevus läbi viidud tehnilise seisukorra uuring, mis tunnistas puurkaevud kõlblikuks seire läbiviimiseks (Erg ja Tarros, 2017).

3. Metoodika

3.1. Uuringute läbiviimise metoodika

Uuringute läbiviimiseks koguti 2019. ja 2020. aastal veeproove 102 puurkaevust (tarbekaevud, erinevad vaatluskaevud). Põhjaveekogumitesse nr 6 ja 7 kuuluvatest puurkaevudest võeti 93 veeproovi, põhjaveekogumisse nr 5a kuuluvatest puurkaevudest 8 veeproovi ja 1 proov võeti kaevust nr 13592, mis avab korraga põhjaveekogumeid nr 7 ja 5a (asukohad ja andmed on esitatud joonisel 26 ja tabelis 4). Puurkaevude valikul lähtuti mitmetest asjaoludest. Kogu põhjaveekogumit nr 7 puudutavate teemade nagu fenoolide levik, põhjavee kvaliteedi muutlikus, kasutatavus ja mõju teistele põhjaveekogumitele puhul püüti luua kaevude võrgustik, mis tagab esindusliku ruumilise katvuse põhjaveekogumi ulatuses. Hindamaks põhjaveekogumi nr 7 mõju põhjaveekogumitele nr 6 ja 5a moodustati pindalaliselt põhjaveekogumi nr 7 erinevatesse piirkondadesse 7 puurkaevude rühma (polügoonalad), kuhu kuuluks igast kogumist vähemalt 1 puurkaev. Lisaks on uuringu läbiviimiseks valitud puurkaevude võrgustik tihedam aladel, kus tuli uuringutega täpsemalt vaadelda üksikute seirekaevude põhjavee keemilisi probleeme (nt SO_4^{2-} kõrge sisaldus riiklike seirekaevude nr 26251, 3662, 4016, 4017, 19606 ja 19498 lähipiirkonnas). Kõigis valitud puurkaevudes mõõdeti põhjavee väliparameetrid – vee elektrijuhtivus, pH, hapniku sisaldus ja temperatuur. Mõõtmisteks kasutati EGT multimeetreid WTW Multi 3630, YSI Pro Plus nr 19L101721 ja YSI Pro Plus nr 13L101287. Kõigist kogutud veeproovidest määrati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse OÜ laboris Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, F^-, $Fe_{üld}$, Fe^{2+}, NO_3^-, NO_2^-, NH_4^+, Mn^{2+}, vaba CO_2, SiO_2 sisaldused, PHT (permanganaatne hapnikutarve), üldkaredus, kuivjääk, värvus, läbipaistvus, hägusus ja lõhnaläve indeks ning põhjavee isotoopsuhted (δ^2H, $\delta^{18}O$), mis määrati Picarro L2120-i vee isotoopide analüsaatoriga Läti Ülikooli Geoloogiliste protsesside uurimis- ja modelleerimiskeskuses. Lisaks võeti osadest puurkaevudest veeproovid orgaaniliste ühendite määramiseks. Nende hulka kuuluvad fenoolid (2,3-dimetüülfenool; 2,5-dimetüülresortsinool; 2,6-dimetüülfenool; 3,4-dimetüülfenool; 3,5-dimetüülfenool; 5-metüülresortsiin; p/m-kresool; o-kresool; fenool; resortsiin), PAH-id (atsenaftüleen; atsenafteen; antratseen; benso(a)antratseen; benso(a)püreen; benso(b)fluoranteen; benso(k)fluoranteen; benso(g,h,i)perüleen; krüseen; dibenso(a,h)antratseen; fluorantseen; fluoreen; indeno(1,2,3-cd)püreen; naftaleen; fenantreen; püreen), naftasaadused, trikloroeteen, tetrakloroeteen, triklorometaan, benseen ja 156 erinevat pestitsiidi. Aruandes esitatud kaartide loomisel on kasutatud Maa-ameti WMS kaarditeenust seisuga jaanuar 2021.



Joonis 26. Puurkaevude asukohad, kust käesoleva uuringu raames koguti aastatel 2019 ja 2020 veeproove

Tabel 4. Seire- ja tarbepuurkaevud, millest käesoleva uuringu raames võeti veeproovid

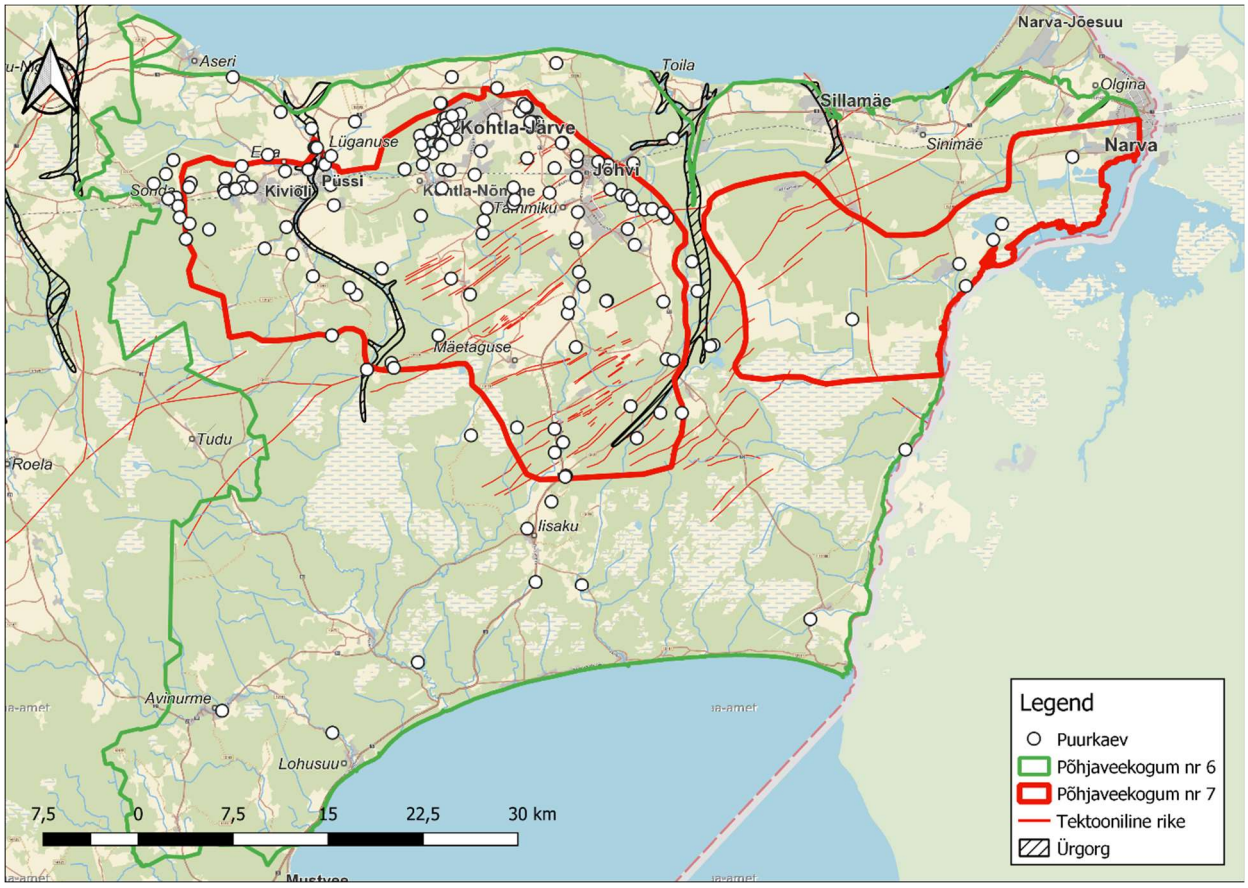
Kat. nr	KKR kood	Puurkaevu aadress	L-EST_X	L-EST_Y	veekiht	filtri algus	filtri lõpp
						m	
2366	PRK0002366	Linna k, Vikoondi kinnistu	697730	6585531	$O_{2ls-1lt}$	10,3	38,0
2373	PRK0002373	Edise küla, Edovaldi kinnistu	692454	6586413	O-Cm	55,1	85,0
2414	PRK0002414	Sonda alevik, Kauge tn 6	662016	6581891	O-Cm	68,0	90,0
2581	PRK0002581	Tarumaa k., Oja kinnistu	676676	6569233	O_{3kk}	27,0	40,0
2582	PRK0002582	Tarumaa k., Oja kinnistu	676671	6569240	O_{2ls-kn}	44,3	75,0
2586	PRK0002586	Metsküla, Mäeserva kinnistu	684900	6564033	O_{3kl-kk}	24,9	71,7
2589	PRK0002589	Tarumaa küla, Vainu kinnistu	678608	6569755	O_{2ls-kn}	50,7	84,1
2590	PRK0002590	Tarumaa küla, Vainu kinnistu	678608	6569753	O_{3kl-kk}	32,5	49,7
3190	PRK0003190	Iisaku alevik, Iisaku metskond 65	689341	6556671	$O_{3nb-rk-id-on}$	38,0	85,0
3196	PRK0003196	Sõrumäe küla, Oja kinnistu	691527	6562686	O_{3nb-rk}	5,0	18,0
3198	PRK0003198	Sõrumäe küla, Oja kinnistu	691519	6562689	O_{2ls-kn}	67,2	100,4
3280	PRK0003280	Vasavere k., Ahtme metskond 25	702796	6575438	O_{3kl-kk}	21,3	38,9
3648	PRK0003648	Lüganuse alevik, Lüganuse tee 26	672603	6586797	O_{2ls-lk}	13,5	23,0
3655	PRK0003655	Servaääre küla	685187	6584627	O_{3kl-kk}	4,5	20,0
3656	PRK0003656	Servaääre küla	685188	6584627	O_{2ls-kn}	16,8	51,3
3662	PRK0003662	Kose küla, Orliku kinnistu	696796	6583014	O_{2ls-kn}	20,1	49,7
3667	PRK0003667	Kose küla, Orliku kinnistu	696796	6583013	O_{3kl-kk}	3,0	19,9
3721	PRK0003721	Peeri küla	688761	6589631	O_{2ls-kn}	18,0	49,0
3732	PRK0003732	Hirmuse küla, Karjamõisa kinnistu	670308	6580488	O_{2ls-kn}	19,2	47,1
3733	PRK0003733	Hirmuse küla, Karjamõisa kinnistu	670306	6580490	O_{3kl-kk}	4,5	14,5
3734	PRK0003734	Soonurme küla, Sope kinnistu	668591	6578799	O_{2ls-kn}	31,6	57,0
3738	PRK0003738	Nüri küla, Pikavõhma kinnistu	662648	6580763	O_{2ls-kn}	33,7	58,2
3963	PRK0003963	Kurtna küla	700101	6574598	O_{3kl-kk}	3,8	38,0
3964	PRK0003964	Ongassaare k., Alajõe m/k 31	697997	6563811	O_{3nb-rk}	5,6	18,2
3969	PRK0003969	Ongassaare küla, Volli kinnistu	697507	6566343	O_{2ls-kn}	70,6	102,0
4002	PRK0004002	Rääsa küla, Maidla metskond 5	673904	657135	O-Cm	83,6	104,4
4008	PRK0004008	Nüri küla, Vihamalle kinnistu	662371	6579546	O_{3kl-kk}	4,3	18,3
4009	PRK0004009	Nüri küla, Vihamalle kinnistu	662371	6579548	O_{3kl-kk}	20,6	38,0
4010	PRK0004010	Nüri küla, Vihamalle kinnistu	662367	6579546	O_{2ls-kn}	44,0	68,6
4016	PRK0004016	Sõrumäe küla	692168	6563496	O_{3nb-rk}	6,6	19,3
4025	PRK0004025	Rääsa küla, Maidla metskond 5	673908	6571938	O_{2ls-kn}	58,0	82,6
4026	PRK0004026	Rääsa küla, Maidla metskond 5	673901	6571938	O_{2id-kk}	32,9	53,1
5123	PRK0005123	Pargitaguse k., Leete kinnistu, Ahtme EJ tuhamäe vaatluskaev	695930	6583470	O_{3kl-kk}	4,0	15,2
5133	PRK0005133	Pargitaguse k., Leete kinnistu, Ahtme EJ tuhamäe vaatluskaev	695931	6583465	O_{2ls-kn}	20,0	53,0

Kat. nr	KKR kood	Puurkaevu aadress	L-EST_X	L-EST_Y	veekiht	filtri algus	filtri lõpp
						m	
5963	PRK0005963	Kose küla, Ahtme metskond 16, Ahtme EJ tuhamäe vaatluskaev	698606	6581872	O_{2ls-kn}	12,0	46,0
9003	PRK0009003	Koljala küla, Tooma kinnistu	666780	6585303	O_{2ls-kn}	7,7	34,0
12292	PRK0012292	Kiikla küla, Alliku kinnistu	684815	6575167	O_{2ls-kn}	49,6	77,5
13475	PRK0013475	Edise küla, Edise tee 27	691494	6585149	O_{2ls-kn}	37,6	63,0
13507	PRK0013507	Jõhvi linn, Kirde tn 24	694950	6585642	O_{2uh}	4,5	10,5
13518	PRK0013518	Nüri küla, Metsaveeru kinnistu	664198	6580300	O_{2ls-kn}	21,0	42,5
13568	PRK0013568	Lüganuse a-k, Kiviõli tee 18	672045	6585037	O_{2ls-kn}	9,6	30,0
13591	PRK0013591	Purtse küla, Tuvikese kinnistu	669861	6589577	$O_{2kn-1lt}$	3,8	11,8
13592	PRK0013592	Edise küla, Revino kinnistu	692108	6587166	O-Cm+O_{2ls-kn}	21,0	57,0
14267	PRK0014267	Kiikla küla, Pumpla	684670	6575751	O-Cm	83,0	95,5
15711	PRK0015711	Sompa linnaosa, Rutiku 15	686159	6581965	O_{2ls-kn}	37,5	64,0
16042	PRK0016042	Jõuga küla, Silla kinnistu	692397	6560853	O_{2ls-kn}	75,0	106,0
16043	PRK0016043	Jõuga küla, Silla kinnistu	692342	6560770	O_{3kl-kk}	28,0	74,5
16044	PRK0016044	Jõuga küla, Silla kinnistu	692345	6560768	O_{3nb-rk}	23,6	27,5
16117	PRK0016117	Väike-Pungerja küla, Paju kinnistu	691501	6564546	O_{3nb-rk}	4,5	20,0
16153	PRK0016153	Illuka küla, Raudi kinnistu	700361	6570061	O_{3kl-kk}	7,5	36,0
16233	PRK0016233	Puru küla, Kolmnurga kinnistu	693244	6579278	O_{2ls-kn}	50,6	74,0
16391	PRK0016391	Kurtna küla, Kaevu kinnistu	700261	6575737	O-Cm	82,9	100,2
16591	PRK0016591	Vasavere küla, Ahtme kaeveväli	700423	6581201	O_{3kl-kk}	5,0	15,5
16592	PRK0016592	Pagari küla	692693	6574501	O_{2ls-kn}	70,2	95,0
16664	PRK0016664	Varinurme küla, Sonda tee 6	665503	6583360	O_{2ls-kn}	9,3	35,0
16672	PRK0016672	Jõetaguse küla, Luha, Ahtme kv	693818	6575810	O_{3kl-kk}	55,0	57,8
16749	PRK0016749	Sonda a-k, Sepa tn. 3	661765	6582144	O_{2ls-kn}	17,5	50,0
16837	PRK0016837	Järve linnaosa, Järveküla tee 52b	686721	6588966	O_{2ls-kn}	14,1	35,0
19063	PRK0019063	Edise küla, Revino kinnistu	692064	6587122	O_{3kl-kk}	4,5	20,0
19081	PRK0019081	Mehide küla, Päeva kinnistu	672407	6576606	O_{3kl-kk}	4,1	30,9
19082	PRK0019082	Mehide küla, Päeva kinnistu	672404	6576609	O_{2ls-kn}	33,5	58,0
19498	PRK0019498	Sompa küla, Veeaugu kinnistu	689345	6585931	O_{3kl-kk}		28,0
19499	PRK0019499	Auvere k., Eesti Elektrijaam ter.	723485	6577580	O_{2ls-kn}	14,5	49,6
19522	PRK0019522	Auvere k., Eesti Elektrijaam ter.	726864	6580740	O_{2ls-kn}	19,7	36,5
19532	PRK0019532	Narva l., Balti Elektrijaama ter.	732430	6586026	O_{2ls-kn}	20,5	26,5
19542	PRK0019542	Järve linnaosa, Kivi tee 2	682719	6589046	O_{2ls-kn}	4,0	24,0
19544	PRK0019544	Saka küla, Sutermu tee	682542	6590243	O_{2ls-kn}	5,0	25,0
19558	PRK0019558	Aa küla, Kohtla metskond 80	681191	6586502	O_{2ls-kn}	9,8	35,0
19560	PRK0019560	Roodu küla, Roodu tee	681087	6585437	O_{2ls-kn}	6,0	38,0
19606	PRK0019606	Varinurme küla, Sonda tee 8	665379	6583401	O_{2ls-kn}	7,0	40,1

Kat. nr	KKR kood	Puurkaevu aadress	L-EST_X	L-EST_Y	veekiht	filtri algus	filtri lõpp
						m	
19607	PRK0019607	Varinurme küla, Sonda tee 8	665391	6583403	O_{3kl-kk}	1,2	7,0
19608	PRK0019608	Ilmaste küla, Kendi kinnistu	662743	6583973	O_{2ls-kn}	6,5	41,0
19620	PRK0019620	Erra a-k, Salu tn. 6	670208	6584897	O_{2ls-kn}	6,3	23,7
19635	PRK0019635	Roodu küla, Jõe kinnistu	679632	6585060	O_{2ls-kn}	5,0	36,6
19652	PRK0019652	Kopli küla, Kalmistu kinnistu	672303	6588285	$O_{2kn-1vl}$	13,6	17,4
20105	PRK0020105	Kohtla küla, Niinepuu kinnistu	682599	6583550	O_{2ls-kn}	31,8	39,0
20976	PRK0020976	Ojamaa k/v., Arvila vaatluspost	682316	6571922	O_{3kl-kk}	8,5	37,0
20977	PRK0020977	Ojamaa k/v., Arvila vaatluspost	682321	6571924	O_{2ls-kn}	40,5	71,5
21583	PRK0021583	Jõhvi linn, Rakvere tn. 38b	693249	6585629	O_{3kl-kk}	7,5	15,0
21849	PRK0021849	Kose küla, Nõmme m/ü	697502	6582716	O_{2ls-kn}	22,5	40,0
22410	PRK0022410	Vainu küla, Koka m/ü	668847	6586201	O_{2ls-kn}	5,3	26,0
23373	PRK0023373	Irvala küla, Irvala tee 8	671718	6583188	O_{2ls-kn}	7,0	15,0
24211	PRK0024211	Püssi linn, Männiku tn 16	673802	6583809	O_{2ls-kn}	6,4	27,0
24943	PRK0024943	Väike-Pungerja küla, Mäetaguse metskond 27	688530	6564656	O_{3kl-kk}	30,0	60,0
26251	PRK0026251	Edise küla, Piiri kinnistu	693274	6586114	O_{3kl-kk}	5,0	25,0
26254	PRK0026254	Puru küla, Meteoväljaku kinnistu	693345	6581669	O_{3id-kk}	25,0	45,0
26256	PRK0026256	Edivere küla, Koke kinnistu	700905	6569949	O_{3kl-kk}	25,0	75,0
26264	PRK0026264	Mustanina küla	715028	6573201	O_{2ls-kn}	30,0	55,0
26266	PRK0026266	Varinurme k., Sonda metskond 6	665495	6584312	O_{3kl-kk}	3,0	15,0
26267	PRK0026267	Varinurme k., Sonda metskond 6	665492	6584322	O_{2ls-kn}	20,0	40,0
30410	PRK0030410	Saka küla, Sireli kinnistu	683379	6592346	O		12,0
50273	PRK0050273	Kiviõli linn, Sonda tee 17	666902	6584132	O_{3kk}	1,4	6,4
50275	PRK0050275	Kiviõli linn, Sonda tee 17	666887	6583618	O_{3kk}	2,5	10,5
53032	PRK0053032	Auvere küla, Jäätmehoidla kinnistu	724562	6577006	O-Cm	52,0	61,2
54422	PRK005422	Jõuga küla, Iisaku metskond 197	692031	6560747	O-Cm	112	126
54495	PRK0054495	Kaidma küla, Väike-Kello kinnistu	699856	6565818	$O_{3sn-2kl-id}$	17,0	40,0
54765	PRK0054765	Võrnu küla, Vanamõisa kinnistu	681802	6579561	O-Cm	65,5	88,0
300001		Sompa küla, Veeaugu kinnistu	689342	6585929	O		29,3
Aro		Pauliku küla, Aro talu	691106	6583200	O		43,8
Jõe		Roodu küla, Jõe kinnistu	679659	6585047	O_{2uh}		
Jüri		Varja küla, Jüri kinnistu	675728	6588820	O_{2ls-kn}		
Kiviõlitee7		Lüganuse alevik, Kiviõli tee 7	673847	6586103	O_{2ls-kn}		

Ordoviitsiumi põhjaveekogumite nr 6 ja 7 iseloomustamiseks ja orgaaniliste saasteainete leviku selgitamiseks kasutati Keskkonnaseire andmete kogumise ja avalikustamise infosüsteemi (KESE)

andmeid, Eesti Looduse Infosüsteemi (EELIS andmekogu, VEKA veebileht), varasemate uuringuaruannete andmeid ning käesoleva töö raames kogutud veeproovide tulemusi. Valimist jäeti välja analüüsid, mille lahustunud ioonide laengutasakaal ületas 10%. Seire- ja tarbekaevude pikaajaline veetaseme ja veekeemia andmestik on kokku koondatud KESE ja EGT andmebaasidest. Põhjaveekihtide veetaseme kaartide loomisel on alusena kasutatud Virumaade hüdrogeoloogilist mudelit (Jõeleht ja Polikarpus, 2019). Mudeliga loodud veekihtide hüdroisohüpse on korrigeeritud käesoleva uuringu käigus mõõdetud veetasemete andmete põhjal. Käesolevas uuringus kasutati joonistel 26 ja 27 esitatud seire- ja tarbekaevude andmeid. Kõik uuringus kasutatud keemiliste analüüside tulemused on esitatud lisades 1 ja 2.



Joonis 27. Uuringus kasutatud põhjaveekogumite nr 6 ja 7 puurkaevude asukohad

3.2. Keemilise analüüsi kvaliteedi hindamine

Vee keemilise analüüsi täpsust ja kvaliteeti saab kontrollida laengutasakaalu kaudu, kuna vees lahustunud positiivsete ja negatiivsete laengute (ioonide) summa peab olema võrdne. Omavahel võrreldakse lahuses olevate negatiivsete laengute (põhilised anioonid – HCO_3^-, SO_4^{2-},Cl^-) koguarvu positiivsete laengute (põhilised katioonid – Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+) koguarvuga, kus katioonid ja anioonid on väljendatud ühikutes mekv/l. Mõnikord võivad ka teised ioonid (nt Fe^{2+}, NH_4^+, NO_3^-) anda olulise panuse

laengutasakaalu. Happelistes või väga aluselistes põhjavetes tuleks laengutasakaalu arvutamisel arvestada ka H^+ ja OH^- sisaldustega.

Laengutasakaalu arvutamiseks teisendatakse laboratoorsed analüüsi tulemused (enamasti esitatud mg/l) ekvivalentideks ([mekv/l kontsentratsioon × laengu suurus] /molaarmass, tabel 5).

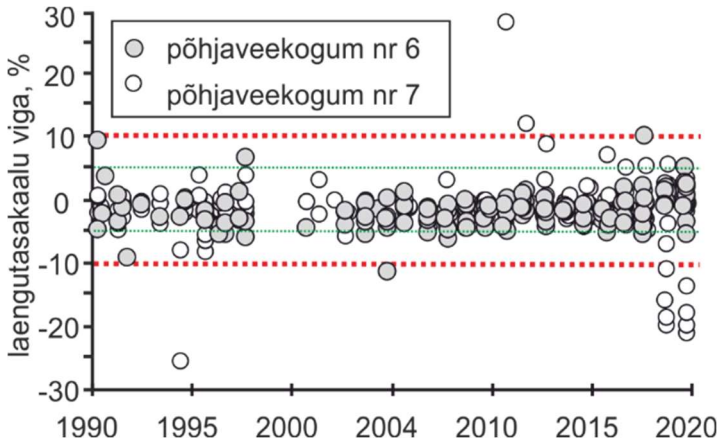
Et arvutada veeanalüüsi laengutasakaalu viga, võrreldakse kõigi peamiste katioonide (Σkat) ja anioonide (Σan) summa erinevust kõigi peamiste ioonide summaga:

$$Laengutasakaalu\ viga\ (\%) = \frac{\sum kat + \sum an}{\sum kat - \sum an} \times 100\% \qquad \text{(Võrrand 8)}$$

Tabel 5. Laengutasakaalu näidisarvutus

	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	
kontsentratsioon, mg/l	72,5	32,2	132	10,6	177	126	213	
laengu suurus	2	2	1	1	-1	-2	-1	
molaarmass, g/mol	40,08	24,31	22,99	39,1	61,02	96,06	35,45	
mekv/l	3,62	2,65	5,74	0,27	-2,9	-2,62	-6	
Σkat								12,28
Σan								-11,52
Laengutasakaalu viga (%)								3,19

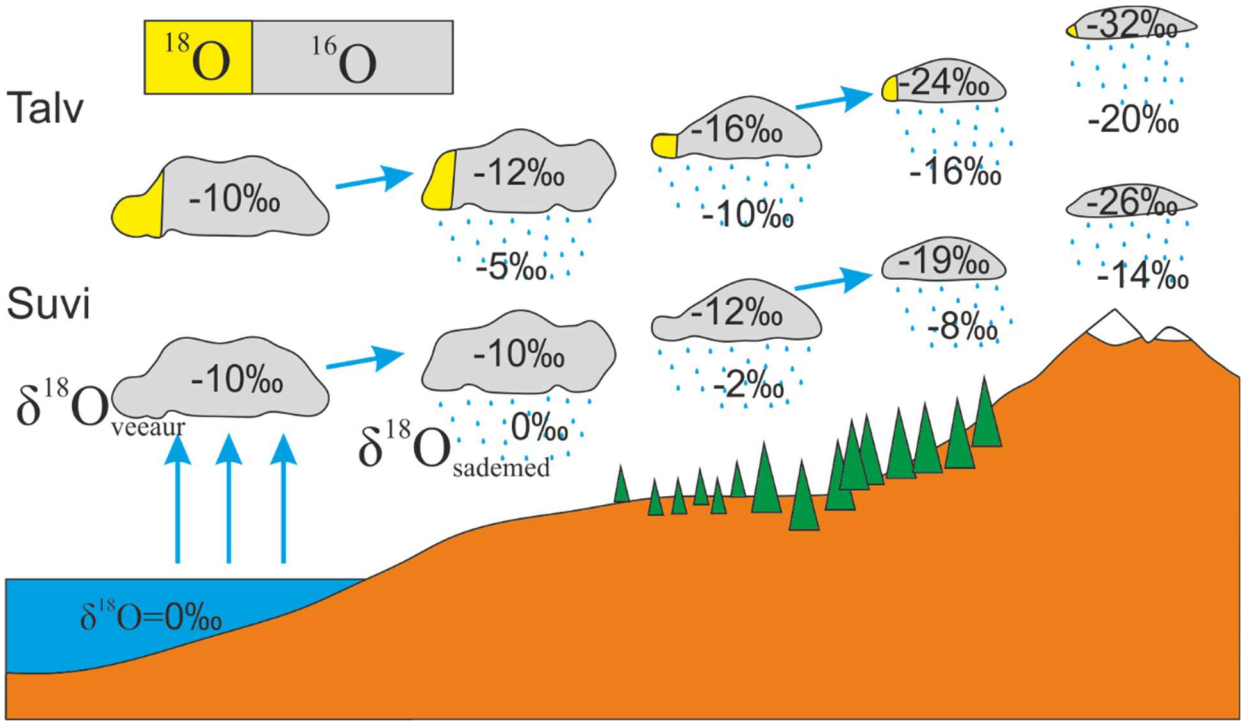
Kuni 2% laengutasakaalu viga on kõigis laborites paratamatu. Kui aga viga on suurem kui 5%, võib mingi oluline ioon olla määramata, mis mõjutaks laenutasakaalu arvutust, või on antud proovi keemiline analüüs vigane. Igal juhul on soovitatav kontrollida analüüsi protseduure ja vajadusel teha uuesti kordusproov. Hea laengutasakaalu saavutamine madala mineraalsusega vetes, näiteks pinnavees, võib olla keeruline, kuna kontsentratsioonid lähenevad avastamispiirile. Raskusi tekitavad ka väga kõrge mineraalsusega või kõrge orgaanilise aine sisaldusega veed, kuid ka sellistes vetes ei tohiks probleemiks olla väiksema kui 10% laengutasakaalu vea saavutamine. Üheks vea allikaks võib olla ka keemilise analüüsi tulemuste vigane sisestamine protokollidesse või andmebaasidesse. Eelmainitud eksimused pole sugugi haruldased, millele viitavad ka põhjaveekogumite nr 6 ja 7 riikliku põhjaveekogumite keemilise seire tulemused (joonis 28).



Joonis 28. Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 keemilise seire tulemuste laengutasakaalud aastatel 1990–2020

3.3. Vee isotoopkoostis ja selle rakendatavus Eestis

Viimastel aastatel on Eesti põhjavete uurimise oluliseks tööriistaks kujunenud veemolekuli (O ja H aatomite) isotoopanalüüs (Savitskaja jt., 1994, 1997, 1998; Raidla jt., 2009, 2012, 2016, 2019; Pärn jt., 2016, 2018, 2019; Vallner jt., 2020). Isotoobid on ühe elemendi aatomi teisendid, mis erinevad üksteisest massiarvu poolest. Neil on sama arv prootoneid ja elektrone, aga erinev arv neutroneid. Hapnik esineb looduses peamiselt kolme stabiilse isotoobina, millest levinuimad on isotoobid massiarvuga 16 ja 18. Vähemlevinud hapniku isotoobis massiarvuga 18 on kaks neutronit rohkem kui enamlevinud isotoobis massiarvuga 16. Ka teisel vee molekuli koostisosal, vesiniku aatomil on looduses mitu erinevat teisendit, millest levinuimad on isotoobid massiarvudega 1 ja 2 (deuteerium). Aatommassi erinevuse tõttu käituvad sama elemendi isotoobid füüsikalistes protsessides (nt. vee aurustumine ja kondenseerumine) erinevalt. Veeaurust kondenseeruvad eelistatult välja raskemaid isotoope sisaldavad vee molekulid ning kergemaid isotoope sisaldavad molekulid jäävad veeauru (joonis 29). Selle protsessi intensiivsus on temperatuurist sõltuv, mida kõrgem on temperatuur seda rohkem raskeid isotoope veeauru satub. Seepärast sisaldavad sademed ekvaatori lähedal rohkem raskeid hapniku- ja vesinikuisotoope kui külmematel aladel (nt Gröönimaal). Üldjuhul isotoopandmestikku ei esitata absoluutväärtustena vaid raskema ja kergema isotoobi suhtena kalibreerituna standardi suhtes. Isotoopanalüüside puhul on selliseks standardi aluseks maailmamere keskmine isotoopkoostis, mida võib vaadelda globaalse veeringe alguspunktina (analoog Celsiuse temperatuuriskaalale, kus nullpunktiks on vee külmumistemperatuur). Kui uuritav vesi sisaldab maailmamerega võrreldes vähem rasket hapniku isotoopi (^{18}O), siis on selle vee isotoopkoostis negatiivne ja kui uuritavas vees on standardiga võrreldes rasket isotoopi rohkem, siis on vee isotoopkoostis positiivne. Kuna erinevused standardi suhtes on absoluutarvudes väikesed, siis väljendatakse neid promillides (‰). Nii on Eesti sademete keskmine aastane hapniku isotoopkoostis (tähistatud $\delta^{18}O$ ehk $^{16}O/^{18}O$) vahemikus -10 kuni -11‰ (GNIP, 2020), Gröönimaal aga -20‰ kuni -40‰ (Clark, 2018) ning Eesti liustikutekkelises Kambriumi-Vendi põhjavetes -18,5‰ kuni -23‰ (Savitskaja jt., 1994; Raidla jt., 2009), kuid ülemistes aktiivse veevahetustsooni põhjavetes sarnane sademetega (-11 kuni -12,5‰; Raidla jt., 2016). Eesti aktiivse veevahetustsooni põhjavete isotoopkoostis ei vasta täpselt kohalike sademete isotoopkoostisele põhjusel, et Eesti kliimas toimub põhjavee toitumine valdavalt külmematel aastaaegadel (sügisel ja kevadel lume sulades), mil vegetatiivne aktiivsus on madal. Suvistest sademetest satub enamik tagasi atmosfääri tänu evapotranspiratsioonile (vee aurumine läbi taimede õhulõhede) ning põhjaveevaru taastumisse nad olulist panust ei anna (Raidla jt., 2016).



Joonis 29. Skeem, mis kirjeldab vee hapniku isotoopkoostise muutumist veeringe käigus erinevatel aastaaegadel (Clark, 2018)

Veemolekulide (H_2O) vesiniku isotoobid käituvad analoogselt hapniku isotoopidele ning väärtused δ^2H ja $\delta^{18}O$ omavad lineaarset seost

$$\delta^2H = 8\delta^{18}O + 10 \qquad \text{(Võrrand 9)},$$

mis on tuntud kui globaalne sademete joon (Global Meteoric Water Line ehk GMWL).

Sõltuvalt kohalikest oludest ja sademete moodustumise mehhanismidest ei ole funktsiooni vabaliige (tuntud ka kui deuteeriumi ehk ^2H-liig ehk *d-excess*) alati 10, vaid mõni muu arv. Eesti oludes jääb see pigem 10 ja 12 vahele. Deuteeriumi liig ei ole püsiv suurus vaid mõjutatav füüsikalistest protsessidest, näiteks vee aurumisest, mille käigus deuteeriumi liig väheneb. Kui põhjavee deuteeriumi *liig* on oluliselt väiksem kui 10 (näiteks <8) võib eeldada, et vesi pärineb mõnest seisuveekogust (järv, tiik, salvkaev), kus ta on kaotanud hulga molekule läbi aurumise. Ka pikalt maapinnal püsinud lume deuteeriumi liig on märksa väiksem kui aurumisest vähe mõjutatud sademetel või põhjaveel.

Eespool toodule tuginedes on vee isotoopkoostis Eesti tingimustes väga tõhus vahend määramaks vee päritolu, vanust kui ka füüsikalisi protsesse, mis seda on mõjutanud.

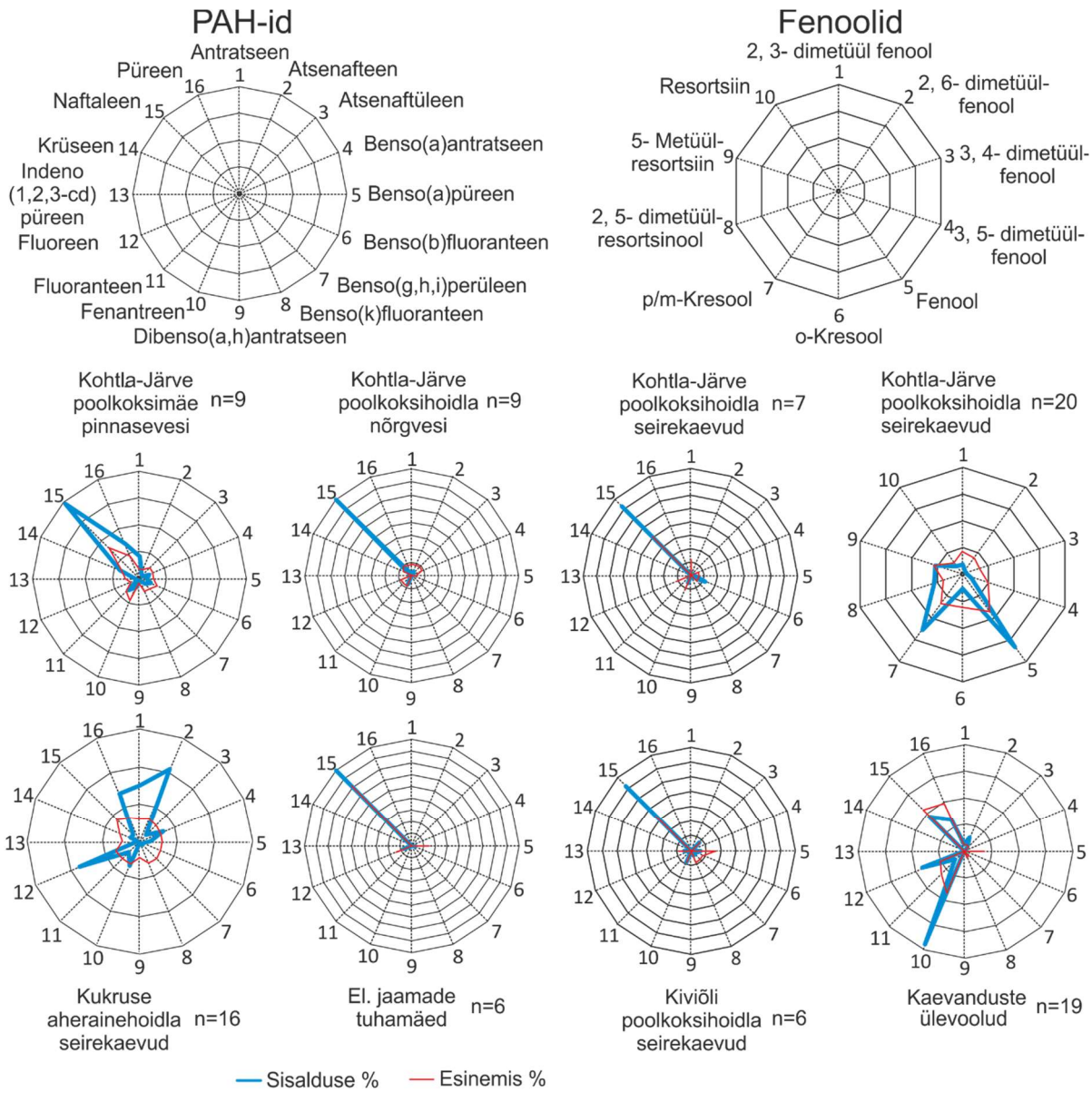
3.4. Uuringuala keemiline tüpiseerimine ja reostusmarkerid

Tavapäraselt ja sealhulgas ka Eesti põhjaveekogumite kontseptuaalsete mudelite koostamisel lähtuti veetüüpide määramisel Piperi diagrammist (Marandi jt., 2019; vt ka joonis 9). Antud uuringu käigus olemasolevat keemilist andmestikku analüüsides selgus, et PAH-id grupeeruvad ühtsemalt kui vee tüübi määratlemisel aluseks võtta looduslikud foonväärtused. Seetõttu käesolevas uuringus klassikalisest veetüüpide määramise metoodikast loobuti ning lähtuti ioonidele iseloomuliku loodusliku foonväärtuse ületamisest. Veetüüpide määramise tunnused on esitatud tabelis 6 ning reostuse allikate ja veetüüpidele iseloomulike PAH-ide ja kui võimalik ka fenoolide jaotus on esitatud joonistel 30 ja 31. Kuna fenoole leiti vaid üksikutest kaevudest ja nad on ka looduses suhteliselt ebapüsivad, lähtuti antud töös reostusallikate määramisel valdavalt PAH-ide sisaldustest kui märksa konservatiivsematest ja püsivamatest markeritest.

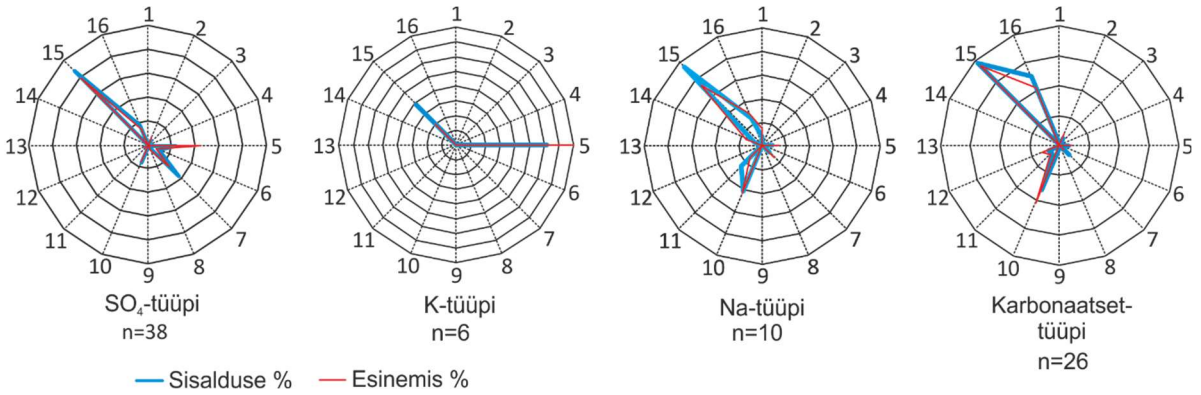
Tabel 6. Veetüüpide määramise tunnused

Vee tüüp	Määravad tunnused
SO_4-tüüpi	SO_4^{2-} >50 mg/l
K-tüüpi	K^+ >20 mg/l
Na-tüüpi	Na^+ >30 mg/l
Karbonaatne tüüp	SO_4^{2-} <50 mg/l; Na^+ <30 mg/l; K^+ <20 mg/l

Eespool toodud klassifitseerimise põhjuseks on põhjaveekogumisse nr 7 kuuluvate põhjaveekihtide vete väga tugev mõjutatus inimtegevusest, mille tulemusena on kogumi põhjavesi keemiliselt väga ebastabiilne. Inimmõjust tulenevalt on põhjaveekogumi nr 7 põhjavetele iseloomulik väga suur keemiline muutlikus nii ajas kui ruumis. Näiteks võib puurkaevu Ca-SO_4-tüüpi vesi kiiresti muutuda Ca-HCO_3-tüübiks või vastupidi, tulenevalt värskelt aereeritud ja püriidi oksüdeerimisest mõjutatud vee või vanema redutseerimisprotsessidest mõjutatud vee sissevoolust kaevu. Ka põlevkivitööstuse jäätmeladestute (poolkoks, põlevkivituhk) nõrgvetele on iseloomulik äärmiselt kiire keemiline muutlikus ajas, tulenevalt silikaatmineraalide kiirest settimisest (joonis 9; Puura ja Kõue, 2011; Sørli jt., 2004).



Joonis 30. PAH-ide ja fenoolide jaotus tähtdiagrammil ja protsentuaalne jaotus põhjaveekogumite nr 6 ja 7 territooriumile jäävate erinevate reostusallikate juures olevates pinna-, nõrg- ja põhjavetes. n – valimi moodustamisel kasutatud proovide arv. Sisalduse % – PAH-i osakaal kogu valimi PAH-ide kogukaalust. Esinemis % – PAH-i esinemise osakaal valimis. Üks tähtdiagrammi ühik vastab 10%



Joonis 31. PAH-ide protsentuaalne jaotus põhjaveekogumite nr 6 ja 7 erinevates veetüüpides

3.5. Geofüüsikalised uuringud

Seirekaevudes nr 3662, 4016, 4017 ja 26251 viidi läbi geofüüsikalised uuringud Robertson-Geo poolt toodetud sondidega, et hinnata kaevu tehnilist seisukorda ning sobivust seirekaevuna. Geofüüsikalisi uuringuid ei tehtud esialgselt ettenähtud seirekaevudes nr 19606 ja 19498. Seirekaev nr 19606 on kasutuses eramajapidamise veevarustuses ning kaevus olevat pumpa geofüüsikaliste mõõtmiste tegemiseks välja võtta ei saanud. Seirekaevu nr 19498 liiga suur diameeter (~1 m) ja geofüüsika tehnikaga raskendatud juurdepääs kaevule, ei võimaldanud sooritada seirekaevu seisundi tehnilist kontrolli. Kõik geofüüsikaliste mõõtmiste andmed on salvestatud Roberson-Geo tarkvaraga WinLogger, OPTV, HiRAT ning andmete töötlemisel ja jooniste koostamisel on kasutatud tarkvara WellCAD 5.4. Geofüüsikalisteks uuringuteks kasutati: optilist kaamerat (*optical televiwer*), akustilist kaamerat ehk kajalokatsiooni (*acustic televiwer*) ja seismoakustilist sondi (*full waveform sonic*). Varasemalt on seirekaevudes nr 3662, 4016, 4017 ja 26251 tehtud geofüüsikalised mõõtmised kavernomeetria, looduslikku gammakiirguse ja kivimi tiheduse sondidega ning voolukiiruse mõõtjaga (tiivik; Erg ja Tarros, 2017). Kõik geofüüsikaliste sondidega saadud mõõtmistulemused on aruandes esitatud maapinna suhtes.

Optiline kaamera – salvestab kõrgresolutsioonilise orienteeritud 360° panoraampildi kaevu siseküljest.

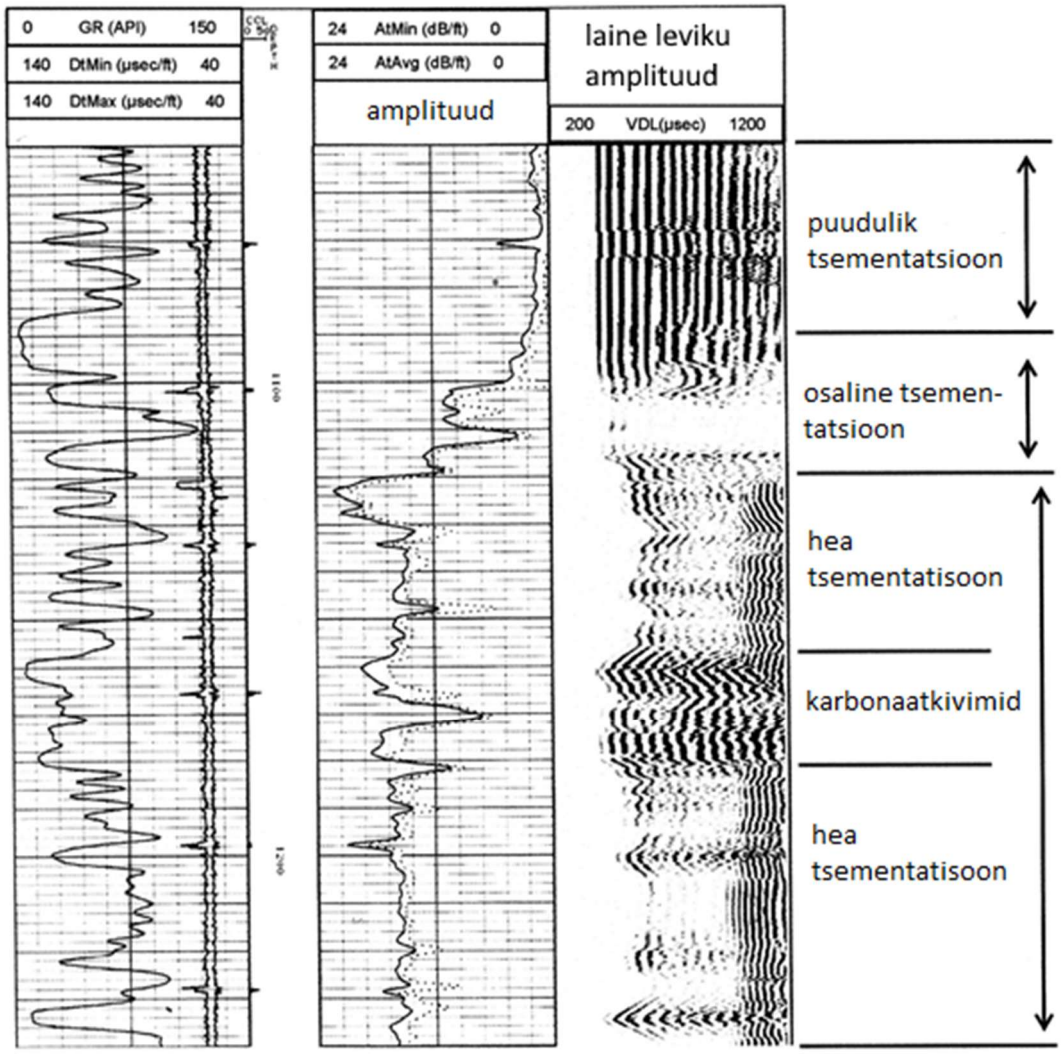
Akustiline kaamera – tööpõhimõttelt on tegemist kajalokatsiooniga. Sond saadab välja 360° ulatuses 0,5-1,5 MHz ultrahelisignaali ning seejärel mõõdab tagasipeegeldunud signaali amplituudi ja aega. Pehme pind (nt liiv) annab vastuvõtjale nõrga signaali (heledam värvus), sest suur osa signaali energiast hajub ning tagasi peegeldub vaid murdosa laine energiast. Samas tugev monoliitne pind (nt vähelõheline lubjakivi ja manteltoru) annab selge peegelduse (tume värvus). Signaali peegeldusest tekib kujutis puurkaevu sisepinna tekstuurist ja lõhedest. Sond töötab ainult vees, kuna ultrahelisignaal sumbub gaasilises keskkonnas (atmosfääris).

Seismoakustiline sondeerimine – puuraugus mõõdetakse 20 kHz sagedusega helilaine (piesoakustilise resonaatori) peegeldust. Sondiga on võimalik hinnata manteltorudetaguse tsementatsiooni kvaliteeti (CBL – *Cement Bond Log*). Peegeldunud helilaine suur amplituut ja ühtlaselt tihe lainemuster viitab osalisele või puuduvale tsementatisoonile manteltoru taga (joonis 32). Võimalik on eristada ka olukorda, kus tsement kinnitub küll manteltoru külge, aga pole kivimiga seotud. Väiksem amplituut ning muutuv ja hajusam laine muster viitab heale manteltorutagusele tsementeeritusele.

Kavernomeeter – mõõdab kolme sensoriga puuraugu diameetri muutust, mis võimaldab kontrollida puurkaevu manteltoru korrasolekut. Puurkaevu avatud osas võimaldab sond fikseerida lõhesid ja kaverne ning nende sügavust.

Kivimite gammakiirguse detektor – võimaldab jälgida litoloogilist muutlikust puurkaevu ümbriskivimis.

Suurema savi sisaldusega kivimid annavad üldjuhul kõrgema gammakiirguse signaali kui lubja-ja liivakivid.



Joonis 32. Tsementatsiooni logi interpretatsiooni näited. Tulbad vasakult paremale – gammakiirgus, manteltoru ühendused, laineleviku amplituudi ja esimese saabuva P-laine aja alusel arvutatud amplituud (mV) ning lainete leviku amplituut (VDL - variable density log). (Patterson jt., 2007)

Tiheduse mõõtmine (gamma-gamma meetod) – radioaktiivsest kiirgusallikast tulenev gammakiirgus ergastab kivimid puurkaevu seinast u 15 cm raadiuses. Kaks vastuvõtjat (LSD ja HRD) mõõdavad radioaktiivsest kiirgusallikast tuleneva gammakiirguse tagasi peegeldumist kivimite pinnalt. Mida tihedam on kivim, seda tugevam on tagasi peegeldunud gammakiirguse signaal, põhjustatuna Comptoni efektist. Mõõtmised võimaldavad eristada kivimikihtide piire ning hinnata manteltoru tagust tsementatsiooni.

Voolukiiruse mõõtmised võimaldavad määrata puurkaevu telgmist vee liikuvust, mille kaudu saab hinnata, kust toimub vee sisse- või väljavool puurkaevu.

Mõõtmistega tuvastati kaevu sügavus ja täpsustusid puurkaevu puurimisaegsed andmed.

4. Tulemused

Põhjaveekogumit nr 7 käsitlevate uuringute käigus koguti üldanalüüsi proove 102 puurkaevust ja 5 veekogust (tabel 7). 1- ja 2-aluseliste fenoolide määramiseks võeti proove 81 puurkaevust. Fenoole leiti 7 puurkaevust ning kolmel juhul ületas 1-aluseliste fenoolide summa põhjaveele kehtestatud saasteainesisalduse läviväärtust 1 µg/l (tabel 7). Seoseid fenoolide sisalduste ja anorgaaniliste ühendite vahel ei ilmnenud. PAH-e määrati 80 puurkaevust ja neid leiti 25 Ordoviitsiumi veekihte ja kolmest Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihti avavast puurkaevust. Joogiveele ja põhjaveele kehtestatud summaarse PAH-ide piirsisaldusest ja läviväärtusest (0,1 µg/l) kõrgem sisaldus leiti vaid ühest Lasnamäe-Kunda veekihti avavast ja ühest Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihti avavast puurkaevust. Neljas puurkaevus tuvastati nii PAH-e kui fenoole, kuid korrelatsiooni nende vahel ei tuvastatud. PAH-ide puhul ilmnesid seosed Ca^{2+} ja SiO_2-ga, kuid kogumite peamiste inimmõjumarkeritega, SO_4^{2-} ja K^+, seosed puudusid. Lisaks määrati 23 põhjaveekogumite nr 6, 7 ja 5a puurkaevus 156 erinevat pestitsiidi (lisa 2). Vaid Lasnamäe-Kunda veekihti avavas puurkaevus nr 3198 leiti 0,54 µg/l kloridasoon-desfenüüli. Tegemist on Eestis müügipiirangutega herbitsiidi kloridasooni laguproduktiga.

Uuringu raames kogutud põhjavee proovide vee isotoopkoostis on lähedane globaalsele sademete joonele (Global Meteoric Water Line – GMWL). Vaid -10 ‰ positiivsemad $\delta^{18}O$ väärtused hälbisid joonelt, mis viitab prooviks võetud vee mõjutatusele aurumisest (joonis 33). Kogutud põhjavee isotoopandmestik näitab, et osaliselt jääb põhjaveekogum nr 7 aktiivsest veevahetuse tsoonist välja (joonis 34). Seda eelkõige Lasnamäe-Kunda põhjaveekihi lõunaosas, kus veekiht jääb maapinnast 40 – 80 m sügavusele. Tavapäraselt jääks Lasnamäe-Kunda veekihi aeglase veevahetuse tsoon mõttelisest Sonda-Auvere joonest lõuna poole ($\delta^{18}O$ negatiivsem -14 ‰), kuid täheltatav on, et põlevkivi kaevandamine on veekihi hüdrogeoloogilist olukorda mõjutanud. Nimelt altkaevandatud alade juures on näha , et -14‰ negatiivsemate $\delta^{18}O$ väärtustega põhjavett sealses Lasnamäe-Kunda veekihis enam ei esine. Lasnamäe-Kunda veekihi erinevust näitab ka paleopõhjavetele iseloomuliku Na-HCO_3 veetüübi (kaevandamata ala) asendumine Ca-HCO_3-SO_4 veetüübiga (kaevandatud piirkond). Veetüübi muutuse üheks põhjuseks võib olla ülemisest Keila-Kukruse veekihist pärit sulfaadirikka vee segunemine vanema (Lasnamäe-Kunda) põhjaveega vigastatud puurkaevude manteltorude kaudu. Teiseks põhjuseks võib olla kaevandustegevuse tagajärjel tekkinud ulatuslikud lekked Uhaku veepidmes, mis võimaldab Keila-Kukruse ja Lasnamäe Kunda veekihtide põhjavete segunemist.

Tabel 7. Käesoleva uuringu raames 2019. ja 2020. aastal kogutud veeproovide isotoop- ja keemiliste analüüside tulemused

Nr	Puur-kaevu kat.nr	Vee-kiht	Proovi-võtu aeg	Temp.	Lah. O_2	El. juht 25°C	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	H-liig	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	NH_4^{+}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	F^{-}	Mn	Laen-gu tasa.	SiO_2	KHT_{Mn},	Kuiv-jääk	Värvus	Üld-karedus	Läbi-paist-vus	Lõhna-läve indeks
				°C	mg/l	µS/cm		‰			mg/l														%	mg/l	mgO/l	mg/l	mg/l Pt	mg-ekv/l	cm	
1	2366	O_{2ls-kn}	28.08.19	8,4	0,4	748	7,4	-12,4	-88,3	11,0	108,0	37,0	5,0	20,0	21,0	118,0	372	0,41	<0,007	0,290	**0,68**	**0,22**	0,52	0,05	1,7	11,0	**5,3**	376	40	4,21	>60	2
2	2373	O-Cm	28.08.19	14,4	10,2	567	7,6	-12,2	-87,0	11,0	61,0	33,0	7,6	24,0	< 3,5	< 5	408	0,99	<0,007	0,050	0,16	<0,04	0,46	0,01	2,3	7,4	1,6	387	30	2,86	>60	1
3	2414	O-Cm	22.08.19	8,2	1,1	635	7,7	-16,3	-120,6	10,1	43,0	29,0	13,0	62,0	35,0	44,0	327	0,25	<0,007	0,300	**0,33**	**0,31**	0,37	0,03	2,2	6,7	2,8	424	30	2,25	>60	1
4	2581	O_{3kk}	23.09.19	7,4	0,1	599	7,2	-11,7	-83,8	10,1	106,0	15,0	3,5	13,0	4,7	< 5	410	0,15	<0,007	0,309	**7,00**	**5,20**	0,49	**0,09**	2,5	13,0	**9,3**	393	300	3,24	5	5
5	2582	O_{2ls-kn}	23.09.19	7,7	0,0	549	7,6	-14,6	-107,0	10,0	42,0	22,0	8,8	56,0	14,0	16,0	337	0,14	<0,007	0,221	**0,79**	**0,53**	0,90	0,01	2,6	8,4	2,4	359	50	1,95	42	1
6	2586	O_{3kl-kk}	24.09.19	7,2	0,0	517	7,4	-11,2	-82,1	**7,9**	80,0	21,0	6,8	9,9	3,8	13,0	366	0,20	<0,007	0,072	**0,57**	**0,36**	0,66	0,02	-0,4	17,0	4,3	354	40	2,88	58	1
7	2586	O_{3kl-kk}	16.04.20	7,4	0,4	506	7,2	-11,3	-81,3	**8,9**	77,0	25,0	6,6	10,0	4,6	<5	386	0,31	<0,007	0,114					0,4							
8	2589	O_{2ls-kn}	24.09.19	7,5	0,1	474	8,0	-17,0	-124,9	11,2	25,0	14,0	6,9	73,0	20,0	< 5	285	<0,09	<0,007	0,062	**0,73**	**0,51**	1,10	<0,01	4,7	7,0	1	297	20	1,21	60	1
9	2590	O_{3kl-kk}	24.09.19	7,4	0,0	471	7,7	-13,7	-99,7	**9,7**	42,0	25,0	9,0	31,0	8,4	6,0	323	0,20	<0,007	0,076	**0,91**	**0,79**	0,92	<0,01	0,7	7,0	2,4	290	30	2,09	56	1
10	3190	O_{3nb-on}	12.09.19	7,2	6,1	571	7,4	-12,0	-85,4	10,6	90,0	22,0	1,8	12,0	26,0	41,0	328	3,90	<0,007	0,019	<0,02	<0,04	0,30	<0,01	-0,7	10,0	1	430	10	3,15	>60	1
11	3196	O_{3nb-on}	10.09.19	7,4	0,1	742	7,3	-12,1	-85,5	11,1	115,0	38,0	5,6	7,2	<3,5	200,0	323	0,19	<0,007	0,140	**3,10**	**1,56**	0,38	0,05	-0,7	10,0	2,8	611	75	4,42	20	1
12	3198	O_{2ls-kn}	10.09.19	10,2	0,1	467	7,7	-13,3	-95,5	11,2	38,0	23,0	7,9	44,0	8,8	19,0	304	0,13	<0,007	0,149	**0,81**	0,05	0,84	0,02	2,5	7,7	3,2	313	20	1,89	56	1
13	3280	O_{3kl-kk}	10.09.19	7,2	0,1	457	7,1	-12,1	-85,9	10,7	91,0	8,0	1,7	2,4	4,0	9,0	310	<0,09	<0,007	0,605	**11,00**	**9,20**	0,42	**0,30**	0,2	8,0	4,8	322	350	2,59	12	1
14	3648	O_{2ls-kn}	02.09.20	8,0	0,1	846	7,0	-14,1	-103,2	9,8	93,0	25,0	20,0	49,0	21,0	91,0	414	<0,09	0,008	0,853	**7,00**	**6,80**	0,80	**0,10**	0,8	17,0	2,1	540	30	6,7	12	2
15	3655	O_{3kl-kk}	03.10.19	7,0	5,0	765	7,3				166,0	13,0	1,7	3,1	5,0	135,0	401	0,28	0,024	0,065	**1,60**	**1,14**	0,15	**0,10**	0,1	5,5	**16**	581	30	4,68	11	1
16	3656	O_{2ls-kn}	03.10.19	8,0	0,1	734	7,4	-11,5	-82,8	**9,0**	149,0	16,0	2,2	3,7	4,5	110,0	399	0,14	<0,007	0,021	**1,10**	**0,28**	0,19	**0,07**	0,1	5,7	3,8	589	30	4,38	33	1
17	3656	O_{2ls-kn}	16.04.20	7,8	1,2	713	7,1	-12,0	-85,8	**9,9**	147,0	17,0	2,2	3,8	5,8	120,0	383	0,36	<0,007	<0,013					0,1							
18	3662	O_{2ls-kn}	05.09.19	8,0	<0,2	1050	7,1	-12,4	-87,9	11,1	97,0	31,0	8,7	22,0	39,0	220,0	400	<0,20	<0,016	0,210	**2,90**	**1,30**	0,37	0,02	**-17,5**	9,2	1,9	360	20	7,4	puud	1
19	3662	O_{2ls-kn}	03.09.20	7,8	0,4	1026	7,0	-12,3	-87,7	11,0	126,0	55,0	8,7	23,0	41,0	190,0	407	0,24	<0,007	0,087	**0,57**	**0,57**	0,32	0,02	1,1	8,6	1,3	868	5	10,78	>60	1
20	3667	O_{3kl-kk}	25.09.19	7,4	3,4	977	7,1	-11,9	-84,6	10,3	147,0	27,0	30,0	28,0	37,0	140,0	436	47,00	<0,007	<0,013	0,03	<0,04	0,17	<0,01	1,9	4,8	4	780	30	4,81	>60	1
21	3721	O_{2ls-kn}	03.10.19	8,5	0,1	1186	7,1	-12,3	-87,3	10,9	192,0	42,0	6,1	29,0	69,0	**290,0**	385	0,09	<0,007	<0,013	0,03	<0,04	0,22	0,01	0,6	5,5	1,6	1036	20	6,53	>60	1
22	3732	O_{2ls-kn}	01.09.20	7,7	0,1	727	6,9	-11,9	-85,4	10,0	121,0	23,0	6,7	2,6	6,1	99,0	368	0,10	<0,007	0,072	**6,50**	**5,80**	0,36	**0,07**	-0,3	7,2	4,3	522	30	7,95	20	1
23	3733	O_{3kl-kk}	01.09.20	7,1	0,2	730	6,9	-11,9	-84,0	11,0	133,0	21,0	5,8	2,6	6,2	100,0	390	0,10	<0,007	0,094	**0,52**	**0,45**	0,34	**0,07**	-0,1	7,7	3,7	548	10	8,32	>60	1
24	3734	O_{2ls-kn}	03.09.19	8,4	0,0	502	7,7	-14,6	-106,9	10,0	45,0	26,0	9,8	36,0	9,8	15,0	329	0,20	0,007	0,254	**4,80**	**0,42**	0,89	0,03	2,0	7,3	**13**	339	40	2,21	20	1
25	3738	O_{2ls-kn}	22.08.19	7,7	0,0	445	7,5	-12,2	-86,9	10,9	54,0	25,8	10,0	8,6	6,1	17,0	294	0,28	<0,007	0,180	**0,27**	**0,27**	0,54	<0,01	1,1	6,8	2,8	301	20	2,41	>60	1
26	3963	O_{3kl-kk}	04.09.19	10,2	3,9	583	7,1	-12,1	-84,5	12,5	98,0	28,0	4,7	3,4	3,7	21,0	420	0,34	0,017	0,040	**0,55**	0,17	0,39	0,01	0,3	9,9	**10**	388	20	3,62	57	1
27	3963	O_{3kl-kk}	05.09.19	7,0	1,2	659	7,2				40,0	40,0	4,3	3,3	4,3	28,0	400	0,53	<0,016	0,030	**25,00**	**0,31**	0,38	0,02	**-13,4**	10,0	3,4	400	5	5,3	puud	1
28	3964	O_{3nb-on}	04.10.19	8,1	0,0	643	7,1	-11,3	-80,7	**9,6**	112,0	29,0	1,4	1,8	<3,5	67,0	406	0,29	0,01	0,100	**6,40**	**6,10**	0,11	**0,35**	0,3	9,4	**5,6**	497	70	4	10	1
29	3964	O_{3nb-on}	15.04.20	5,5	3,9	509	6,8	-11,4	-80,6	10,4	89,0	30,0	0,9	3,1	<3,5	74,0	329	4,10	0,023	0,033					1,0							
30	3969	O_{2ls-kn}	15.10.19					-15,4	-113,4	10,0	26,0	15,0	7,1	55,0	16,0	5,0	260	0,15	<0,007	0,150	**31,00**	**14,20**	1,10	**0,25**	3,0	6,6	**21**	508	30	1,24	6	4
31	4002	O-Cm	23.09.19	7,8	0,0	535	7,6	-16,5	-121,4	10,7	38,0	21,0	9,1	68,0	25,0	23,0	319	0,18	<0,007	0,155	**1,90**	**1,70**	0,38	0,01	3,1	7,0	1,7	355	40	1,79	7	3
32	4008	O_{3kl-kk}	11.08.20	7,6	1,9	447	7,6	-12,2	-85,2	12,2	54,0	29,0	9,5	7,1	2,1	19,0	290	< 0,1	<0,016	0,250	**0,25**	**0,21**	0,50	0,01	4,1	7,3	3,2	280	5	5,1	>30	1
33	4009	O_{3kl-kk}	11.08.20	8,3	0,2	556	7,2	-12,2	-86,3	11,7	63,0	33,0	10,0	11,0	1,9	19,0	370	< 0,1	<0,016	0,230	**0,23**	**0,23**	0,50	0,01	0,8	8,0	**5,9**	350	5	5,8	>30	1
34	4010	O_{2ls-kn}	11.08.20	8,6	0,1	491	7,5	-15,4	-115,3	**8,0**	25,0	27,0	11,0	48,0	9,1	4,1	330	< 0,1	<0,016	0,220	**0,79**	**0,53**	1,10	0,01	0,9	6,7	< 1	270	5	3,4	>30	1
35	4016	O_{3nb-on}	11.09.19	8,8	0,9	1137	6,8	-12,0	-84,7	10,9	160,0	64,0	5,4	9,8	12,0	**330,0**	390	0,27	0,047	0,080	**4,70**	**3,40**	0,37	**0,38**	0,8	10,0	**9,3**	1067	90	6,63	<2	1
36	4025	O_{2ls-kn}	23.09.19	7,9	0,1	532	7,8	-14,6	-106,3	10,3	41,0	23,0	9,0	56,0	10,0	90,0	251	<0,09	<0,007	0,196	**0,21**	0,17	0,78	<0,01	2,7	7,5	1,6	331	30	1,95	>60	1
37	4026	O_{3kl-kk}	23.09.19	7,2	0,0	444	7,6	-14,0	-101,4	10,5	30,0	17,0	8,0	60,0	9,8	10,0	306	0,16	<0,007	0,100	**2,20**	**2,00**	1,30	**0,07**	2,0	7,9	**7,4**	321	75	1,45	3	2
38	5123	O_{3kl-kk}	28.08.19	8,5	0,3	1082	7,3	-12,1	-86,2	10,7	197,0	44,0	5,9	18,0	36,0	**274,0**	449	8,60	<0,007	<0,013	<0,02	<0,04	0,31	0,02	1,1	5,9	3,6	1065	10	6,7	>60	1
39	5133	O_{2ls-kn}	28.08.19	8,8	0,2	1101	7,4	-12,1	-86,1	10,7	189,0	49,0	6,0	20,0	39,0	**292,0**	432	7,10	<0,007	<0,013	0,07	<0,04	0,30	0,03	0,8	6,4	2,6	1074	10	6,74	>60	1
40	5963	O_{2ls-kn}	04.09.19	8,0	0,0	951	7,1	-11,8	-84,2	10,0	95,0	30,0	99,0	21,0	45,0	120,0	439	0,37	<0,007	0,169	**1,00**	**0,70**	0,80	**0,08**	-1,4	11,0	3,7	681	50	3,6	31	1
41	9003	O_{2ls-kn}	21.08.19	8,1	2,0	1051	7,1	-11,9	-84,7	10,5	93,0	45,0	13,0	36,0	9,6	81,0	481	0,35	<0,007	0,360	**2,60**	**2,32**	0,42	0,03	2,2	10,0	**8,4**	875	150	4,17	13	1

Nr	Puur-kaevu kat.nr	Vee-kiht	Proovi-võtu aeg	Temp.	Lah. O_2	El. juht 25°C	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	H-liig	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	NH_4^{+}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	F^{-}	Mn	Laen-gu tasa.	SiO_2	KHT_{Mn},	Kuiv-jääk	Värvus	Üld-kare-dus	Läbi-paist-vus	Lõhna-läve indeks
				°C	mg/l	µS/cm		‰			mg/l														%	mg/l	mgO/l	mg/l	mg/l Pt	mg-ekv/l	cm	
42	12292	O_{2ls-kn}	11.09.19	8,3	0,0	765	7,8	-13,0	-93,2	10,9	120,0	60,0	13,0	34,0	8,5	**330,0**	345	0,42	<0,007	0,304	**1,20**	**1,05**	0,53	0,04	0,0	8,9	4	992	70	5,46	21	1
43	13475	O_{2ls-kn}	28.08.19	7,9	0,0	938	7,4	-12,4	-88,6	10,7	120,0	64,0	8,0	9,8	25,0	212,0	404	0,25	<0,007	0,180	**1,90**	**1,73**	0,37	0,03	0,7	8,2	**5,8**	922	50	5,62	29	2
44	13507	O_{2uh}	27.08.19	9,7	0,3	1079	7,1	-11,8	-84,7	**9,4**	209,0	31,0	9,9	32,0	47,0	**257,0**	461	3,60	0,019	<0,013	<0,02	<0,04	0,23	0,02	1,4	6,0	2,6	935	10	6,5	>60	1
45	13518	O_{2ls-kn}	03.09.19	7,2	4,4	483	7,8	-14,4	-106,2	**9,3**	46,0	24,0	11,0	37,0	10,0	17,0	331	0,21	<0,007	0,100	**2,80**	**0,41**	0,93	**0,17**	0,9	6,0	**9,6**	342	30	2,15	11	1
46	13568	O_{2ls-kn}	01.09.20	7,4	0,3	676	6,9	-11,9	-84,5	10,9	115,0	12,0	5,0	14,0	27,0	65,0	307	8,20	0,032	0,022	**0,22**	0,03	0,30	0,02	2,2	6,7	**7,2**	492	20	6,73	>60	1
47	13591	O_{2kn-lt}	02.09.20	9,5	3,2	731	7,1	-11,2	-79,2	10,4	91,0	36,0	7,7	3,9	9,2	23,0	399	37,00	<0,007	0,017	<0,02	<0,04	0,17	<0,01	3,9	4,9	**6,1**	498	5	7,5	>60	1
48	13592	O-Cm+ O_{2ls-kn}	27.08.19	8,1	1,1	857	7,1	-12,3	-87,9	10,6	120,0	57,0	8,3	5,6	11,0	160,0	457	0,46	<0,007	0,120	**0,47**	**0,38**	0,49	0,02	0,1	9,1	**8,5**	703	40	5,32	59	1
49	14267	O-Cm	12.09.19	8,3	0,0	695	7,5	-15,0	-110,2	10,1	55,0	31,0	11,0	66,0	24,0	76,0	301	0,27	<0,007	0,219	**1,30**	**1,10**	0,53	0,03	**8,1**	7,2	4,2	463	100	2,64	34	2
50	15711	O_{2ls-kn}	22.08.19					-12,9	-92,4	11,0	100,0	42,0	12,0	29,0	19,0	170,0	311	0,33	<0,007	0,230	**0,39**	**0,37**	0,64	**0,07**	4,5	6,6	3,9	630	20	4,23	53	1
51	16042	O_{2ls-kn}	13.09.19	14,3	1,7	431	8,6	-18,2	-134,8	10,8	8,8	4,6	4,1	95,0	32,0	< 5	220	<0,09	<0,007	0,083	**0,58**	**0,37**	**2,10**	<0,01	5,8	5,8	2,4	293	40	0,41	>60	1
52	16043	O_{3nb-on}	13.09.19	7,4	0,0	762	7,5	-12,1	-87,1	**9,7**	94,0	39,0	6,9	18,0	76,0	< 5	410	0,18	<0,007	0,073	**0,23**	0,19	0,35	0,02	0,0	10,0	2,8	431	20	3,93	>60	1
53	16044	O_{3nb-on}	13.09.19	7,2	0,0	562	7,5	-12,2	-87,5	10,0	11,0	5,8	1,4	3,3	32,0	35,0	230	0,11	<0,007	0,013	**1,20**	**0,70**	0,37	**0,06**	**-63,5**	7,9	4	559	70	0,51	20	1
54	16044	O_{3nb-on}	07.09.20	7,2	0,2	627	7,0	-12,3	-87,5	10,8	94,0	27,0	1,3	3,3	14,0	31,0	368	0,19	<0,007	0,013	**1,60**	**1,40**	0,40	**0,06**	0,1	7,8	1,7	442	30	6,92	59	1,6
55	16117	O_{3nb-on}	03.10.19	7,6	2,1	1172	7,0	-11,8	-84,4	**9,8**	189,0	51,0	7,8	12,0	12,0	**380,0**	371	0,16	0,008	0,100	**4,40**	**3,64**	0,22	**0,23**	0,1	6,7	**19**	1110	40	6,83	12	1
56	16153	O_{3kl-kk}	04.09.19	8,4	1,1	699	7,1	-12,2	-85,9	11,7	110,0	41,0	2,6	4,9	12,0	51,0	459	7,10	0,007	0,019	**2,20**	**0,27**	0,13	**0,06**	1,2	8,1	**6**	543	30	4,44	10	1
57	16233	O_{2ls-kn}	11.09.19	7,9	0,0	1062	7,2	-12,4	-88,7	10,7	126,0	76,0	13,0	20,0	22,0	**290,0**	420	0,84	<0,007	0,291	**1,00**	**0,82**	0,47	0,04	0,8	8,2	4,8	943	50	6,28	33	1
58	16391	O-Cm	04.09.19	10,5	0,1	554	7,7	-12,6	-89,4	11,2	53,0	31,0	8,6	35,0	10,0	17,0	377	0,28	<0,007	0,092	**1,20**	**1,01**	0,56	0,02	1,0	7,6	**6,6**	356	70	2,59	39	1
59	16591	O_{3kl-kk}	04.09.19	7,8	0,1	580	7,2	-12,4	-87,6	11,4	95,0	20,0	2,1	2,1	<3,5	100,0	257	11,00	0,109	<0,013	**0,27**	<0,04	0,43	**0,19**	1,8	6,2	**7,7**	485	20	3,19	>60	1
60	16592	O_{2ls-kn}	23.09.19	11,5	0,1	630	7,5	-13,7	-98,8	10,4	65,0	31,0	9,9	39,0	6,7	15,0	429	<0,09	<0,007	0,304	**0,72**	**0,65**	0,60	0,02	1,6	8,0	2,2	351	40	2,9	54	1
61	16664	O_{2ls-kn}	21.08.19	7,8	0,0	1523	7,0	-11,5	-83,6	**8,8**	203,0	84,0	22,0	16,0	46,7	**530,0**	370	0,41	<0,007	0,300	**0,45**	**0,40**	0,38	**0,06**	-0,2	7,6	**10**	1710	30	8,51	59	1
62	16672	O_{3kl-kk}	25.09.19	8,2	0,1	845	7,2	-12,3	-87,1	11,3	138,0	40,0	5,0	7,9	13,0	110,0	492	0,21	<0,007	0,053	**4,80**	**3,00**	0,30	**0,06**	-0,3	6,3	**7,2**	664	50	5,1	13	1
63	16749	O_{2ls-kn}	21.08.19	8,7	0,0	440	7,5	-12,0	-84,9	11,1	60,2	34,5	5,9	5,4	6,4	17,0	351	0,14	<0,007	0,190	**0,35**	**0,32**	0,50	<0,01	-0,3	11,0	4,2	307	30	2,92	>60	1
64	16837	O_{2ls-kn}	27.08.19	9,7	0,1	1242	7,0	-12,7	-92,1	**9,3**	185,0	60,0	7,6	42,0	70,0	**388,0**	353	0,57	0,032	0,030	**0,31**	0,16	0,36	0,02	1,1	7,2	3,4	1190	20	7,07	>60	1
65	19063	O_{3kl-kk}	27.08.19	9,0	5,0	1535	7,1				322,0	48,0	13,0	17,0	41,0	**515,0**	570	3,50	0,036	0,060	**4,10**	**3,38**	0,27	**0,08**	-0,3	8,6	**10**	1588	150	10,02	8	2
66	19081	O_{3kl-kk}	03.09.19	8,5	0,0	568	7,2	-11,7	-82,1	11,2	108,0	18,0	4,5	2,7	<3,5	50,0	342	0,13	<0,007	0,021	**0,24**	<0,04	0,28	0,04	3,3	6,9	**8**	432	20	3,46	60	1
67	19082	O_{2ls-kn}	03.09.19	8,5	0,0	507	7,7	-14,8	-106,9	11,4	40,0	23,0	9,0	50,0	11,0	15,0	332	0,14	<0,007	0,237	**0,23**	0,15	0,96	0,02	2,0	8,1	1,6	355	20	1,94	>60	1
68	19498	O_{3kl-kk}	03.09.19	7,5	11,5	748	8,1				145,0	17,0	2,1	4,4	3,8	120,0	384	0,65	<0,007	0,015	**90,00**	**17,11**	0,50	**3,10**	-0,1	12,0	**33**	671	50	4,33	<2	1
69	19499	O_{2ls-kn}	18.09.19	8,0	<0,2	570	8,0	-15,6	-114,5	10,1	26,0	18,0	8,9	52,0	49,0	6,2	230	0,93	0,23	0,320	**0,29**	0,12	0,47	<0,01	0,2	10,0	1,3	330	5	2,7	>30	1
70	19522	O_{2ls-kn}	18.09.19	8,0	<0,2	840	6,9	-9,5	-71,7	**4,6**	110,0	39,0	6,9	14,0	31,0	< 0,20	500	< 0,20	<0,016	1,100	**3,90**	**3,70**	0,34	0,04	2,8	21,0	**8,7**	410	20	8,9	15	1
71	19532	O_{2ls-kn}	18.09.19	9,0	<0,2	606	7,4	-11,4	-80,8	10,7	58,0	36,0	7,5	18,0	13,0	9,9	370	< 0,20	<0,016	0,320	**0,61**	**0,59**	0,31	<0,01	1,7	12,0	1,1	360	20	5,9	>30	1
72	19542	O_{2ls-kn}	07.09.20	8,2	0,2	2061	6,8	-11,1	-79,8	**9,2**	196,0	30,0	300,0	39,0	180,0	**420,0**	601	<0,09	<0,007	0,240	**3,40**	**2,80**	0,32	**0,19**	-4,5	14,0	**8,6**	1520	100	12,3	40	1,4
73	19544	O_{2ls-kn}	02.10.19	8,4	1,5	621	7,1	-11,7	-83,2	10,5	109,0	22,0	2,3	2,8	6,0	47,0	383	0,55	0,007	<0,013	0,15	0,05	0,30	<0,01	0,0	5,8	2,9	449	20	3,62	56	1
74	19558	O_{2ls-kn}	03.09.20	8,0	0,2	1017	6,9	-12,0	-85,0	10,7	173,0	28,0	3,7	15,0	25,0	230,0	370	<0,09	<0,007	0,062	**2,20**	**2,10**	0,24	**0,12**	0,6	9,4	**6**	824	30	10,98	30	1
75	19560	O_{2ls-kn}	27.08.19	8,1	0,0	680	7,2	-11,9	-85,2	10,2	130,0	21,0	2,9	8,1	13,4	143,0	315	0,19	<0,007	0,090	**0,49**	**0,45**	0,33	**0,17**	0,8	12,0	4,3	592	40	3,74	>60	5
76	19606	O_{2ls-kn}	23.09.19	7,9	0,0	1718	6,8	-11,3	-82,1	**8,2**	236,0	89,0	16,0	9,0	42,0	**600,0**	387	0,23	<0,007	0,105	**1,30**	**1,15**	0,27	**0,12**	-0,3	7,1	**6,4**	1623	70	8,84	43	1
77	19607	O_{3kl-kk}	21.08.19	7,9	0,3	1547	6,8	-11,0	-80,7	**7,7**	257,0	56,0	20,0	9,3	69,7	**470,0**	381	1,80	0,05	0,020	<0,02	<0,04	0,20	0,04	1,0	6,0	**12**	1660	40	8,72	>60	2,5
78	19608	O_{2ls-kn}	21.08.19	7,1	0,1	1282	7,1	-11,1	-81,5	**7,4**	177,0	66,0	7,5	4,9	4,6	**460,0**	298	0,10	<0,007	0,300	0,13	0,06	0,26	0,05	0,4	6,3	**6,9**	1280	30	7,14	>60	1
79	19620	O_{2ls-kn}	01.09.20	10,3	0,4	1016	6,9	-11,8	-83,2	11,1	168,0	18,0	7,3	30,0	63,0	120,0	400	11,00	0,008	<0,013	0,04	<0,04	0,23	<0,01	2,4	7,3	2,5	738	5	9,88	>60	1
80	19635	O_{2ls-kn}	03.09.20	9,3	0,6	522	6,9	-12,2	-86,6	10,9	89,0	31,0	9,0	7,1	9,5	56,0	375	0,13	<0,007	0,065	**0,44**	**0,40**	0,35	0,02	-0,3	8,2	1,4	502	5	6,97	>60	1
81	19652	O_{2kn-vl}	02.09.20	7,7	3,4	496	7,2	-12,3	-87,5	10,7	84,0	13,0	0,8	3,9	5,4	33,0	281	0,24	<0,007	0,071	**1,90**	**1,80**	0,21	**0,09**	0,1	7,2	2,4	306	50	5,25	>60	2
82	20105	O_{2ls-kn}	02.09.20	8,2	0,4	1323	6,7	-12,2	-86,8	11,0	256,0	15,0	7,6	15,0	19,0	**340,0**	456	0,24	<0,007	0,023	0,15	0,11	0,19	<0,01	-0,8	6,8	**5,1**	1126	5	13,99	>60	1

Nr	Puur-kaevu kat.nr	Vee-kiht	Proovi-võtu aeg	Temp.	Lah. O_2	El. juht 25°C	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	H-liig	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	NH_4^{+}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	F^{-}	Mn	Laen-gu tasa.	SiO_2	KHT_{Mn},	Kuiv-jääk	Värvus	Üld-kare-dus	Läbi-paist-vus	Lõhna-läve indeks
				°C	mg/l	µS/cm		‰			mg/l														%	mg/l	mgO/l	mg/l	mg/l Pt	mg-ekv/l	cm	
83	20976	O_{3kl-kk}	16.09.19	6,7	0,3	565	**4,0**	-11,9	-84,7	10,6	100,0	22,0	2,4	6,0	3,9	77,0	310	< 0,20	<0,016	0,310	**7,00**	**6,30**	0,46	**0,21**	2,6	14,0	**10**	440	50	6,9	18	1
84	20977	O_{2ls-kn}	16.09.19	9,1	0,3	453	8,0	-16,2	-119,1	10,9	16,0	15,0	7,9	70,0	21,0	1,2	290	< 0,20	<0,016	0,180	**2,50**	**1,10**	**1,70**	<0,01	-0,7	6,2	< 1	330	20	2	25	1
85	21583	O_{3kl-kk}	22.08.19	10,1	0,0	1187	7,0	-12,3	-89,2	**9,3**	143,0	38,0	8,3	75,0	102,0	160,0	492	0,25	0,008	<0,013	0,04	<0,04	0,31	0,03	-1,9	6,9	2,9	920	10	5,12	>60	1
86	21849	O_{2ls-kn}	04.09.19	8,0	0,0	976	7,4	-12,1	-86,4	10,7	134,0	16,0	27,0	19,0	32,0	170,0	440	0,21	0,007	0,112	**3,00**	**1,80**	0,48	0,05	**-10,0**	8,5	3	804	100	5,48	14	1
87	21849	O_{2ls-kn}	09.09.20	8,0	0,2	1043	7,0	-12,2	-87,3	10,2	112,0	51,0	20,0	19,0	34,0	180,0	392	0,30	0,012	0,223	**3,10**	**2,20**	0,55	0,04	0,1	8,4	3,7	776	50	9,81	42	1
88	22410	O_{2ls-kn}	15.10.19	8,1	0,1	654	7,0	-11,7	-82,9	10,8	100,0	27,0	3,4	6,0	6,2	78,0	353	0,11	<0,007	0,109	**0,43**	0,40	0,42	0,04	-0,1	7,3	4,2	452	30	3,61	>60	1
89	23373	O_{2ls-kn}	01.09.20	7,3	0,3	873	6,9	-12,7	-91,2	10,7	156,0	15,0	3,3	20,0	33,0	140,0	360	< 0,09	<0,007	0,031	**0,28**	0,04	0,36	0,02	1,2	6,9	1,6	674	10	9,05	>60	1
90	24211	O_{2ls-kn}	22.08.19	7,7	0,0	1567	6,9	-11,4	-82,4	**8,8**	267,0	39,0	11,0	7,6	13,6	**540,0**	368	0,21	<0,007	3,500	**3,10**	**2,97**	0,21	**0,26**	-0,6	8,1	**14**	1524	150	8,24	12	2,5
91	24943	O_{3kl-kk}	12.09.19	6,9	0,1	610	7,1	-10,1	-75,1	**5,4**	112,0	16,0	3,0	4,3	<3,5	63,0	357	< 0,09	0,009	0,936	**9,80**	**8,30**	1,30	**0,96**	0,6	21,0	**21**	510	250	3,44	12	3
92	24943	O_{3kl-kk}	16.04.20	6,7	4,5	594	6,9	-10,4	-76,2	**6,9**	108,0	24,0	3,4	4,6	<3,5	64,0	387	1,10	<0,007	0,536					0,2							
93	26251	O_{3kl-kk}	28.08.19	8,1	0,1	1244	7,2	-11,7	-82,5	10,9	260,0	37,0	4,7	8,6	19,0	**336,0**	530	28,00	0,048	<0,013	0,09	<0,04	0,19	0,03	0,9	5,2	3,5	1312	20	8,02	60	1
94	26254	O_{3kl-kk}	05.09.19	9,3	0,3	1173	7,0	-11,9	-85,2	10,3	162,0	32,0	5,0	59,0	130,0	120,0	427	4,00	0,039	0,046	<0,02	<0,04	0,18	<0,01	0,9	6,4	1,6	976	10	5,37	>60	1
95	26256	O_{3kl-kk}	05.09.19	7,0	<0,2	553	7,5	-12,4	-88,3	11,2	53,0	37,0	6,8	9,0	9,6	33,0	310	< 0,20	<0,016	0,280	0,16	0,16	0,47	<0,01	2,0	8,1	< 1	330	< 5	5,6	>30	1
96	26264	O_{2ls-kn}	18.09.19	8,0	<0,2	1946	8,1	-18,7	-138,4	10,9	16,0	12,0	5,5	88,0	49,0	1,6	240	< 0,20	0,02	0,120	**10,00**	**8,30**	0,61	0,05	3,7	9,0	**14**	320	40	1,8	0	1
97	26266	O_{3kl-kk}	08.09.20	6,9	0,2	2802	6,8	-11,4	-83,5	**7,9**	375,0	42,0	240,0	40,0	**660,0**	**380,0**	306	< 0,09	<0,007	<0,013	**7,80**	**7,70**	0,26	**0,25**	-2,4	7,0	**32**	2424	150	22,2	6	1
98	26267	O_{2ls-kn}	08.09.20	6,9	0,1	3351	6,9	-12,0	-89,2	**6,9**	319,0	120,0	160,0	140,0	**790,0**	**360,0**	367	0,42	<0,007	<0,013	**2,70**	**2,60**	0,56	**0,10**	0,2	8,2	**9,7**	2960	30	25,8	24	1
99	30410	O	21.08.19	6,9	0,1	685	7,1	-11,9	-84,8	10,5	123,0	30,6	13,0	6,9	3,8	83,0	357	6,10	0,099	0,020	<0,02	<0,04	0,38	0,02	**9,4**	9,5	**6,1**	557	30	4,32	>60	1
100	50273	O_{3kk}	08.09.20	8,5	0,5	2567	6,9	-10,9	-80,6	**6,7**	117,0	8,8	460,0	46,0	**360,0**	240,0	547	< 0,09	<0,007	0,278	**3,10**	**2,90**	0,77	**0,14**	**-8,5**	11,0	**20**	1756	100	10,4	4	1,4
101	50275	O_{3kk}	08.09.20	7,6	0,9	1492	6,7	-12,4	-88,5	10,6	210,0	21,0	77,0	30,0	52,0	**340,0**	428	0,34	<0,007	0,022	**0,57**	**0,48**	0,45	0,02	-0,2	17,0	3,5	1118	20	12,2	>60	1
102	53032	O-Cm	02.10.19	8,3	0,1	1278	7,1	-12,2	-91,0	**6,3**	131,0	8,2	26,0	55,0	6,5	< 5	582	15,00	<0,007	0,176	**6,40**	**5,30**	0,16	**0,13**	2,8	14,0	**14**	925	40	5,85	10	1
103	53032	O-Cm	15.04.20	8,1	0,2	1253	7,0	-12,0	-90,9	**5,0**	135,0	65,0	24,0	58,0	202,0	< 5	578	1,40	<0,007	0,353					0,3							
104	54422	O-Cm	12.09.19	8,4	0,0	558	8,4	-19,1	-140,6	11,9	13,0	6,3	5,1	130,0	69,0	18,0	244	< 0,09	<0,007	0,141	**0,46**	**0,41**	0,58	0,01	4,9	6,0	2,5	350	30	0,58	>60	1
105	54495	O_{3kl-kk}	04.10.19	8,1	4,6	650	7,5	-11,8	-83,2	11,3	62,0	27,0	46,0	6,3	9,3	22,0	377	21,00	<0,007	0,087	0,12	0,04	<0,1	<0,01	-0,9	5,5	1	403	20	2,88	>60	1
106	54765	O-Cm	27.08.19	8,3	0,0	551	7,9	-14,5	-106,2	**9,5**	35,0	23,0	8,6	73,0	22,4	< 5	354	0,32	<0,007	0,140	**1,90**	**1,42**	0,56	**0,07**	4,5	6,6	2,4	366	100	1,82	23	2
107	300001	O	03.09.19	7,3	11,8	527	8,0	-12,3	-87,0	11,1	112,0	34,0	2,3	2,6	<3,5	130,0	350	0,63	<0,007	0,024	0,19	<0,04	0,53	0,05	0,7	8,0	**5,2**	526	20	3,89	>60	1
108	Aro	O	27.08.19	9,0	1,4	1028	7,1	-12,2	-87,3	10,5	144,0	49,0	7,1	28,0	73,0	185,0	418	1,70	<0,007	0,050	**0,28**	<0,04	0,43	0,02	-0,6	7,5	2,4	925	10	5,63	>60	1
109	Jõe kinnistu	$O_{2u}h$	03.09.20																													
110	Jüri kinnistu	O_{2ls-kn}	02.09.20	8,2	0,3	756	6,8	-12,0	-85,0	10,9	96,0	36,0	5,5	10,0	29,0	79,0	355	0,22	<0,007	0,041	**1,40**	**1,20**	0,17	**0,07**	0,3	5,9	4	566	20	7,73	>60	1
111	Kiviõli tee 7	O_{2ls-kn}	02.09.20					-11,9	-84,1	11,2	99,0	21,0	5,8	3,7	5,2	45,0	360	0,10	<0,007	0,096	0,05	0,03	0,40	0,02	0,0	6,6	3,7	402	5	6,69	>60	1
112	Alajõe metskond 31 kraav		15.04.20	4,8	7,4	258	6,7	-11,4	-80,3	10,9	41,0	13,0	0,5	2,4	<3,5	48,0	132	0,40	0,002	0,081					1,2							
113	Alajõe metskond 31 tiik		15.04.20	6,0	7,9	231	7,7	-9,0	-70,4	**1,3**	36,0	11,0	0,6	0,8	<3,5	5,0	158	0,05	<0,002	0,012					1,1							
114	EEJ settetiik		15.04.20	4,8	12,0	11751	13,0	-7,7	-62,3	**-0,7**	274,0	23,0	2300,0	96,0	**1200**	**1400**	1558	0,17	0,008	<0,010					**-6,0**							
115	Purtse jõgi		02.09.20					-11,2	-80,4	**9,4**	207,0	52,0	14,0	13,0	50,0	**400**		0,49	0,014	0,101					**23,0**							
116	Valgejärv		15.04.20	6,1	9,6	25	5,7	-6,6	-58,9	**-6,1**	2,6	<2	0,6	0,7	5,4	<5	4	0,28	<0,002	0,016					**-9,8**							
	Piirisisaldus*						6,5-9,5							200	250	250		50	0,50		0,2	0,2	1,5	0,05			5,0					
	Läviväärtus**															250																

*Sotsiaalministri määrus 61; **Keskkonnaministri määrus 48; **340,0** – ületab piirisisaldust/läviväärtust; **1,3** – probleemsed väärtused

Tabel 7 järg. Käesoleva uuringu raames 2019. ja 2020. aastal kogutud veeproovide 1- ja 2-aluseliste fenoolide, naftasaaduste, benseeni, trikloromet aani ning tri- ja tetrakloroeteeni analüüside tulemused

Nr	Kat. nr	Veekiht	Proovivõtu aeg	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p/m-kresool	Resortsiin	5-metüül-resortsiin	2,5-dimetüül-resortsinool	Naftasaadused (süsivesinikud C10 - C40)	Trikloroeteen	Tetrakloroeteen (perkloroeteen)	Trikrometaan (kloroform)	Benseen
				µg/l														
1	2366	O_{2ls-kn}	28.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
2	2373	O-Cm	28.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
3	2414	O-Cm	22.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
4	2581	O_{3kk}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
5	2582	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
6	2586	O_{3kl-kk}	24.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	<4	< 1	< 1					
7	2586	O_{3kl-kk}	16.04.20															
8	2589	O_{2ls-kn}	24.09.19	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	< 0,3	< 0,3	<1	<1	<1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
9	2590	O_{3kl-kk}	24.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	**90**	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
10	3190	O_{3nb-on}	12.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	**3,6**	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
11	3196	O_{3nb-on}	10.09.19															
12	3198	O_{2ls-kn}	10.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
13	3280	O_{3kl-kk}	10.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	<3	<3	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
14	3648	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	**0,56**	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
15	3655	O_{3kl-kk}	03.10.19															
16	3656	O_{2ls-kn}	03.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
17	3656	O_{2ls-kn}	16.04.20															
18	3662	O_{2ls-kn}	05.09.19															
19	3662	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
20	3667	O_{3kl-kk}	25.09.19															
21	3721	O_{2ls-kn}	03.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
22	3732	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
23	3733	O_{3kl-kk}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
24	3734	O_{2ls-kn}	03.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
25	3738	O_{2ls-kn}	22.08.19															
26	3963	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
27	3963	O_{3kl-kk}	05.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
28	3964	O_{3nb-on}	04.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
29	3964	O_{3nb-on}	15.04.20															
30	3969	O_{2ls-kn}	15.10.19	< 0,3	**3,2**	< 0,3	< 0,3	**1,2**	< 0,3	**10**	**2**	< 1	**1,2**					
31	4002	O-Cm	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
32	4008	O_{3kl-kk}	11.08.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
33	4009	O_{3kl-kk}	11.08.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
34	4010	O_{2ls-kn}	11.08.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
35	4016	O_{3nb-on}	11.09.19															
36	4025	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
37	4026	O_{3kl-kk}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
38	5123	O_{3kl-kk}	28.08.19															
39	5133	O_{2ls-kn}	28.08.19															
40	5963	O_{2ls-kn}	04.09.19															
41	9003	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
42	12292	O_{2ls-kn}	11.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06

Nr	Kat. nr	Veekiht	Proovivõtu aeg	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p/m-kresool	Resortsiin	5-metüül-resortsiin	2,5-dimetüül-resortsinool	Naftasaadused (süsivesinikud C10 - C40)	Trikloroeteen	Tetrakloroeteen (perkloroeteen)	Triklorometaan (kloroform)	Benseen
				µg/l														
43	13475	O_{2ls-kn}	28.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
44	13507	O_{2uh}	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
45	13518	O_{2ls-kn}	03.09.19															
46	13568	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
47	13591	O_{2kn-lt}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
48	13592	O-Cm+ O_{2ls-kn}	27.08.19															
49	14267	O-Cm	12.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
50	15711	O_{2ls-kn}	22.08.19															
51	16042	O_{2ls-kn}	13.09.19															
52	16043	O_{3nb-on}	13.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
53	16044	O_{3nb-on}	13.09.19															
54	16044	O_{3nb-on}	07.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
55	16117	O_{3nb-on}	03.10.19															
56	16153	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
57	16233	O_{2ls-kn}	11.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
58	16391	O-Cm	04.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
59	16591	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
60	16592	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
61	16664	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
62	16672	O_{3kl-kk}	25.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
63	16749	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
64	16837	O_{2ls-kn}	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
65	19063	O_{3kl-kk}	27.08.19															
66	19081	O_{3kl-kk}	03.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
67	19082	O_{2ls-kn}	03.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
68	19498	O_{3kl-kk}	03.09.19															
69	19499	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
70	19522	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	<4	<2	< 1					
71	19532	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	**0,53**	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
72	19542	O_{2ls-kn}	07.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	**0,67**	< 0,3	< 0,3	< 0,3	<2	<2	<2					
73	19544	O_{2ls-kn}	02.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
74	19558	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	**0,38**	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
75	19560	O_{2ls-kn}	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1		**0,37**			
76	19606	O_{2ls-kn}	23.09.19															
77	19607	O_{3kl-kk}	21.08.19															
78	19608	O_{2ls-kn}	21.08.19															
79	19620	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
80	19635	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
81	19652	O_{2kn-vl}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
82	20105	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
83	20976	O_{3kl-kk}	16.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
84	20977	O_{2ls-kn}	16.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					

Nr	Kat. nr	Veekiht	Proovivõtu aeg	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p/m-kresool	Resortsiin	5-metüül-resortsiin	2,5-dimetüül-resortsinool	Naftasaadused (süsivesinikud C10 - C40)	Trikloroeteen	Tetrakloroeteen (perkloroeteen)	Trikrometaan (kloroform)	Benseen
				µg/l														
85	21583	O_{3kl-kk}	22.08.19															
86	21849	O_{2ls-kn}	04.09.19															
87	21849	O_{2ls-kn}	09.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
88	22410	O_{2ls-kn}	15.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
89	23373	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
90	24211	O_{2ls-kn}	22.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
91	24943	O_{3kl-kk}	12.09.19															
92	24943	O_{3kl-kk}	16.04.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 2	< 1	< 1					
93	26251	O_{3kl-kk}	28.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20				< 0,06
94	26254	O_{3kl-kk}	05.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
95	26256	O_{3kl-kk}	05.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
96	26264	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
97	26266	O_{3kl-kk}	08.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	<3	< 1	< 1					
98	26267	O_{2ls-kn}	08.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	<3	<1	<1					
99	30410	O	21.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
100	50273	O_{3kk}	08.09.20	**1,1**	< 0,3	< 0,3	**0,99**	**0,64**	**0,47**	< 0,3	<3	<3	< 1					
101	50275	O_{3kk}	08.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
102	53032	O-Cm	02.10.19	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<3	<3	<3	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
103	53032	O-Cm	15.04.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	<3	< 1	< 1					
104	54422	O-Cm	12.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
105	54495	O_{3kl-kk}	04.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
106	54765	O-Cm	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1	< 20	< 0,1	< 0,1	< 0,03	< 0,06
107	300001	O	03.09.19															
108	Aro kinnistu	O	27.08.19															
109	Jõe kinnistu	$O_{2u}h$	03.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
110	Jüri kinnistu	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
111	Kiviõli tee 7	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 1	< 1	< 1					
Piirsisaldus*															10 (summa)			1,0
Läviväärtus**				1,0 (summa)										20				1,0

*Sotsiaalministri määrus 61; **Keskkonnaministri määrus 48; **0,38** – esinemine vees; **1,1**– ületab piirsisaldust/läviväärtust

Tabel 7 järg. Käesoleva uuringu raames 2019. ja 2020. aastal kogutud veeproovide PAH-ide analüüside tulemused

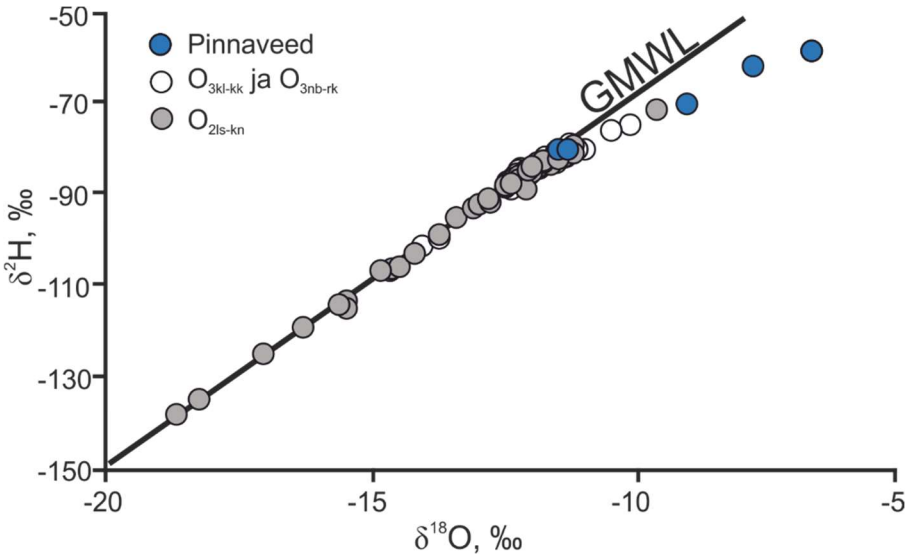
Nr	Kat. nr	Veekiht	Antratseen	Atsenafteen	Atsenaftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenantreen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno(1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen
			µg/l															
1	2366	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2	2373	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	<0,005
3	2414	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,006
4	2581	O_{3kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	**0,032**	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	**0,026**
5	2582	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
6	2586	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
7	2586	O_{3kl-kk}																
8	2589	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	**0,018**	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	**0,009**

Nr	Kat. nr	Veekiht	Antratseen	Atsenafteen	Atsenaftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenantreen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno(1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen
			µg/l															
9	2590	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	0,005	< 0,005	< 0,005
10	3190	O_{3nb-on}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,013	< 0,005
11	3196	O_{3nb-on}																
12	3198	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	0,009	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,007	0,009
13	3280	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
14	3648	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
15	3655	O_{3kl-kk}																
16	3656	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
17	3656	O_{2ls-kn}																
18	3662	O_{2ls-kn}																
19	3662	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
20	3667	O_{3kl-kk}																
21	3721	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	<0,005
22	3732	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	<0,005
23	3733	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,005	< 0,005
24	3734	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
25	3738	O_{2ls-kn}																
26	3963	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,012
27	3963	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
28	3964	O_{3nb-on}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,009	< 0,005
29	3964	O_{3nb-on}																
30	3969	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005	0,005	< 0,005	< 0,002	0,006	< 0,005	< 0,005
31	4002	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
32	4008	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
33	4009	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
34	4010	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
35	4016	O_{3nb-on}																
36	4025	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
37	4026	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
38	5123	O_{3kl-kk}																
39	5133	O_{2ls-kn}																
40	5963	O_{2ls-kn}																
41	9003	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,014
42	12292	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,005
43	13475	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
44	13507	O_{2uh}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
45	13518	O_{2ls-kn}																
46	13568	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
47	13591	O_{2kn-lt}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
48	13592	O-Cm+ O_{2ls-kn}																
49	14267	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
50	15711	O_{2ls-kn}																
51	16042	O_{2ls-kn}																

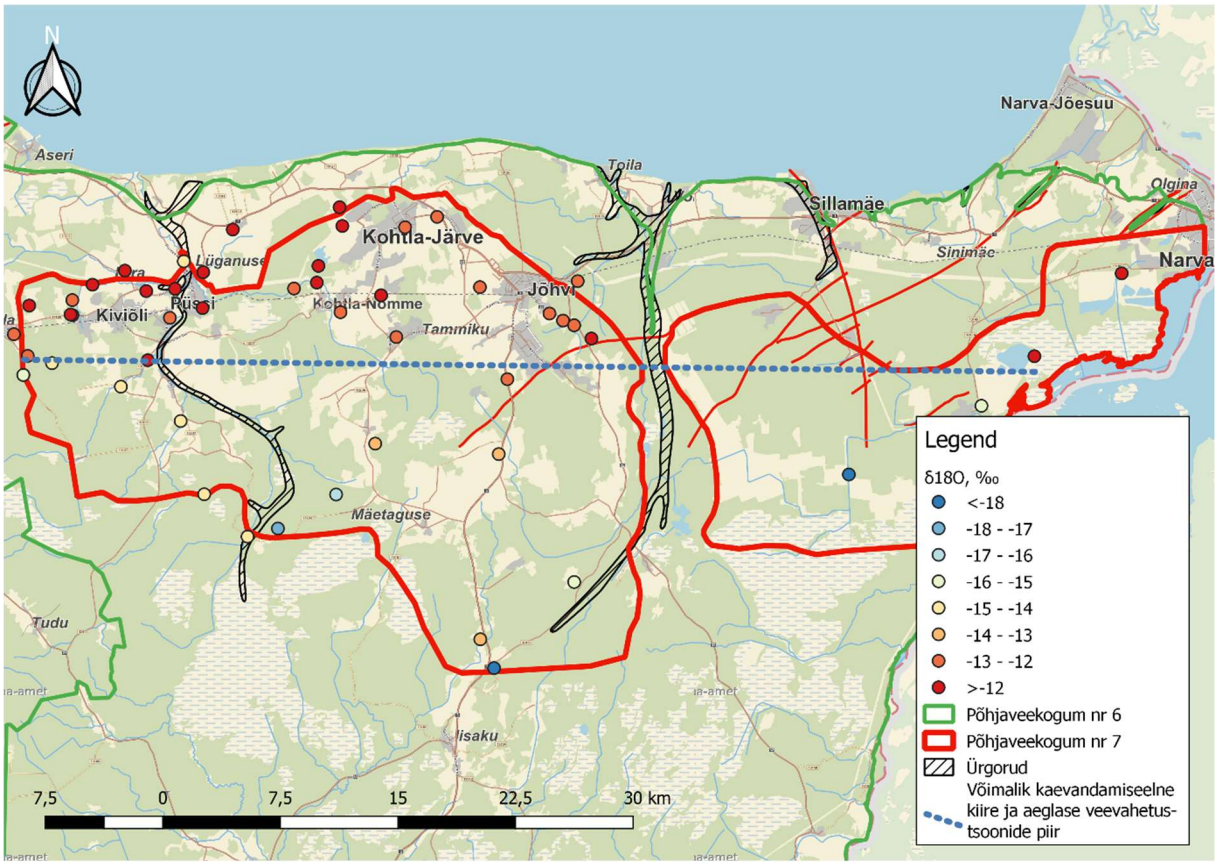
Nr	Kat. nr	Veekiht	Antratseen	Atsenafteen	Atsenaftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenantreen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno(1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen
			µg/l															
52	16043	O_{3nb-on}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
53	16044	O_{3nb-on}																
54	16044	O_{3nb-on}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
55	16117	O_{3nb-on}																
56	16153	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
57	16233	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
58	16591	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
59	16591	O_{3kl-kk}																
60	16592	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,034	< 0,005
61	16664	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,013	< 0,005
62	16672	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
63	16749	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,005
64	16837	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
65	19063	O_{3kl-kk}																
66	19081	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
67	19082	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
68	19498	O_{3kl-kk}																
69	19499	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	0,005	< 0,002	< 0,005	0,01	< 0,005
70	19522	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
71	19532	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,009	< 0,005
72	19542	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,007	< 0,002	< 0,005	0,007	< 0,005
73	19544	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
74	19558	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
75	19560	O_{2ls-kn}	< 0,005	0,023	0,006	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,041	0,14	0,41	< 0,002	< 0,005	0,024	0,12
76	19606	O_{2ls-kn}																
77	19607	O_{3kl-kk}																
78	19608	O_{2ls-kn}																
79	19620	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
80	19635	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
81	19652	O_{2kn-vl}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
82	20105	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,006	< 0,005
83	20976	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,011	< 0,005
84	20977	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,008	< 0,005
85	21583	O_{3kl-kk}																
86	21849	O_{2ls-kn}																
87	21849	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
88	22410	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
89	23373	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
90	24211	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
91	24943	O_{3kl-kk}																
92	24943	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,005	< 0,005
93	26251	O_{3kl-kk}																
94	26254	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Nr	Kat. nr	Veekiht	Antratseen	Atsenafteen	Atsenaftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenantreen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno(1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen
			µg/l															
95	26256	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,005	< 0,005
96	26264	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
97	26266	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
98	26267	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
99	30410	O	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
100	50273	O_{3kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
101	50275	O_{3kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
102	53032	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
103	53032	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
104	54422	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
105	54495	O_{3kl-kk}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
106	54765	O-Cm	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,12	< 0,005
107	300001	O																
108	Aro kinnistu	O																
109	Jõe kinnistu	$O_{2u}h$	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
110	Jüri kinnistu	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
111	Kiviõli tee 7	O_{2ls-kn}	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Piirisisaldus*							0,010											
Lävieväärtus**			0,1 (summa PAH)															

*Sotsiaalministri määrus 61; **Keskkonnaministri määrus 48; **0,003** – esinemine vees; **0,12** – ületab piirisisaldust/läviväärtust



Joonis 33. Projekti LIFE IP CleanEST käigus kogutud põhja- ja pinnavee proovide isotoopkoostis



Joonis 34. Lasnamäe-Kunda veekihi põhjavee isotoopkoostis 2019.–2020. aastal kogutud andmete põhjal

5. Analüüs

5.1. Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 keemiline rajoneerimine

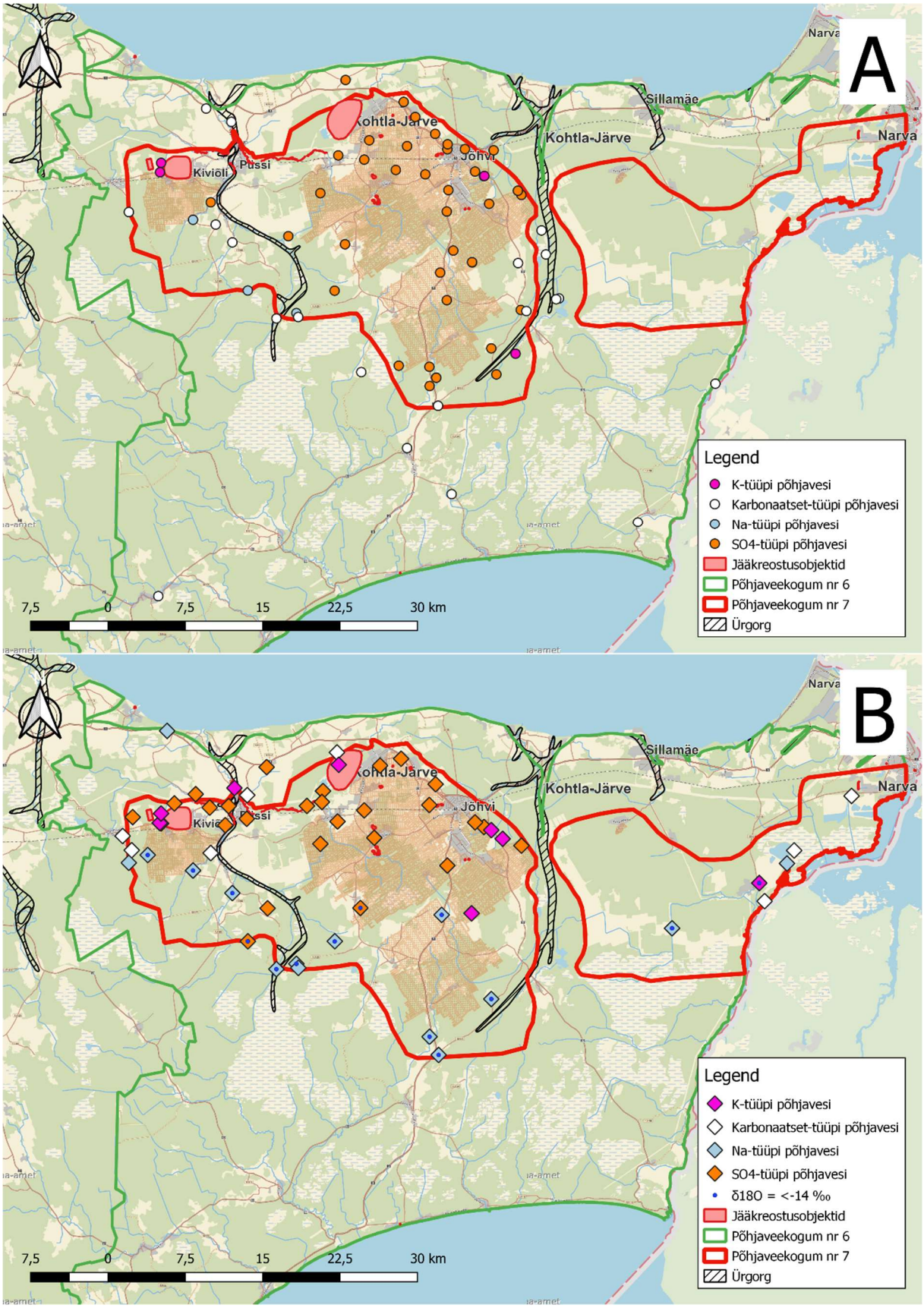
Metoodika peatükis esitatud põhjavee tüüpide keemilise klassifitseerimise alusel eraldatud veetüüpide levik põhjaveekogumites nr 6 ja 7 on esitatud joonisel 35.

SO_4-tüüpi põhjavesi (SO_4^{2-} > 50 mg/l; K^+ <20 mg/l) levib kaevandatud ja põlevkivikeemiajääkide ladustusalade lähistel, kuid soojuselektrijaamade tuhamägede ümbruses SO_4-tüüpi põhjavett ei leitud. SO_4-tüüpi põhjaveega piirkondades on $\delta^{18}O$ valdavalt positiivsemad kui -14‰, mis viitab aktiivsele veevahetusele. Enamus saasteainete sisalduse läviväärtusi ületavatest fenoolide ja PAH-ide summaarsete sisalduste leidudest jäävad SO_4-tüüpi põhjavee levikualale.

Enamasti kaasneb **K-tüüpi põhjaveega (K^+ >20 mg/l)** ka kõrged SO_4^{2-} sisaldused (>100 mg/l). K-tüüpi põhjavee esinemist on enamasti täheldatud poolkoksi ja Kukruse põlevkivi aheraine ladestusalade juures ning ka elektrijaamade tuhamägede ümbruses, kuigi viimaste juures on SO_4^{2-} sisaldused alla 10 mg/l. Erandlik on Ahtme SEJ tuhamäest kirdes leviv kaaliumirikkam vesi koos kõrge SO_4^{2-} sisaldusega (100–200 mg/l). Võimalik et vesi on kujunenud tuhamäelt pärineva ja kaevanduskäikudes leviva vee segunemisel.

Seletamatult kõrge K^+ sisaldus (46 mg/l) saadi puurkaevust nr 54495, mis asub põhjaveekogumi nr 7 lõunaosas, Kaidma külas (joonised 26 ja 35A). Teiste keemiliste näitajates osas mingeid anomaalseid sisaldusi proovis ei ilmnenud ja ka proovi laengutasakaal jäi alla 1%. Kaev asub taluhoovis, ümbritsetuna põldudest ja metsast ning kaevandus ega muu tööstuslik mõju sinna ulatuda ei tohiks. Hiljuti leiti analoogne juhtum ka Kõrkkülast, kus K^+ sisaldus oli Lasnamäe-Kunda veekihti avavas puurkaevud 26 mg/l. Kaevu omanik kurtis nöörfiltri kiiret ummistumist savitaolise hõljumiga. Võimalik et lokaalsed kõrgemad K^+ sisaldused põhjavees võivad olla põhjustatud kiirest savikate lubjakivikihtide porsumisest.

Na-tüüpi põhjavesi (Na^+ > 30 mg/l) levib valdavalt Lasnamäe-Kunda veekihi sügavamas osas. Vee tüübile on iseloomulik tänapäevastest sademetest märksa negatiivsemad $\delta^{18}O$ väärtused (< -14‰), mis näitavad selle vee tüübi täielikku või osalist pärinemist viimase jääaja paleovetest. Kui kõrgema Na^+ sisaldusega on kaasnenud ka kõrgem Cl^- sisaldus ning vee $\delta^{18}O$ väärtused on positiivsemad kui -14‰, mis viitab kiiremale veevahetusele ja tänapäevaste sademete suuremale osakaalule põhjavees, siis võib tegemist olla maanteede hooldamisest pärineva tehnogeense mõjuga. Mõningates lõunapoolsetes Na-tüüpi põhjavetes, kus kaasnes Na^+ kasvuga Cl^- kasv ja väga aeglasele veevahetusele viitavad negatiivsed $\delta^{18}O$ väärtused (-17 kuni -19‰), siis on tegemist reliktse, süngeneetilise signaaliga põhjavee mõjuga. Tavapäraselt on SO_4^{2-} sisaldused Na-tüüpi vees alla 30 mg/l. Kõrgete SO_4^{2-}sisalduste



Joonis 35. Põhjavee tüübid Keila-Kukruse (A) ja Lasnamäe-Kunda (B) veekihtides põhinedes käesoleva uuringu tulemustele

(>100 mg/l) puhul võib kahtlustada tehnogeense ja paleovee segunemist, kas läbi murendatud veepideme või kaevu manteltoru lekete kaudu. Sellistes seguveega kaevudes jäävad $\delta^{18}O$ väärtused enamasti positiivsemaks kui -14‰.

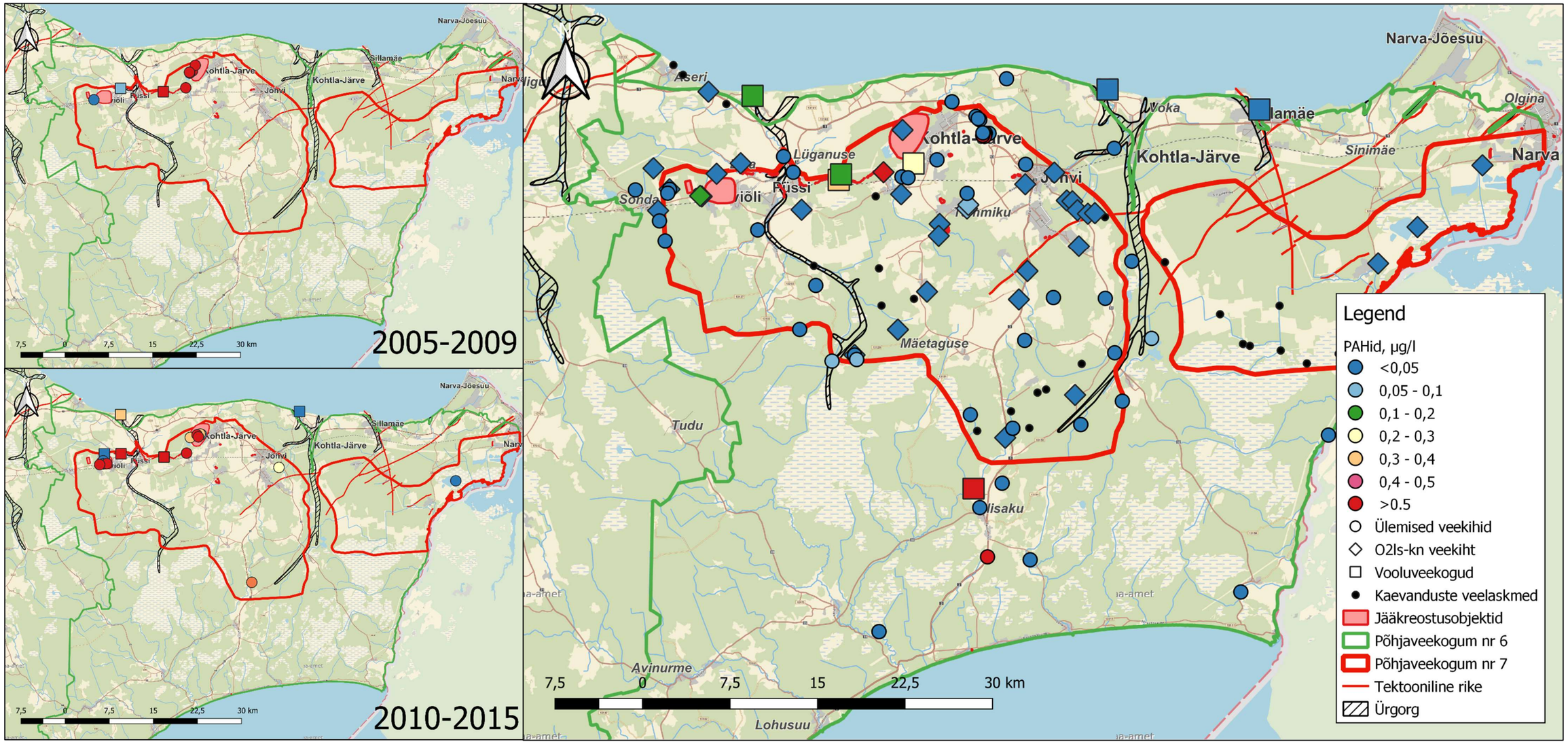
Karbonaatset tüüpi põhjavesi (SO_4^{2-} <50 mg/l; Na^+ <30 mg/l; K^+ <20 mg/l) levib valdavalt kaevandamata aladel Keila-Kukruse ja Nabala-Rakvere veekihtides. Ilmselt oli see veetüüp iseloomulik piirkonna aktiivsesse veevahetustsooni jäävatele põhjavetele enne kaevandustegevuse algust. Karbonaatset tüüpi põhjaveega aladel on $\delta^{18}O$ valdavalt positiivsem kui -14‰.

5.2. PAH-id põhjaveekogumis nr 7

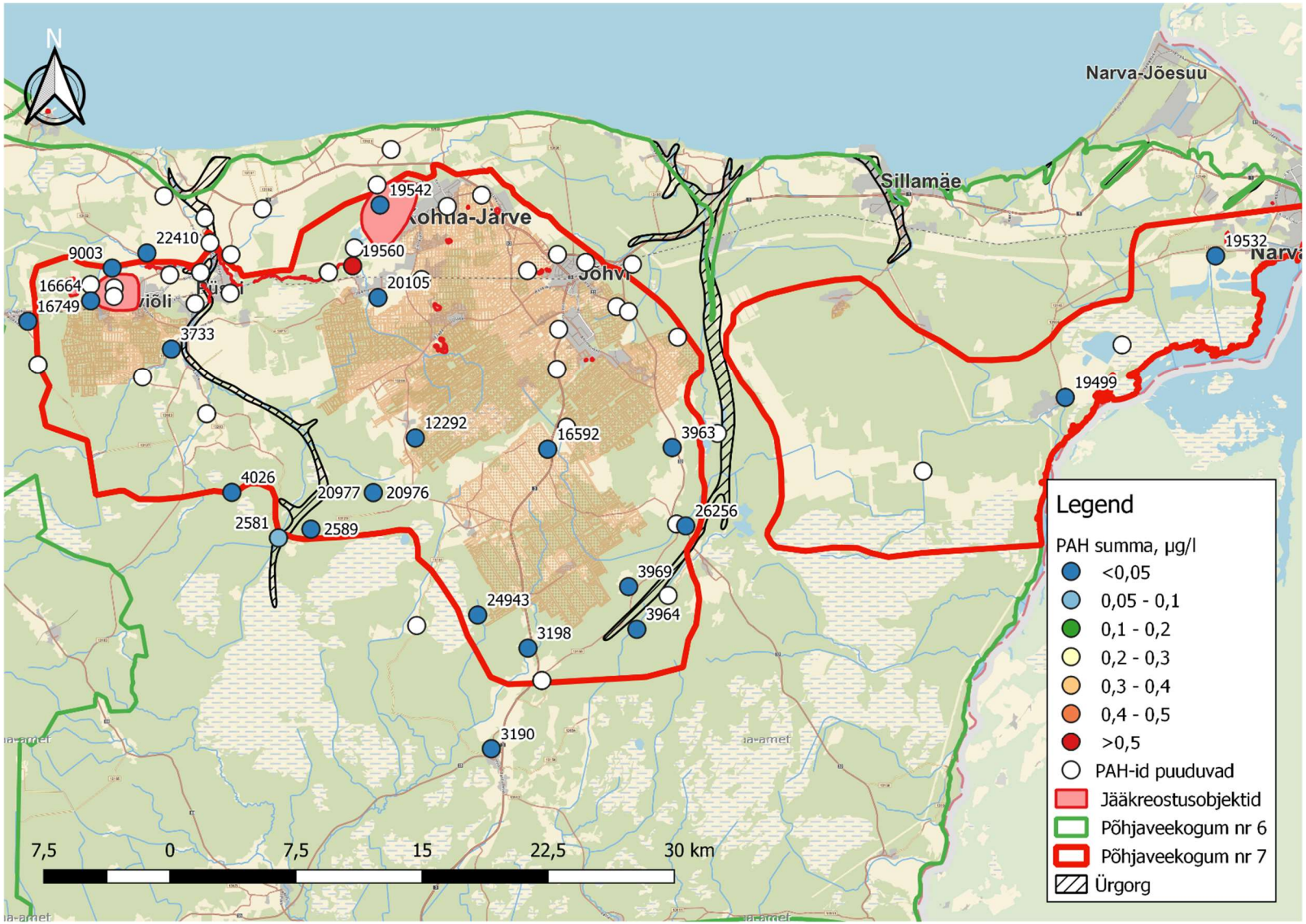
Viimastel aastatel on põhjaveekogumis nr 7 registreeritud PAH-e põhjavees märksa laialdasemalt kui varasematel aastatel (joonis 36), kuid nende sisaldused on jäänud valdavalt alla läviväärtuse 0,1 µg/l (tabel 7; Kõrgmaa jt., 2020a). Põhjuseks on pigem paranenud analüütiline võimekus, mis võimaldab määrata varasemast palju madalamaid PAH-ide sisaldusi, kui laienenud inimmõju. Ka käsoleva uuringu käigus tuvastati PAH-e mitmetes põhjaveekogumi nr 7 puurkaevudes, mis mõtteliselt jaotuvad ruumiliselt lõunapoolseks ja loodepoolseks grupiks (joonis 37). Samuti on PAH-ide leiud ka põhjaveekogumi nr 7 idapoolsel osal Eesti ja Balti Elektrijaamade tuhaväljade lähedastes puurkaevudes. Jõhvi linnas ja selle ümbruses, kus on varasematel aastatel korduvalt PAH-e leitud nii Keila-Kukruse kui Lasnamäe-Kunda veekihtidest, 2019.–2020. aasta välitööde käigus neid ei tuvastatud (joonis 37).

Käesoleva uuringu PAH-ide leidudest jäid enamik põhjaveekogumi nr 7 lõunaossa, kus Lasnamäe-Kunda põhjaveekihis domineerib aeglane veevahetus ($\delta^{18}O$ negatiivsem -14‰; joonised 34 ja 38) ning PAH-e kui eeldatavaid inimtegevuse indikaatoreid ei tohiks esineda. Ka Kõrgmaa jt (2020) näitab naftaleeni esinemist isegi väga häsi isoleeritud Kambriumi-Vendi paleopõhjavees, kuigi üksiktulemusena. Mitmetes teadusartiklites on viidatud PAH-ide suurele keemilisele inertsusele ja püsivusele isoleeritud keskkondades (põhjavesi, igikelts), mis võimaldaks neid kasutada aastatuhandete taguste sündmuste ja looduskoosluste uurimisel (nt Enell jt, 2004; Vasil'chuk jt., 2020). Võimalik, et ka põhjaveekogumis nr 7 esineb PAH-e, mis pärinevad palju kaugemast ajast kui industriaalnepööre ning tegemist on looduslike PAH-idega. Kuigi loodusliku foonväärtuse fikseerimine nõuaks laiemat uuringut määratleti käesoleva materjali taustal esialgseks summaarseks PAH-ide foonväärtuseks 0,05 µg/l.

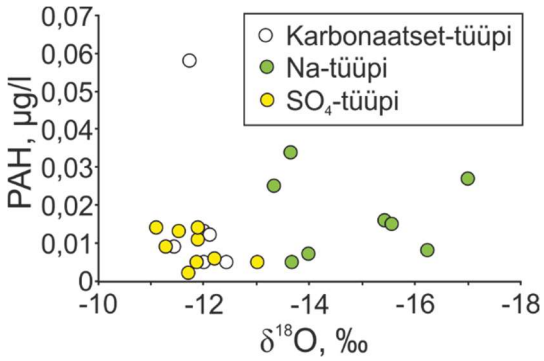
Looduslike PAH-ide päritolu ja täpsem allikas põhjaveekogumis nr 7 pole üheselt tuvastatav. Võrreldes PAH-ide esindatust erinevates veetüüpides (joonised 30 ja 31) jääb silma fenantreeni suhteliselt sage esinemine nii SO_4-, Na- kui karbonaat tüüpi põhjavetes. Samas puudub see PAH pea täielikult poolkoksi



Joonis 36. PAH-ide leiud (summa PAH) pinnavees ja põhjaveekogumite nr 6 ja 7 põhjavees aastatel 2016 – 2021 ja varem

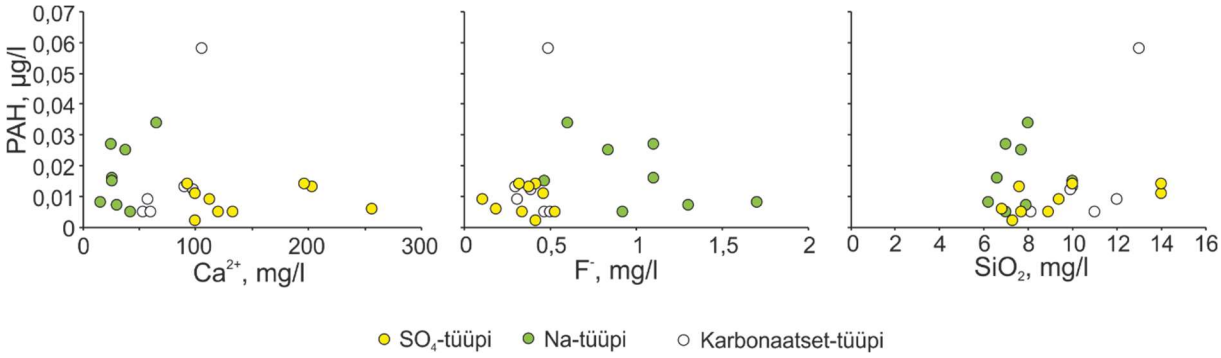


Joonis 37. Käesoleva uuringu käigus aastatel 2019–2020 põhjaveekogumites nr 6 ja 7 kogutud PAH-ide analüüsitulemused



Joonis 38. PAH-ide summa ja põhjavee isotoopkoostised põhjaveekogumites nr 6 ja 7 koos veetüüpidega

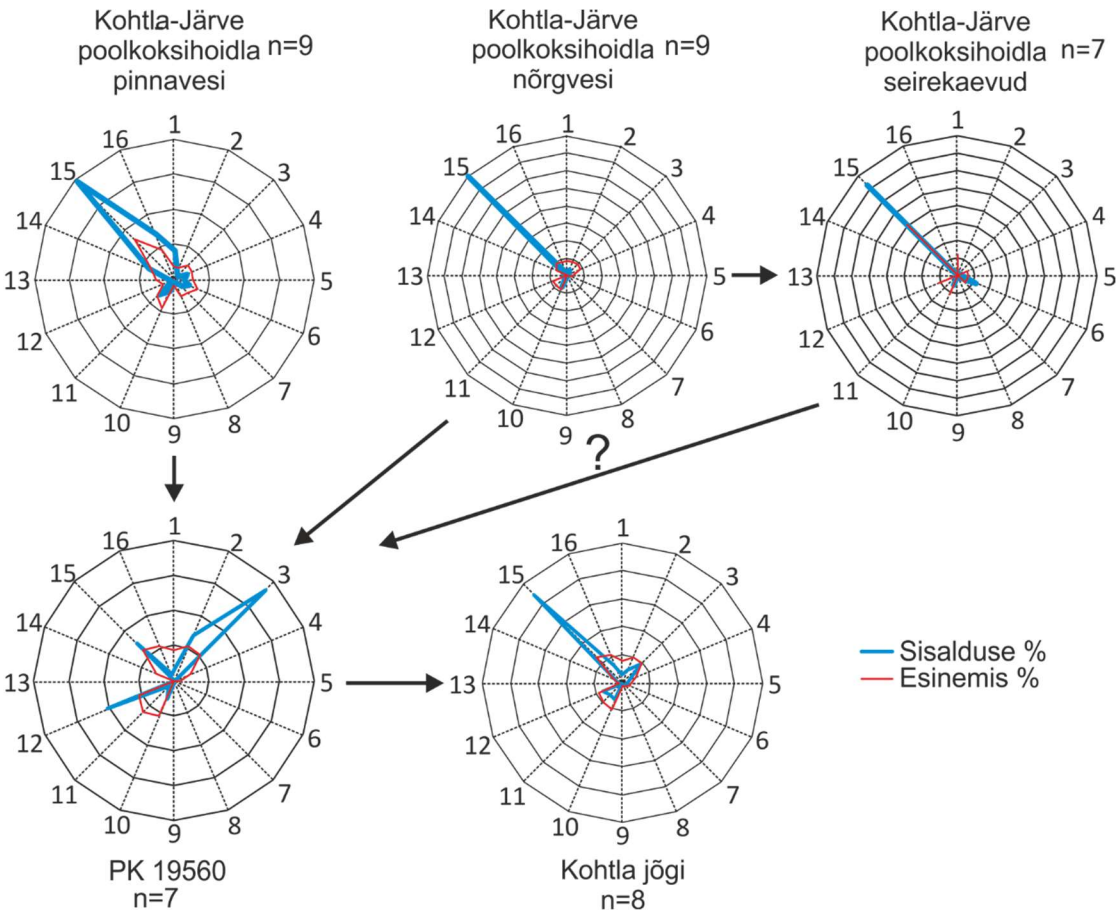
ladestute ja tuhamägede lähikonnas, kuid on väga tugevalt esindatud kaevanduste väljavooludes ja väiksema osakaaluga ka Kukruse aheraineladestu seirekaevudes (joonis 30). Selles valguses võiks siduda fenantreeni ja teiste võimalike looduslike PAH-ide päritolu Uhaku veepidemega, millega puutuvad kokku nii Lasnamäe-Kunda (valdavalt Na-tüüpi põhjavesi) kui ka Keila-Kukruse veekiht (SO_4- ja karbonaatset tüüpi vesi). Lisaks omavad aeglasse veevahetuse tsoonis ($\delta^{18}O$ negatiivsem kui -14‰) levivad PAH-id seost Ca^{2+}, F^-, Na^+ ja SiO_2 (joonised 38 ja 39), mis annab alust seostada neid katioonvahetuse protsessidega, mis on iseloomulikud savimineraalidega kokkupuutuvatele vetele (Appelo ja Postma, 2005). Kas need seosed viitavad PAH-ide otsesele pärinemisele katioonvahetuseks sobivatelt kivimipindadelt (savikildad) või on tegemist sekundaarse seosega, jääb käesoleva andmestiku põhjal siiski ebaselgeks. Sulfaadirikaste põhjavete (sh kaevandusvete väljavoolude) puhul võib eeldada ka kaevandustegevuse otsest panust PAH-ide koostise kujunemisele läbi sisepõlemismootorite (Sørensen jt., 2004), kuid ka põlevkivi ise võib sisaldada looduslikult PAH-e, juba põlevkivi moodustumise ajast.



Joonis 39. PAH-ide summa ja keemilise koostise vahelised seosed põhjaveekogumites nr 6 ja 7 koos veetüüpidega

Põhjaveekogumi nr 7 loodepoolsed PAH-ide leiud põhjavees koondusid poolkoksi ladestuste ümbrusse, mis annab alust oletada, et sealsed PAH-id on valdavalt tehnogeenset päritolu. Ka ainus antud uuringu käigus tuvastatud läviväärtust ületav PAH-ide leid (PAH summa 0,769 µg/l) põhjaveest pärinebki puurkaevust nr 19560, mis asub Kohtla-Järve poolkoksiladestust edelas, Kohtla jõe kaldal (joonis 37). Samas jäid teistes puurkaevudes PAH-ide sisaldused enamasti väga madalaks (PAH summa

<0,05 µg/l). Võrreldes Kohtla-Järve poolkoksiladestu, puurkaevu nr 19560 ja Kohtla jõest võetud PAH-ide tähtdiagramme (joonis 40) võib kaevu nr 19560 PAH-ide reostuse siduda poolkoksimäega. Samas, puurkaevust ja sellest allavoolu jõest kogutud proovidesse on lisandunud antratseen (PAH nr 3), mida ladestu seirekevudes esineb harva. See annab alust arvata, et puurkaevu ümbruses leviv jääkreostus annab endiselt olulise panuse põhjavette ja levib ka mööda jõge allavoolu.



Joonis 40. PAH-ide jaoutus puurkaevus nr 19560 ja selle lähipiirkonnas. Nooled näitavad vee võimalikke voolusuundi

Käesoleva uuringu välitööde käigus ilmnes korduvalt, et puurkaevude vees on õlireostust (õli tilgad voolikul ja pumbal, lõhn), kuid laboratoorsed analüüsid mingit fenooli või PAH-i sisaldust ei näidanud. Ka on ühest ja samast kaevust saadud väga erinevaid tulemusi. Näiteks puurkaevust nr 16592 päevase vahega võetud proovides erinesid PAH-ide sisaldused 10 korda (Kõrgmaa jt., 2020). Põhjus võib olla erinevates proovivõtu metoodites – pump *vs.* proovivõtutoru. Arvestades asjaolu, et enamik PAH-e on veest raskemad ja hüdrofoobsed, võiks eeldada suuremaid PAH-ide sisaldusi pumbaga proovi võttes mitte kasutades proovivõtutoru, mil proov pärineb suuresti veesamba ülemisest osast. Võib spekuleerida ka võimaluse üle, et veest kergem reostus (õli, naftajäägid), mis koguneb vee pinnale, võib olla hüdrofoobsetele PAH-idele suurepärane absorptsioonipind ning nende ühisel sissekandel puurkaevu kantakse ka veest raskemad PAH-id veesamba ülemisse ossa. Sellisel juhul ei pruugi

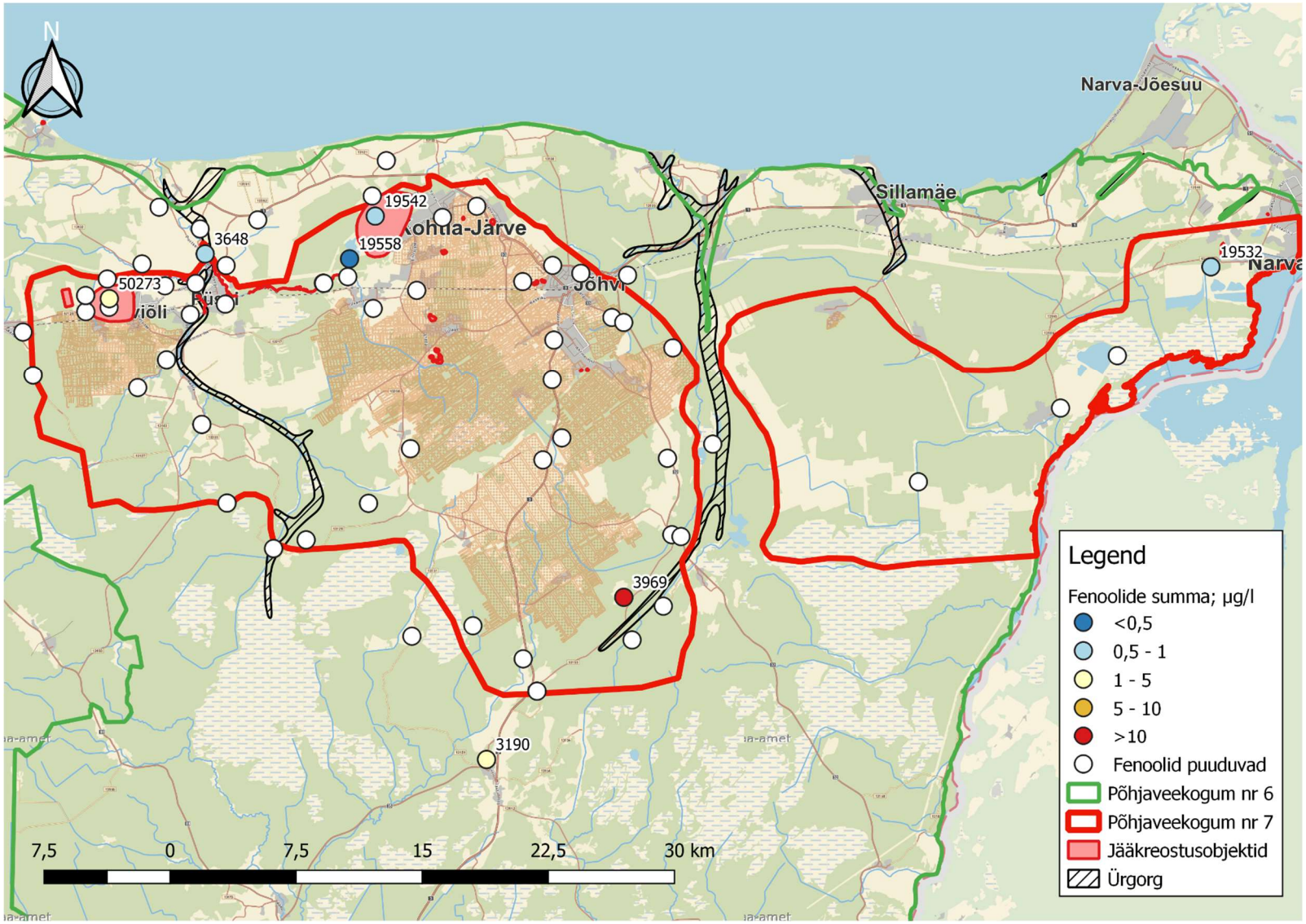
pumbaga proovi võttes analüütilist signaali saadagi. Kui peab paika PAH-ide seotus Uhaku veepidemega, toimub PAH-ide sissekanne Keila-Kukruse veekihti avavates puurkaevudes veesamba alumisest, kuid Lasnamäe-Kunda veekihti avavate puurkaevude puhul veesamba ülemisest osast, kus neil on suurem tõenäosus absorbeeruda õlikihil.

Kuigi kättesaadav PAH-ide andmestik tõstatab mitmeid küsitavusi, on PAH-ide näol siiski tegemist potentsiaalse hüdrogeokeemilise markeriga, millega oleks võimalik määratleda reostusallikaid ja jälgida kohalike põhjavete dünaamilisi seoseid. Selleks tuleks oluliselt täiendada PAH-ide andmestikku erinevatest põhjavee tüüpidest ja reostuskolletest. Ka tuleks täiendada teadmisi PAH-ide geokeemilisest käitumisest ja võimalikest metoodilistest vigadest, mis võivad mõjutada analüütilist tulemust.

5.3. Fenoolid põhjaveekogumis nr 7

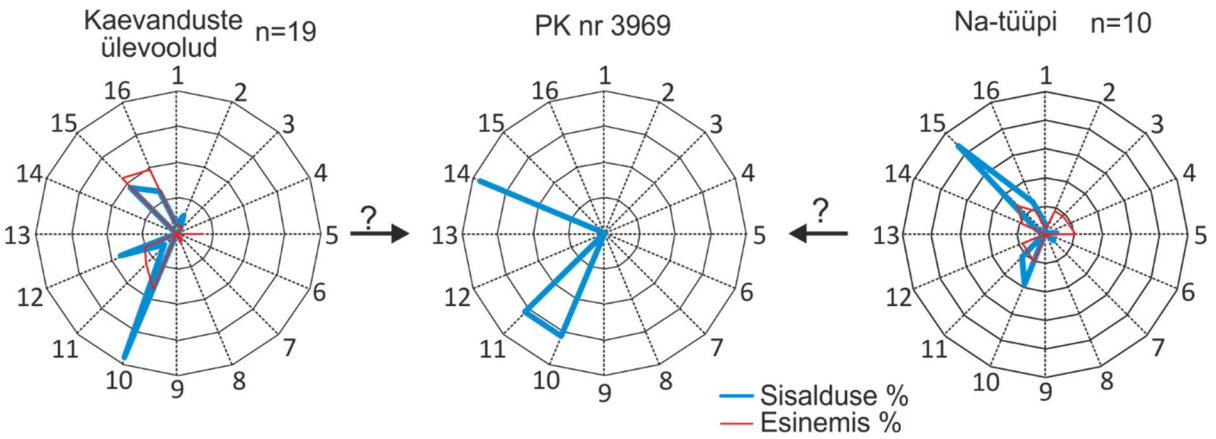
Antud uuringu käigus tuvastati fenoole Kiviõli ja Kohtla-Järve poolkoksiladestute juures asuvate puurkaevude (vastavalt nr 50273 ja 19542), Purtse jõe kaldal paikneva puurkaevu (nr 3648) ning Kohtla-Järve poolkoksiladestu ja Kohtla jõe vahelisele alale jääva puurkaevu (nr 19558) vees. Läviväärtust (1-aluseliste fenoolide summa – 1 µg/l) ületav fenoolide sisaldus (3,2 µg/l) leiti Kiviõli poolkoksiladestu territooriumil asuvast puurkaevust nr 50273. Täpsem fenooliallika määratlemine neis kaevudes kasutades PAH-e kui markereid oli keeruline, kuna PAH-e fenoolidega ei kaasnenud või oli esindatud vaid kõige levinum naftaleen, mis esineb pea kõigis allikates. Erandiks oli puurkaev nr 19542, kus koos 3,5-dimetüülfenooliga esines ka fluoreeni. Kumbki ühend ei ole tüüpiline poolkoksi jäätmetele küll aga on fluoreen väga omane kaevandusvetele (joonis 30). Seega võib tegu olla ka loodusliku fenooli ja PAH-i sissekandega, kuid väga kõrged K^+ sisaldused (300 mg/l) ei jäta kahtlust, et puurkaevu vesi pärineb poolkoksiladestust. Läviväärtusest madalam lihtfenooli sisaldus (0,53 µg/l) koos madala naftaleeni sisaldusega (0,009 µg/l) leiti ka Eesti elektrijaama tuhamägede naabruses paiknevas puurkaevus nr 19532 (joonis 41). See leid viitab võimalikule fenoolide väljaleostumisele põlevkivienergeetika heitmetest ja migreerumisele ümbritsevasse keskkonda, mida on küll varem peetud vähe tõenäoliseks (AF-Consulting AS, 2007; Puura ja Kõue, 2011).

Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 lõunapoolsetes puurkaevudes leiti kahest puurkaevust läviväärtust ületavas koguses fenoole (joonis 41). Puurkaevus nr 3190 oli lihtfenooli 3,6 µg/l, kuid PAH-idest oli esindatud vaid laialdasemalt esinev naftaleen, mis ei võimalda kasutada PAH-e kui fenooli allika määratlemiseks vajalikku markerit. Maapinnalt pärineva reostusega on lihtfenooli esinemist puurkaevus raske seostada, kuna puurkaevu filter jääb 40 m sügavusele maapinnast ning vees oli madal SO_4^{2-} sisaldus. Märksa olulisem fenoolireostus (1- ja 2-aluseliste fenoolide summa kokku oli



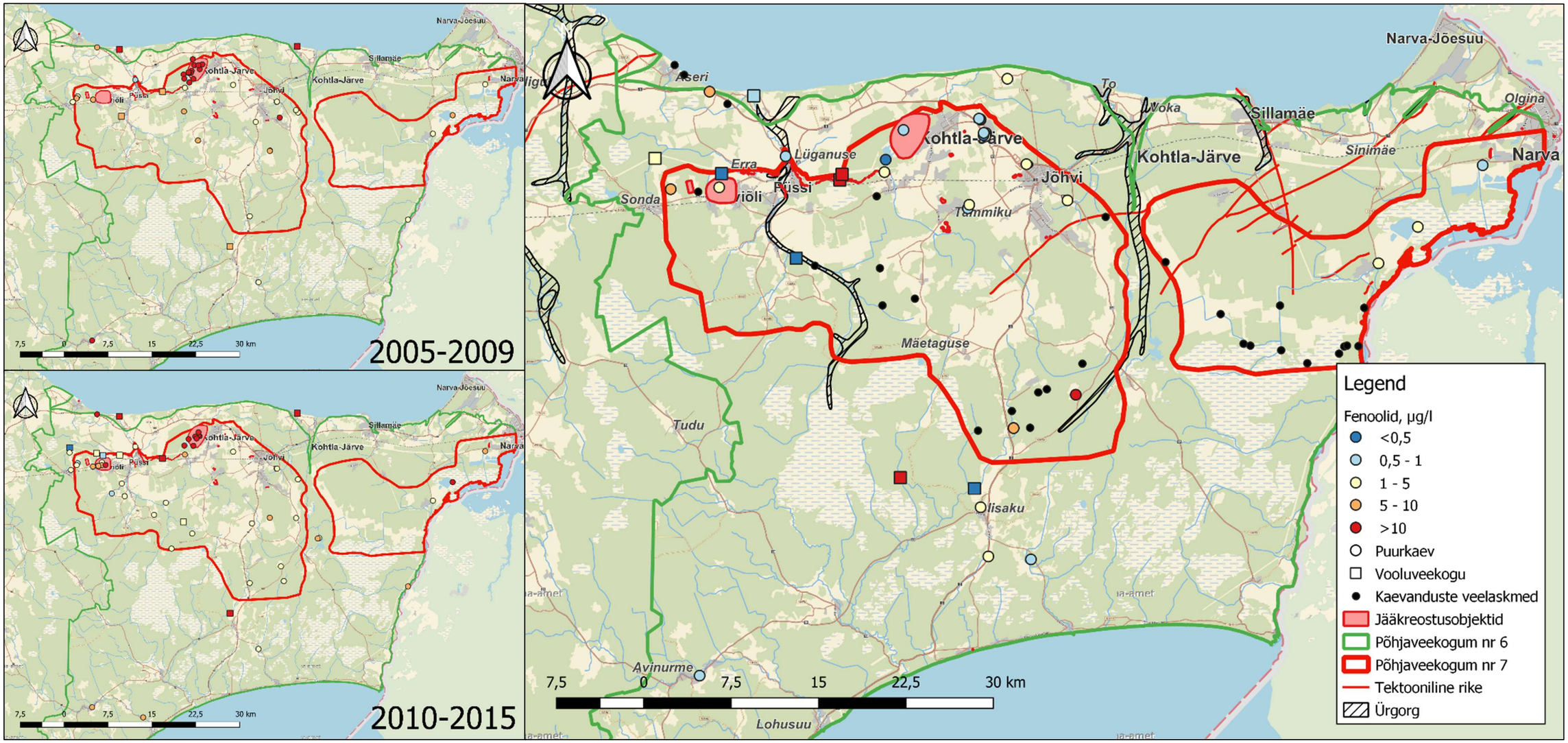
Joonis 41. Käesoleva uuringu käigus aastatel 2019–2020 põhjaveekogumites nr 6 ja 7 kogutud fenooliproovide tulemused

17,6 µg/l) ilmnes aga Lasnamäe-Kunda veekihti avavas puurkaevus nr 3969, mis asub võimalikest pindmistest reostuskolletest eemal, hõreasustus piirkonnas, aastakümneid tagasi hüljatud talu hoovil. Kuna fenoolid ei ole looduses väga püsivad on vähetõenäoline, et tegemist on jääkreostusega ajast kui puurkaevu ümber toimus aktiivne inimtegevus. Kuna puurkaev nr 3969 asub altkaevandatud alal (Estonia kaevandus), siis võib fenoolireostus pärineda kaevanduskäikudest, kuigi kaevandusvete väljavooludest nii kõrgeid fenooli sisaldusi pole registreeritud (Tamm jt., 2020). Võrreldes puurkaevust leitud PAH-e Lasnamäe-Kunda veekihis ja kaevandusvete väljavooludes registreeritud PAH-idega, ilmnevad neile vetele karakteersete PAH-ide esinemine ka antud puurkaevus (joonis 42). Samas on puurkaevu vees väga tugevalt esinadatud ka fluoranteen (nr 11), mida kaevandusvetest pole praktiliselt leitud, kuid on korduvalt leitud Lasnamäe-Kunda veekihi sügavamas põhjavees, kuigi märksa tagasihoidlikuma osakaaluga kui antud puurkaevus. Ka on puurkaevu vee SO_4^{2-} sisaldus väga madal (5 mg/l), mis pole omane kaevandusvetele ning raua sisaldus (31 mg/l) on ilmselgelt looduslikust rauasisaldusest hälbiv. Mainitud puurkaevu toru on lõigatud maha kuni maapinnani, mis teeb võimalikuks ka taimsete fenoolide sissekande huumuskihist koos suurveega. Kuna taimsete fenoolide alaseid uuringuid Eestis teadaolevalt pole läbi viidud, on raske hinnata võimalust, kas tegemist on pindmise fenoolide sissekandega. Maapinnalt pärinevale sissevoolule vastandub ka puurkaevu vee isotoopkoostis ($\delta^{18}O$ väärtus -15‰) ja Na-tüüpi vee keemiline koostis, mis on pigem omane pindmisest veevahetusest isoleeritud põhjavetele. Antud juhul kaldub eeldama veekihi sisest reostust (kaevanduskäikudest), kuid kõrge fenooli sisalduse põhjus võib olla ka metoodiline, kuna proov ei ole võetud pumba vaid proovivõtutoruga.

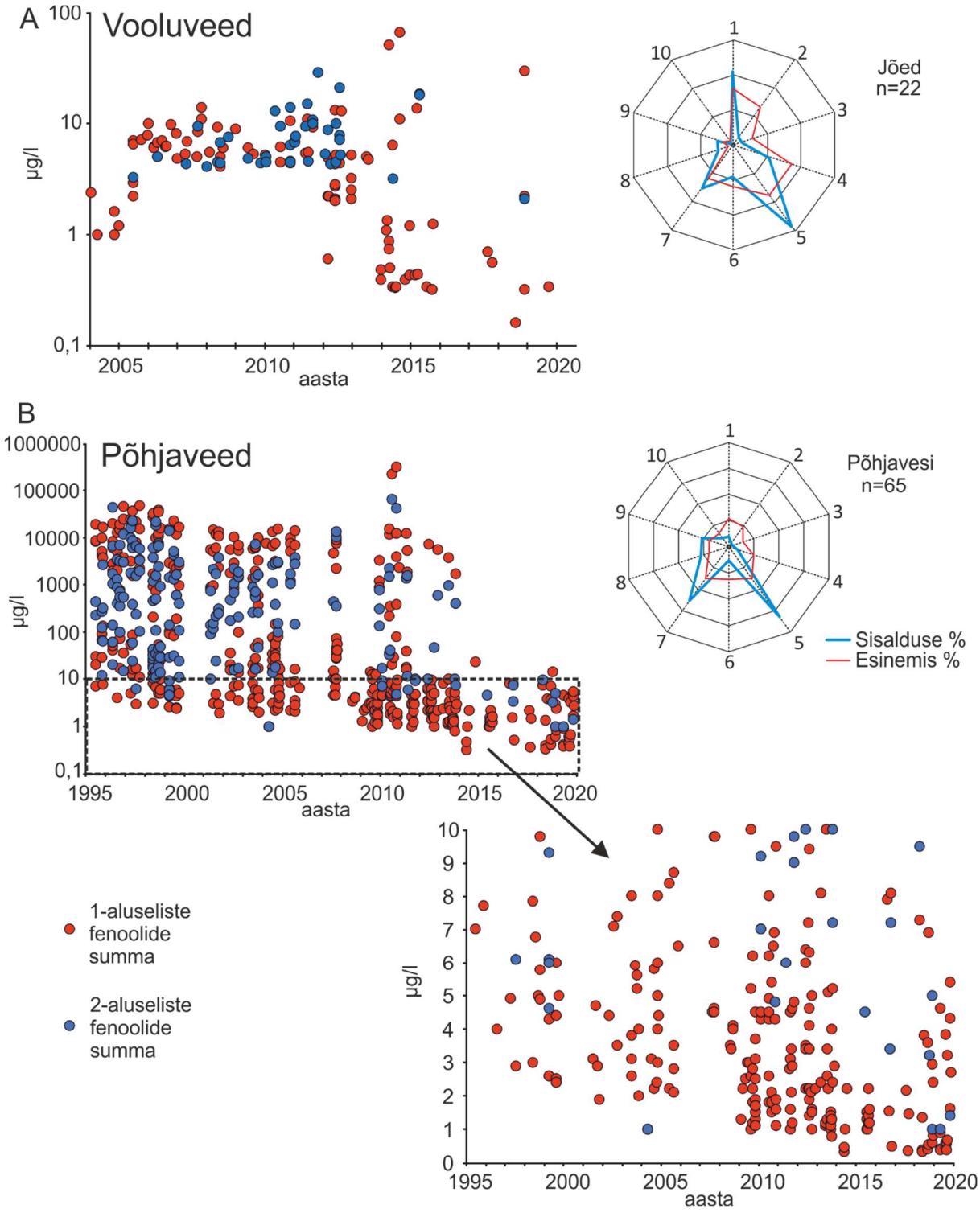


Joonis 42. Puurkaevu nr 3969 PAH-ide jaotuse võrdlus kaevanduse ülevooludest ja Na-tüüpi põhjavetest leitud PAH-idega

Aruande koostamiseks kokku koondatud varasem andmestik fenooli sisaldustest Ida-Virumaa põhjavees näitab ulatusliku fenoolireostuse taandumist viimastel aastatel (joonis 43) ning fenoolide sisalduste järsku langust vooluvetes (joonis 44A). Fenoolide sisalduste langus põhjaveeproovides ei ole kaugeltki mitte nii hüppeline kui vooluvetes (joonis 44B). Tegemist on pigem metoodilise kui loodus-



Joonis 43. Fenoolide (1- ja 2-aluseliste fenoolide summa) leiud pinnavees ning põhjaveekogumite nr 6 ja 7 põhjavees 2016.–2021. aastal ja varem



Joonis 44. Fenoolide esindatus ja esinemise muutlikus Ida-Virumaa vooluvetes (A) ja põhjaveekogumite nr 6 ja 7 põhjavetes (B)

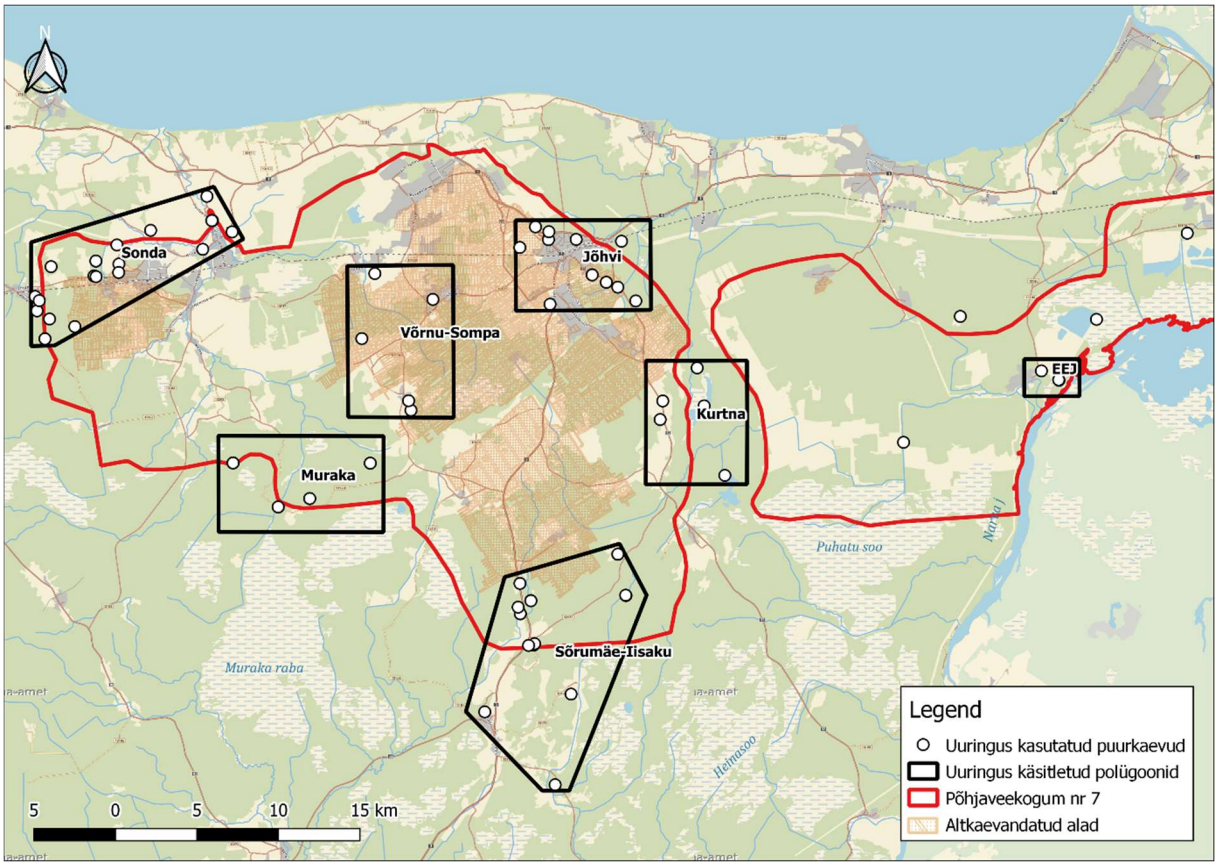
likke protsesse või paranenud jäätmekäitlust peegeldava muutusega. Varasematel aastatel on fenoole määratud 1- ja 2-aluseliste fenoolide summana, kuid alates 2014. aastast pigem üksik-fenoolidena (seitse 1-aluselist ja kolm 2-aluselist fenooli). Ilmselt on varasem metoodika tugevalt üle hinnanud fenoolide koguseid veeproovides ning vooluvete suurem heljumi ja orgaanilise aine sisaldus on oluliselt

mõjutanud fenoolide määranguid. Arvestades biogeokeemilisi tingimusi põhjaveekogumis nr 7 on siiski üllatav niivõrd ulatuslik fenoolivaba põhjavee esinemine, kuna mujal maailmas on looduslikuks fenooli taustatasemeks hinnatud 0,01 – 2 µg/l (Ałowicz ja Duda, 2004). Samal ajal on Ida-Virumaa maapõues ja pealmises pinnases mitmeid looduslikke fenooliallikaid nagu põlevkivi, kuivendatavad turbasood ja turbamullaga metsaalad, mis võiksi emiteerida olulises koguse fenoole nii pinna- kui põhjavette. Ka kaevanduste väljavooludest, kus põlevkivist lähtuv fenooli signaal võiks olla tavaline, on fenoole registreeritud väga harva (Tamm ja Teinemaa, 2020). Riikliku põhjaveeseire käigus määratakse vaid kümmet fenooli ühendit, mille põhjal antakse hinnang fenoolide üldisele levimusele kohalikus hüdrosfääris, kuid juba looduslikke fenoole on teada tuhandeid. Ka võivad fenoolid kergesti oksüdeeruda õhuhapnikuga ning modifitseeruda, näiteks liita metalliioone (nt Ba või Ni). Nikli suuremaid sisaldusi on leitud Aidu karjääri vetest, aga ka ümbruskonna vooluveekogudest (Tamm jt., 2020). Nikli puhul on oluline märkida, et Ni absorbtsioon on väga pH tundlik ning enamasti Ni reostuse levik põhjavees või aeglasevoolulistes pinnaveekogudes ei küündi kaugemale kui 500 m allikast (Appelo ja Postma, 2005). Siiski on kõrgemaid Ni sisaldusi Eestis registreeritud vetes, mille pH on 6,5 kuni 8 (Tamm jt., 2020) ehk tingimustes, kus Ni peaks olema suures osas või täielikult absorbeerunud. Nikli esinemine aluselistes vetes on võimalik kui Ni moodustab kompleksi mingi hästi lahustuva orgaanilise ühendiga (Appelo ja Postma, 2005), näiteks oksüdeerunud fenooliga. Kas aga selline Ni-fenooli kompleks on tuvastatav Eestis kasutatava analüütiliste meetoditega?

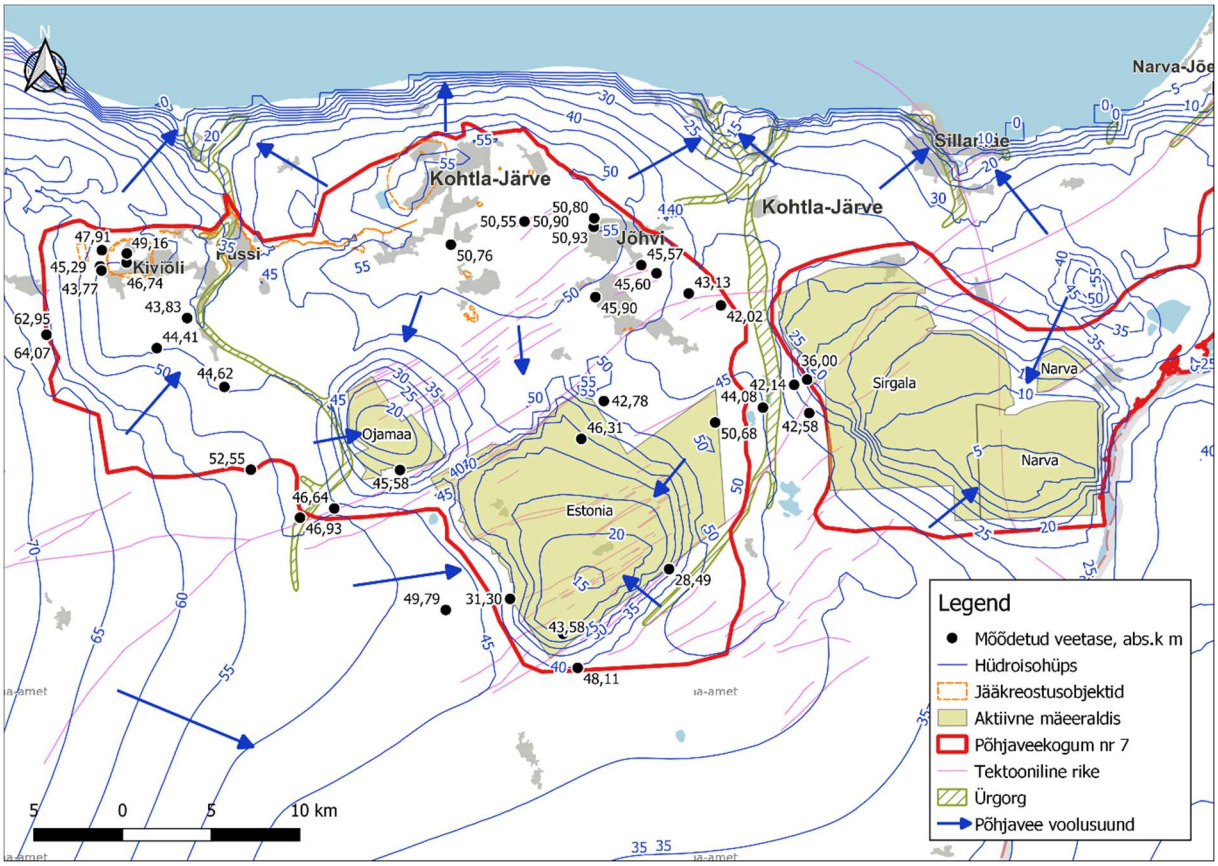
Kokkuvõtvalt võib tõdeda, et fenoole esineb poolkoksihoidlate lähikonnas ning mujal on tegemist üksikreostusallikatega, mille tuvastamine ja põhjusliku seose leidmine võib olla problemaatiline. Käesoleva aruande tarbeks kogutud tulemusi analüüside tekkis ka küsimus, kas on võimalik proovi saastumine proovivõtu käigus. Kuivõrd on proovid saastatavad tubakasuitsust pärinevatest PAH-idest ja fenoolidest või uriinistest näppudest? Paljud proovid tuleb koguda kasutades elektrigeneraatoreid, mis on ise PAH-ide allikad.

5.4. Põhjaveekogumi nr 7 mõju põhjaveekogumitele nr 5a ja 6

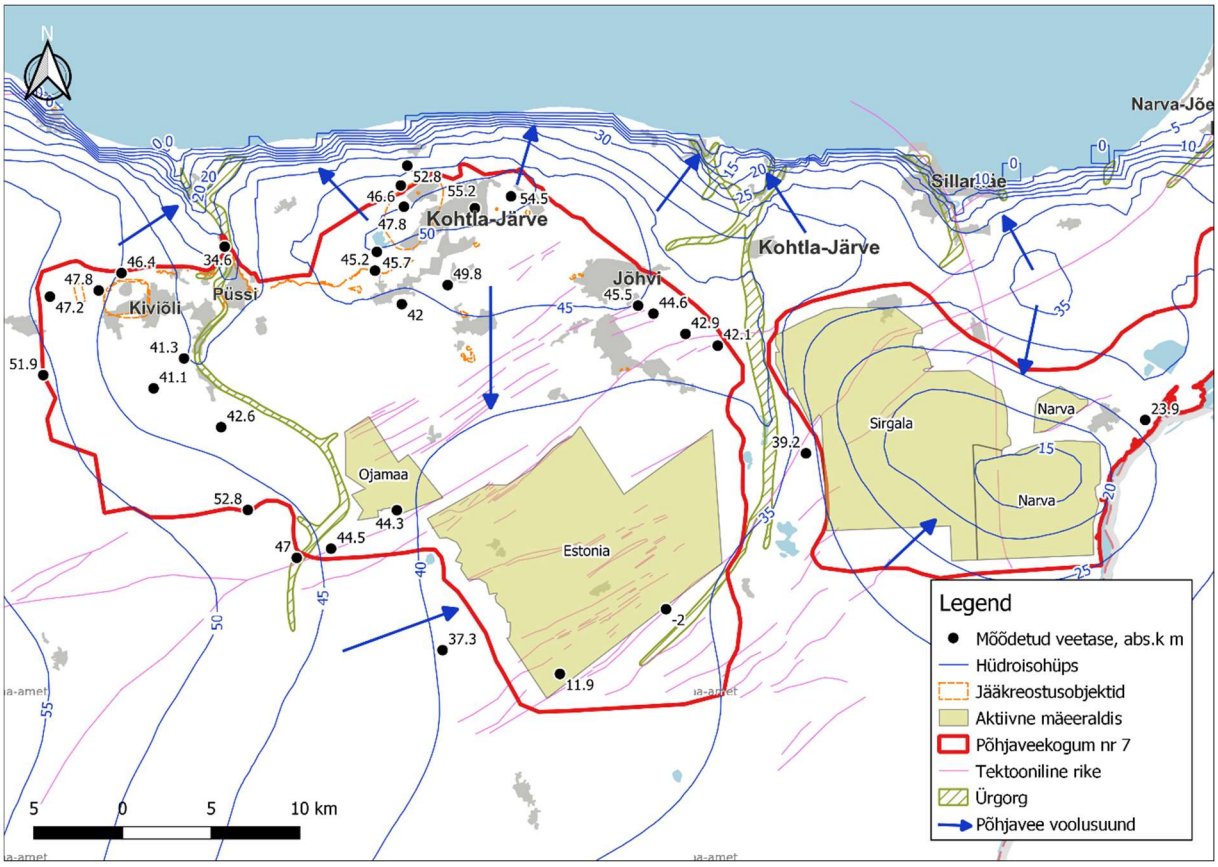
Põhjaveekogumite vaheliste seoste selgitamisel valiti välja 7 piirkonda (polügoonid; joonis 45), kus analüüsiti detailsemalt kohaliku hüdrogeoloogilist olukorda ja kogumite vahelisi mõjutusi. Lisaks täiendati käesolevate uuringute välitööde käigus kogutud põhjaveetasemete andmetega olemasolevat Virumaade hüdrogeoloogilist mudelit (Jõeleht ja Polikarpus 2019; joonised 46, 47, 48).



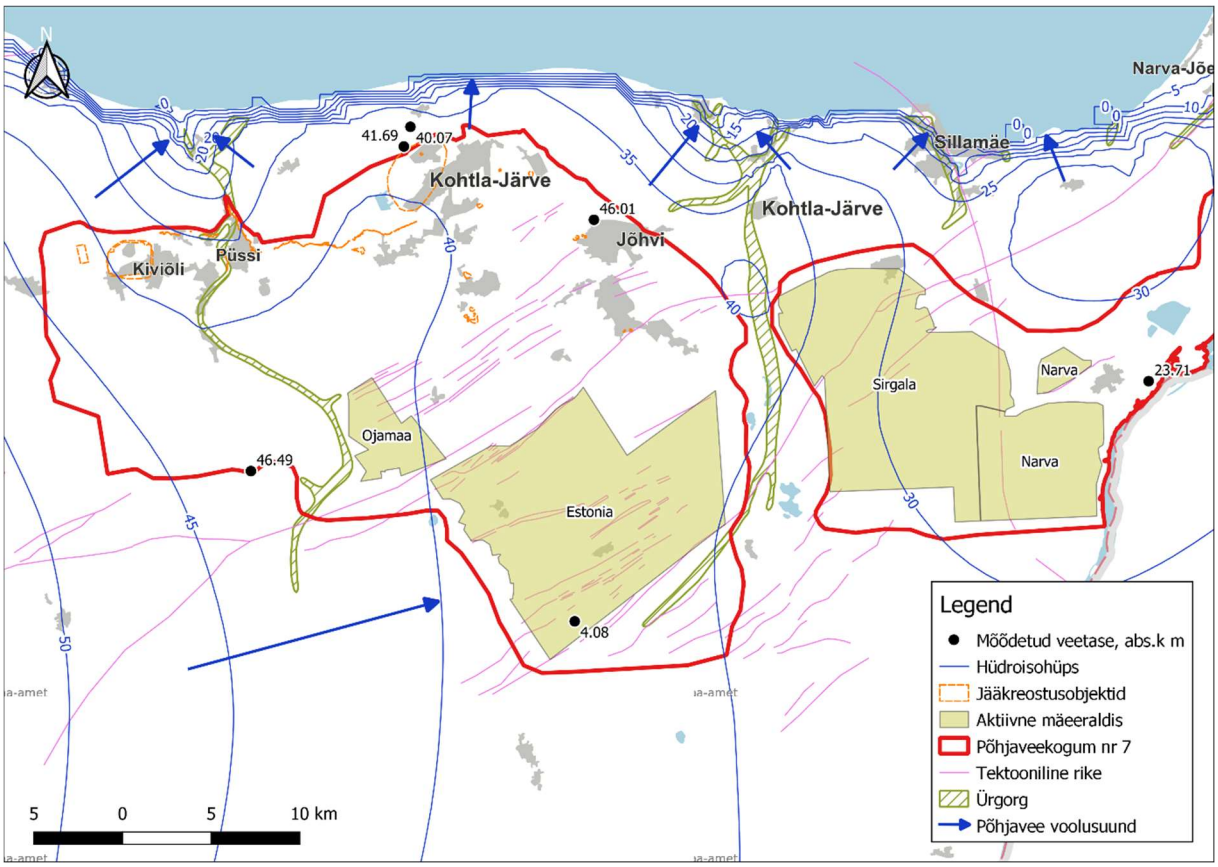
Joonis 45. Põhjaveekogumite vaheliste seoste selgitamiseks väljavalitud polügoonid



Joonis 46. Keila-Kukruse veekihi modelleeritud ja mõõdetud veetasemed põhjaveekogumites nr 6 ja 7 koos peamiste põhjavee voolusuundadega

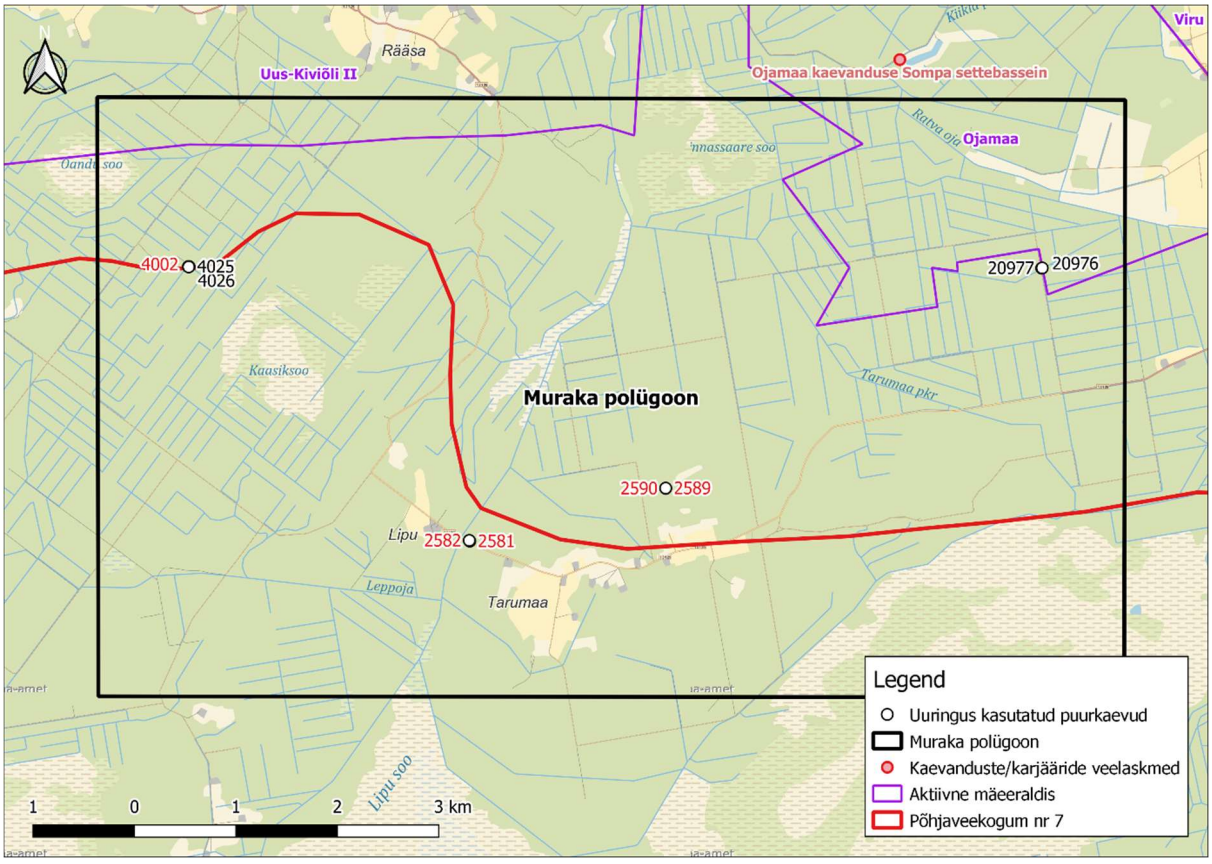


Joonis 47. Lasnamäe-Kunda veekihi modelleeritud ja mõõdetud veetasemed põhjaveekogumites nr 6 ja 7 koos peamiste põhjavee voolusuundadega

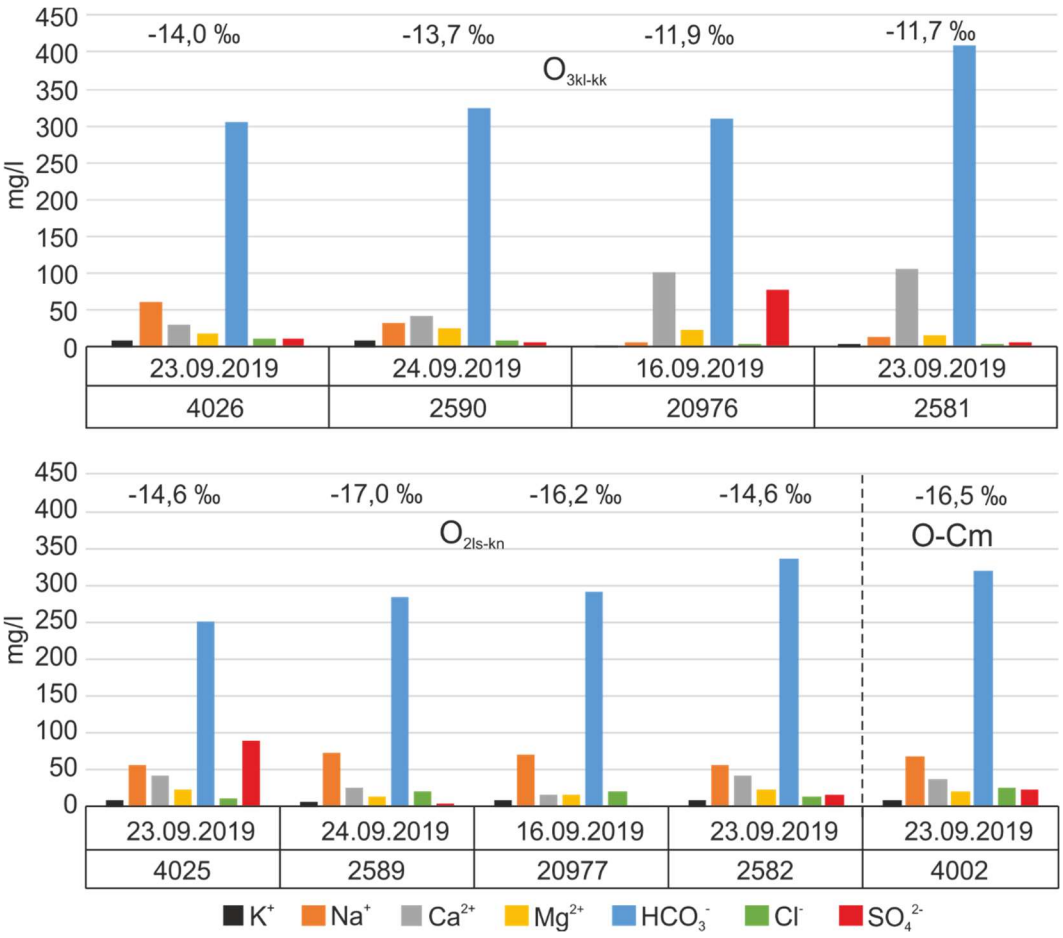


Joonis 48. Ordoviitsium-Kambriumi põhjaveekogumi modelleeritud ja mõõdetud veetasemed koos peamiste põhjavee voolusuundadega

Muraka polügoon asub hõreda asustusega alal, mis jääb enamuses aktiivse kaevandustegevusega aladest eemale (joonis 49). Kaevandustegevusest on mõjutatud polügooni kirdenurk, kuhu jääb Ojamaa kaevanduse mäeeraldis. Isotoopanalüüsid näitavad, et nii Ordoviitsiumi-Kambriumi (O-Cm) kui ka Lasnamäe-Kunda veekihid jäävad polügoonil valdavalt aeglase veevahetuse tsooni (joonis 50). Ka Keila-Kukruse veekihi põhjavesi sisaldab kohati paleopõhjavett. Kõikides nimetatud veekihtides on polügooni alal valdav lääne-idasuunaline põhjavee liikumise suund (joonised 46, 47, 48). Kuigi enamikes puurkaevudes inimmõjule viitavaid markereid ei esinenud, oli puurkaevudes nr 20976 ja 4025 SO_4^{2-} sisaldused >50 mg/l (joonis 50), mida võib pidada looduslikust foonist kõrgemaks. Puurkaevust nr 2590 leiti käesoleva uuringu käigus märke orgaanilisest reostusest (naftasaadused – 90 µg/l). Reostuse päritolu jääb ebaselgeks kuna puurkaev asub metsaalal eemal inimasustusest. PAH-idest oli puurkaevus nr 2590 esindatud vaid suhteliselt väheesinev ja halvasti leviv krüseen (0,005 µg/l), mis viitab lokaalsele reostusele. Fenoole Muraka polügoonil uuritud puurkaevudest ei leitud ja tedaolevalt on neid piirkonnas varem tuvastatud vaid korra (EGT, 2021; KESE, 2021). PAH-e leiti mitmest Muraka polügoonil uuringusse valitud puurkaevust, kuid väga väikestes kogustes (0,007 – 0,032 µg/l; tabel 7), peamiselt fenantreen, fluoranteen, naftaleen ja püreen, mis on ilmselt looduslikku päritolu. Pestitsiide määrati Muraka polügoonile jäävast 9 kaevust viies ja mitte ühestki pestitsiide ei tuvastatud (lisa 2).



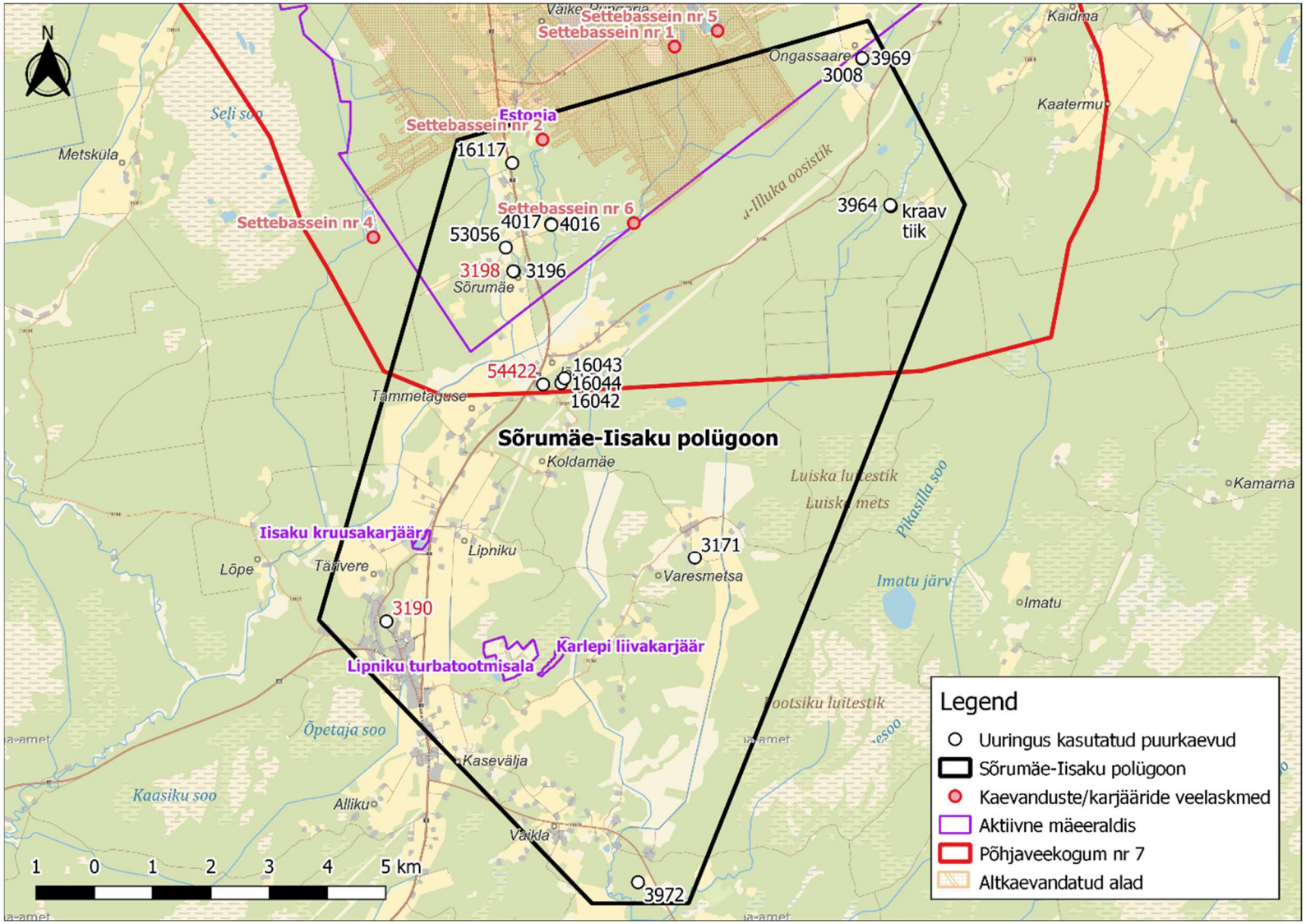
Joonis 49. Muraka polügoon



Joonis 50. Muraka polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega

Põhjaveekogum nr 5a on Muraka polügooni alal põhjaveekogumitest nr 6 ja 7 hästi isoleeritud ning mingit keemilist või dünaamilist vastasmõju sel kogumil teiste kogumitega ei ole. Põhjaveekogumis nr 7 Ojamaa kaevanduse poolt tekitatud põhjaveetaseme alandus on vähesel määral mõjutanud Muraka polügoonil looduslikke põhjavee voolusuundi, aga põhjaveekogumi nr 6 alale nimetatud alandus levinud ei ole. Kuna põhjavee voolusuunad on põhjaveekogumist nr 6 põhjaveekogumisse nr 7, siis kvalitatiivselt mõjutab polügoonil kogum nr 6 põhjaveekogumit nr 7. Seega olulisi keemilisi muutusi põhjaveekogumist nr 6 põhjaveekogumile nr 7 tuleneda ei tohiks. Kirjeldatud olukord võib muutuda kui alustab tööd Uus-Kiviõli II kaevandusest lõuna poole planeeritav Oandu põlevkivi kaevandus. Viimane paikneks nimelt põhjaveekogumite nr 6 ja 7 territooriumil, ületades praegust kehtivat kogumitevahelist piiri.

Sõrumäe-Iisaku polügoon jääb valdavalt hõreda asustusega alale. Suurimaks asulaks polügooni edela nurgas on Iisaku alevik (joonis 51). Aktiivne kaevandustegevus toimub vaid polügooni põhjaosas, kuid läbi polügooni kulgeb Rannapungerja jõgi, mille kaudu juhitakse ära Estonia kaevandusest ja kaevanduse aherainemäelt pärinevat nõrgvett. Polügooni põhjaossa jääb Estonia kaevanduse poolt

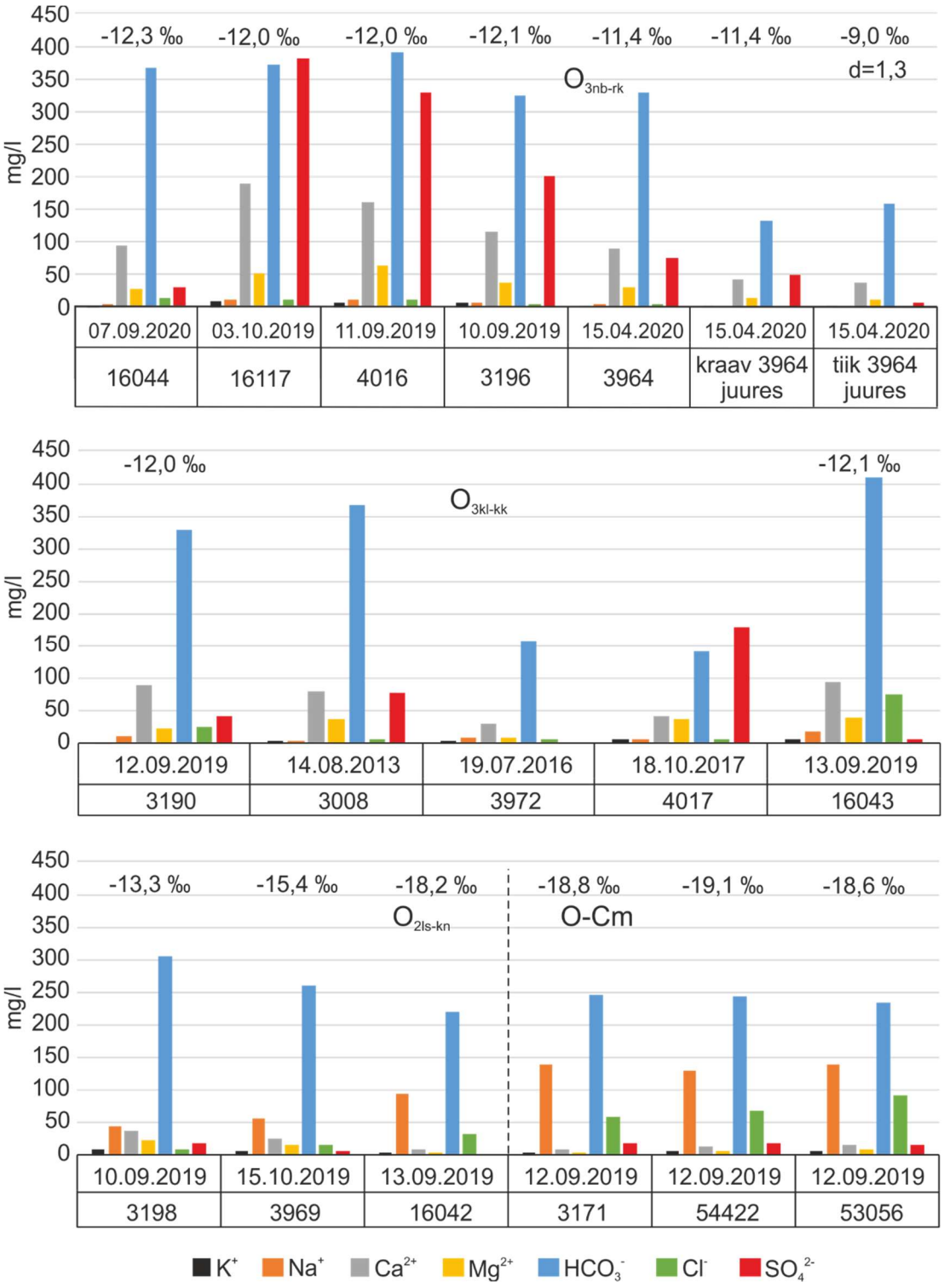


Joonis 51. Sõrumäe-Iisaku polügoon

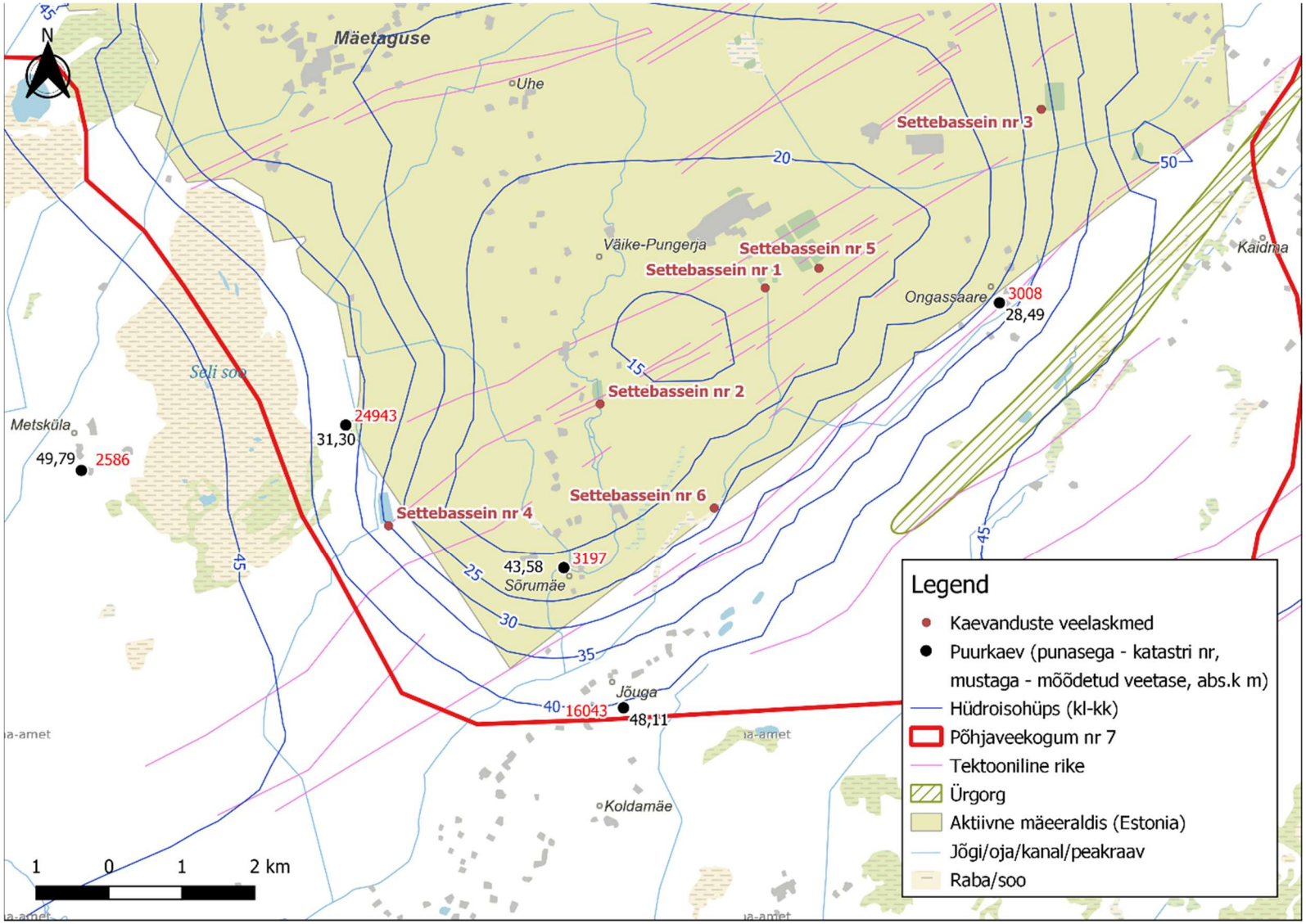
tekitatud Keila-Kukruse veekihi põhjavee survetaseme alanduslehter, mis kontrollib ka kohalikke põhjavee voolusuundi, kaasa arvatud kaevandusest sügavamale jäävas Lasnamäe-Kunda veekihis. Isotoopkoostis näitab, et O-Cm ja Lasnamäe-Kunda veekihid on ülemistest veekihtidest hästi või väga hästi isoleeritud ning asuvad valdavalt aeglase veevahetuse tsoonis (joonis 52). Polügooni põhjaosas Rannapungerja jõe või jõega ühenduses olevate kuivenduskraavide äärde jäävates Keila-Kukruse veekihti avavas puurkaevus nr 4017 ja Nabala-Rakvere veekihti avavates puurkaevudes nr 4016, 16117 ja 3196 on registreeritud looduslikest sisaldustest märksa kõrgeimaid SO_4^{2-} väärtusi (170–380 mg/l). Nähtuse põhjuseks on inimtegevusest tugevasti mõjutatud kohalik veebilanss. Kõrge sulfaadi sisaldusega puurkaevud jäävad kaevandatavale alale, kus Keila-Kukruse veekihti on moodustunud ulatuslik põhjavee survetaseme alanduslehter (joonis 46). Kuna Keila-Kukruse veekiht on Nabala-Rakvere veekihiga hüdrodünaamiliselt suhteliselt hästi seotud, siis on ka viimases täheldatav veetaseme alandus. Üldiselt uuringu käigus mõõdetud Keila-Kukruse põhjavee survetasemed kattuvad Virumaa mudelil mudeldatud tulemustega, kuid Rannapungerja jõeäärsetes puurkaevudes on mõõdetud survetasemed märksa kõrgemad kui mudeliga saadud (joonis 53). Kaevanduskäikudest väljapumbatud sulfaadirikas vesi suunatakse puurkaevudest ülesvoolu Rannapungerja jõkke (joonis 51) ning lisatoidet saav jõgi jääb põhjavee survetasemest märgatavalt kõrgemale. Tänu suurele rõhugradiendile on tõenäoline, et jõe vesi infiltreerub kaldaäärsetesse puurkaevudesse, kandes kaasa kaevandustegevusest pärinevat sulfaadirikast vett (joonis 52). Polügooni kirdenurgas, puurkaevust nr 3964 võetud keemilised ja isotoopanalüüsid näitasid, et antud puurkaevu mõjutas eelkõige puurkaevu kõrval asuv vooluveekogu mitte tiik, mis jäi samuti puurkaevu lähedusse. Ilmselt on seisuveekogude (sh ka settebasseinide) settekiht piisavalt hea veepide, et vältida sealse vee märkimisväärset infiltreerumist pinnasesse ja sealt puurkaevudesse.

Rannapungerja jõest allavoolu, polügooni lõunaosas, Iisaku asulas kõrgeid SO_4^{2-} sisaldusi ei tuvastatud, kuid puurkaevus nr 3190 (joonis 51) leiti fenoole ja PAH-e. Lisaks on leitud 1-aluseliseid fenoole (summa 1,34 µg/l) Iisaku polügoonist 2 km lõunas, puurkaevu 2332P veeproovist (Kõrgmaa jt., 2020; Lisa 1). Selget reostusallikat puurkaevu nr 2332P puhul välja tuua ei saa, kuna kaev asub võimalikest fenoolide laialikande aladest (jõed, kraavid) eemal. Teisalt võivad fenoolid pärineda ümbriskivimist, sest põlevkivi ise on fenoolirikas, kuid puurkaev 2332P jääb Nabala-Rakvere veekihti, mis ei tohiks omada alt-üles kulgevat dünaamilist seost Keila-Kukruse veekihiga ning reostus peaks pärinema pigem maapinnalt. Kuigi puurkaevus tuvastati koos fenoolidega ka naftaleeni, ei aita see fenooli allikat tuvastada, kuna naftaleen on erinevates vetes väga laialt levinud, mis raskendab tema kasutamist indikaator PAH-ina. Samuti on PAH-id esindatud paljudes teistes Sõrumäe ja Iisaku ümbruse puurkaevudes kuigi nende sisaldused jäävad vahemikku 0,005–0,013 µg/l ning on pigem looduslikku päritolu. Erandiks on puurkaev nr 3969, millest kirjutatakse täpsemalt peatükis 5.3. Pestitsiide määrati

Sõrumäe-Iisaku polügoonile jäävast kolmest puurkaevust ja üldiselt pestitsiide ei tuvastatud, v.a kaev nr 3198, mille veest leiti 0,54 µg/l kloridasooli lagunemisjääki kloridasoondesfenüüli (lisa 2).



Joonis 52. Sõrumäe-Iisaku polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega

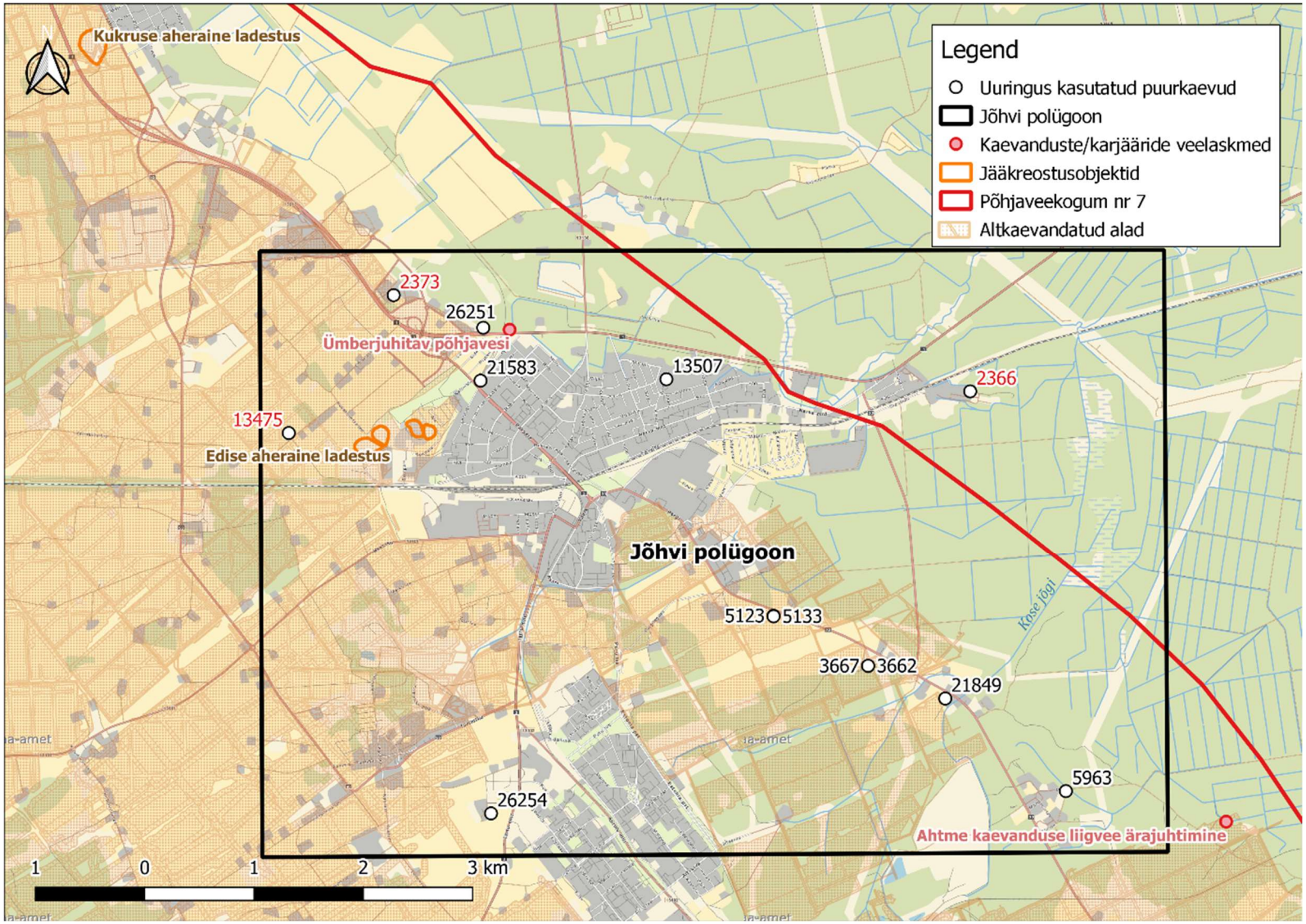


Joonis 53. Keila-Kukruse veekihi modelleeritud ja mõõdetud veetasemed Estonia kaevanduse ümbruses

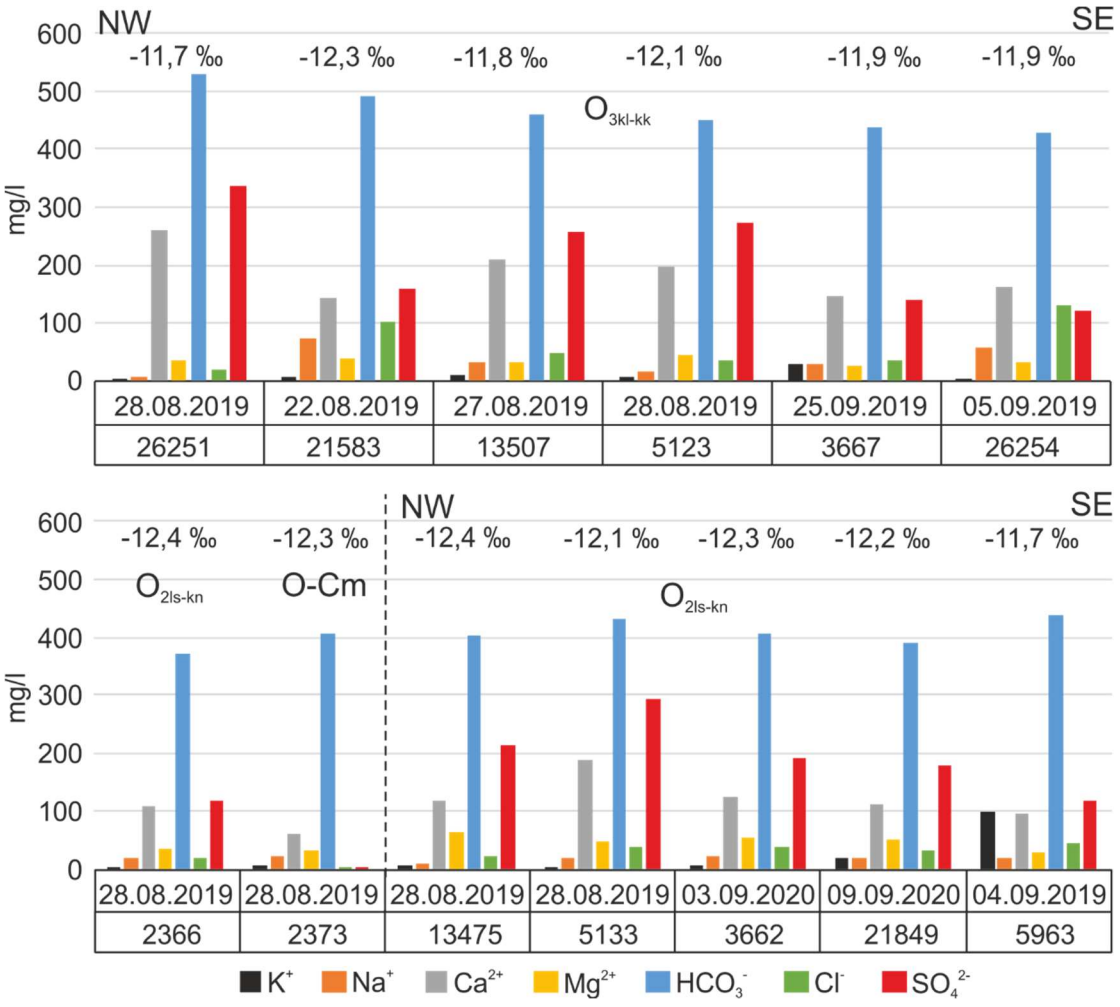
Põhjaveekogum nr 5a on Sõrumäe-Iisaku polügooni alal lasuvatest põhjaveekogumitest nr 6 ja 7 looduslikult hästi eraldatud ja keemilist ega dünaamilist mõju polügooni piires nende kogumite vahel ei ilmne. Samas näitab Raidla jt (2020) üksik kaevu (puurkaev nr 4019) uuringu näitel, et kaevandustegevus võib vigastada O-Cm veekihti avava puurkaevu manteltust, mis annab võimaluse O-Cm põhjaveel tungida Keila-Kukruse veekihti. Vaadates erinevatest andmebaasidest kättesaadavaid piirkonna O-Cm puurkaevude veetasemeid jääb silma, et mitmete puurkaevude veetase on lähedane Estonia kaevanduse töötasemega. Jääb mulje, et puurkaevu nr 4019 puhul pole tegemist üksikjuhtumiga ning mitmed O-Cm puurkaevud, võimalik, et ka Lasnamäe-Kunda puurkaevud, kannavad põhjavett Keila-Kukruse veekihti. Seega võib oletada, et O-Cm põhjavee survetase on alanenud tulenevalt piirkondlikust veevõtust veehaarete kaudu ja veekihi põhjavee väljavoolust ülemistesse veekihtidesse.

Polügoonil Estonia kaevanduse poolt Keila-Kukruse veekihis tekitatud põhjavee survetaseme alanduslehtri mõju ulatub ka põhjaveekogumisse nr 6, kuid mitte väga suures ulatuses. Tulenevalt nii looduslikest kui inimmõjuga põhjavee voolusuunadadest toimub polügooni alal keemilise mõju kandumine põhjaveekogumist nr 6 põhjaveekogumisse nr 7. Kuigi põhjaveekogumist nr 7 lähtuv keemiline mõju võib kanduda vooluveekogude (Rannapungerja jõgi) kaudu ka põhjaveekogumisse nr 6, siis kindlaid leide selle toimumisest antud uuringu käigus ei tuvastatud.

Jõhvi polügoon hõlmab tiheasustusalasid – Jõhvi linn ja Kohtla-Järve linna Ahtme linnaosa, ning idapoole jäävat valdavalt metsastatud ala (joonis 54). Polügoonil asuvad lisaks veel Ahtme SEJ tuhaladestu (polügooni kaguosas) ja Edise aheraine ladestus (polügooni loodeosas). Isotoopanalüüsid näitavad, et kõik põhjaveekogumite nr 5a, 6 ja 7 veekihid asuvad aktiivses veevahetustsoonis (joonis 55). Kuna polügooni loodeossa jääb Jõhvi kõrgustik on põhjavee vool Keila-Kukruse veekihis valdavalt loode-kagu- ja lääne-idasuunaline. O-Cm põhjaveekihis aga edela-kirdesuunaline. Ligikaudu poolele polügooni alale jäävad üleujutatud altkaevandatud alad, mis peegeldub ka väga kõrgetes SO_4^{2-} sisaldustes kõigis põhjaveekogumi nr 7 veekihte avavates puurkaevudes (joonis 55). Kõige kõrgemad SO_4^{2-} sisaldused (>300 mg/l) esinevad puurkaevus nr 26251, mis jääb uputatud kaevandusvete väljealale (joonised 54 ja 55). Teine SO_4^{2-} sisalduste maksimum ilmneb puurkaevudes nr 5123 (Keila-Kukruse veekiht) ja 5133 (Lasnamäe-Kunda veekiht; joonised 54 ja 55), aga suurte SO_4^{2-} sisalduste kujunemise põhjus neis kõrvuti asetsevais puurkaevudes ei ole teada. Kõrgemad HCO_3^- ja SO_4^{2-} sisaldused on üldjuhul iseloomulikumad pigem Keila-Kukruse kui Lasnamäe-Kunda veekihti avavatele puurkaevudele ning põhjaveekogumisse nr 5a kuuluvas puurkaevus nr 2373 vastab SO_4^{2-} sisaldus juba looduslikule foonile, kuigi isotoopkoostis viitab aktiivsele veevahetusele (joonis 55).



Joonis 54. Jõhvi polügoon



Joonis 55. Jõhvi polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega

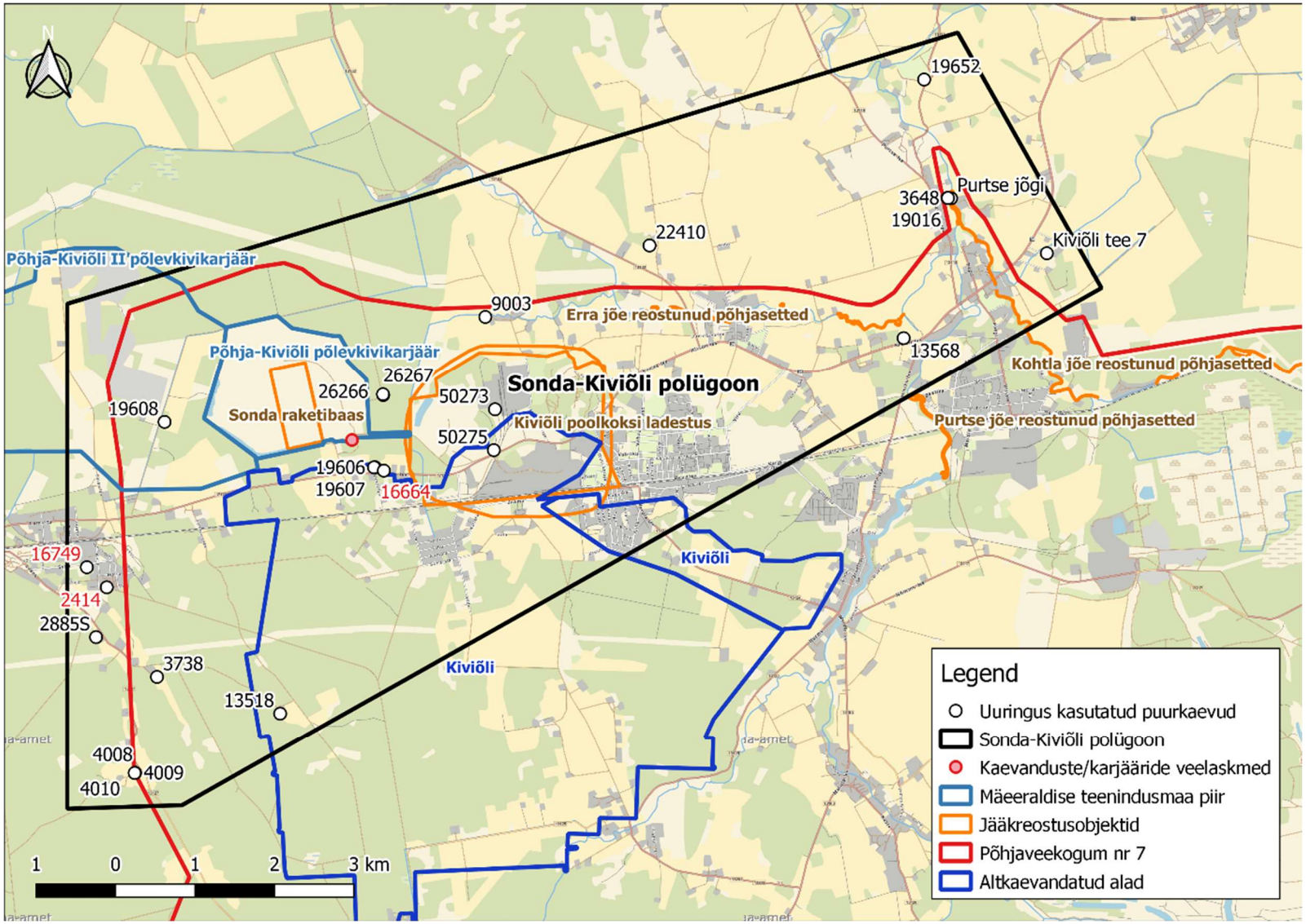
Polügooni kaguosas leiti ka looduslikust foonist (<10 mg/l) kõrgemaid K^+ sisaldusi. Kaalium võib pärineda Ahtme SEJ tuhamäelt, sest kõrgeima K^+ sisaldusega (100 mg/l) puurkaev nr 5963 paikneb tuhamäest 700 m idasuunas. Selles piirkonnas võivad K^+ sisaldused Keila-Kukruse veekihis olla veelgi kõrgemad, sest lähimas (1200 m loodes) Keila-Kukruse veekihti avavas puurkaevus nr 3667 oli K^+ sisaldus 40 mg/l, mis on samuti märgatavalt kõrgem looduslikust kaaliumi sisaldusest. Hoolimata ulatuslikust inimmõjust on piirkonnas leitud fenoole ja PAH-e suhteliselt harva, valdavalt vaid väheses koguses naftaleeni (joonised 36 ja 43; Lisa 1). Ka käesoleva uuringu raames võetud proovid ei tuvastanud Jõhvi polügooni puurkaevudes fenoole ega ka PAH-e (joonised 37 ja 41). Ühelt poolt võib fenoolide ja PAH-ide vähese esinemise põhjuseks olla veekihtide küllalt hea veevahetus (seeläbi ka aereeritus) ja kõrged SO_4^{2-} sisaldused, mis võivad soodustada fenooli ja PAH-i ühendite lagunemist. Teisalt on piirkonnas probleemiks olnud naftaproduktide (kaevuomanik kurtis põlevkiviõli lõhna puurkaevu vees) esinemine põhjavees. Nagu aruandes varasemalt mainitud, võivad PAH-id neile absorbeeruda ning akumuleeruda puurkaevu veesamba ülemisse ossa, kus nad on pumbaga veeproovi

võttes vähem tabatavad. Pestitsiide määrati polügoonile jäävast kolmest puurkaevust ja mitte ühestki pestitsiide ei tuvastatud (lisa 2).

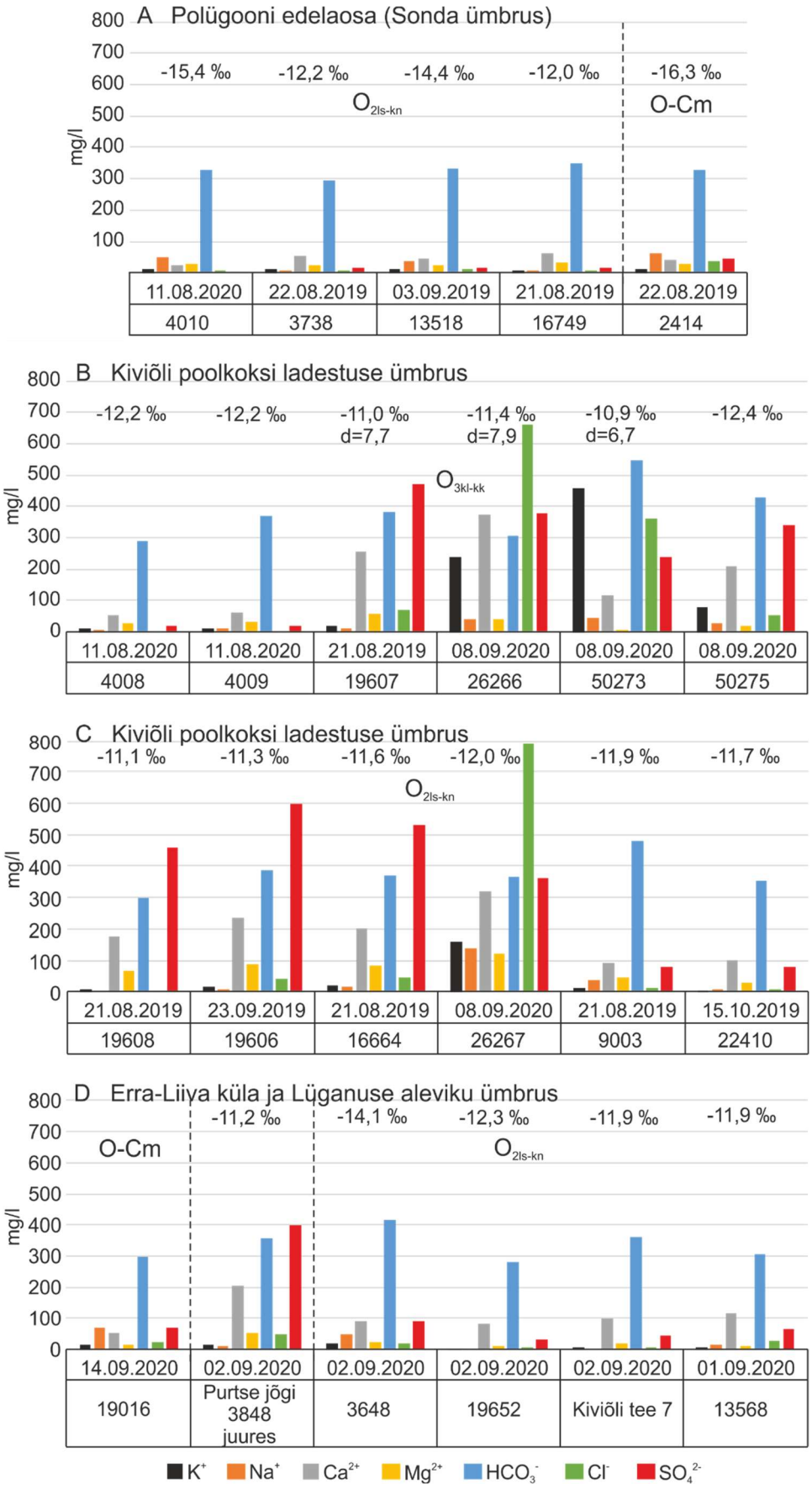
Polügooni piires toimub inimtegevusest mõjutatud põhjaveekogumi nr 7 põhjavee (kõrgemad SO_4^{2-} ja K^+) valgumine põhjaveekogumisse nr 6 (joonised 46 ja 47). Kui ulatuslikult see toimub, on olemasoleva teadmise põhjal rakse hinnata, kuna kogumiga nr 7 piirneval alal on hõre asustus ning puuduvad sobilikud puurkaevud nende protsesside jälgimiseks. Kuigi põhjavee isotoopkoostis ei näita kogumi nr 5a isoleeritust ülemistest kogumitest, siis erinevad põhjavee liikumise suunad ja madal SO_4^{2-} sisaldus O-Cm veekihis annab alust arvata, et veevahetus ülemiste ja põhjaveekogumi nr 5a vahel on väike.

Sonda-Kiviõli polügoon asub põhjaveekogumi nr 7 loodeosas. Polügooni keskosas asub Kiviõli poolkoksi ladestus ja loodenurgas Põhja-Kiviõli põlevkivikarjäär (joonis 56). Sämi-Sonda-Kiviõli teest lõuna poole jääb valdavalt metsamaa, mis on altkaevandatud (veega täitunud Kiviõli kaevandus). Teadaolevalt on polügooni alal toimunud mitmeid intsidente keskkonnaohtike kemikaalidega (ulatuslikud õlilekked Kiviõli raudteejaamas ja ebaõnnestunud *in situ* utmis eksperiment Kiviõli kaevanduses; Maves AS, 2008). Looduslikult oleks kohalikuks põhjavee voolusuunaks edel-kirre, kuid üleujutatud Kiviõli kaevanduse veetase hoitakse madalal tekitades Keila-Kukruse veekihti kaevanduse piire jälgiv mõnemeetrine põhjavee survetaseme alandus (joonis 46). Seetõttu toimub Keila-Kukruse veekihis Kiviõli kaevanduse ümbruses valdavalt põhja-lõuna- ja lääne-idasuunaline põhjavee vool. Lasnamäe-Kunda ja O-Cm veekihid jälgivad enamasti regionaalset põhjavee voolusuunda. Kui polügooni põhjaosas jäävad veekihid aktiivse veevahetuse tsooni, siis lõunaosas muutuvad veekihid märksa isoleeritumaks ning põhjavee $\delta^{18}O$ väärtustes ilmneb selge paleopõhjavee esinemine (joonis 57). Ühtlasi näitab see, et Kiviõli kaevandusest lähtuvat geokeemilist mõju põhjaveekogumi nr 7 lääneservas ei ole.

Sonda-Kiviõli polügooni edelanurgas ja Sonda alevikus paiknevatele puurkaevudele (valdavalt Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaevud) on iseloomulik väike mineraalsus ja madalad SO_4^{2-} sisaldused (joonis 57 A). Sämi-Sonda-Kiviõli teest põhja pool (ja ilmselt piiratud ulatuses ka lõuna pool maanteed) on põhjavee keemiline koostis tugevalt mõjutatud inimtegevusest ning esinevad looduslikke väärtusi ületavad K^+, SO_4^{2-} ja Cl^- sisaldused (nii Lasnamäe-Kunda kui Keila-Kukruse veekihtides, joonis 57 B ja C). Reostuskoldeks on eeldatavalt Kiviõli poolkoksi ladestus (kõrged K^+ ja Cl^- sisaldused) ja Põhja-Kiviõli karjäär (kõrged SO_4^{2-} sisaldused). Eemainitud ioonide suuremaid sisaldusi poolkoksi ladestust põhja pool, puurkaevudes nr 9003 ja 22410, pole registreeritud kuigi PAH-e ja fenoole on neist saadud. Ka käesoleva uuringu välitööde käigus ilmnes tugev kemikaali lõhn puurkaevus nr 9003, kuid PAH-ide sisaldused jäid alla läviväärtuse ja fenoole ei esinenud. Samas on poolkoksi ladestust edelas asuvatest puurkaevude nr 19664, 19606 ja 19607 veest korduvalt leitud kõrgeid K^+, SO_4^{2-} ja Cl^- sisaldusi, mis viitavad tugevale poolkoksihoidla mõjule. Lisaks on neist puurkaevudest leitud nii fenoole, PAH-e kui



Joonis 56. Sonda-Kiviõli polügoon



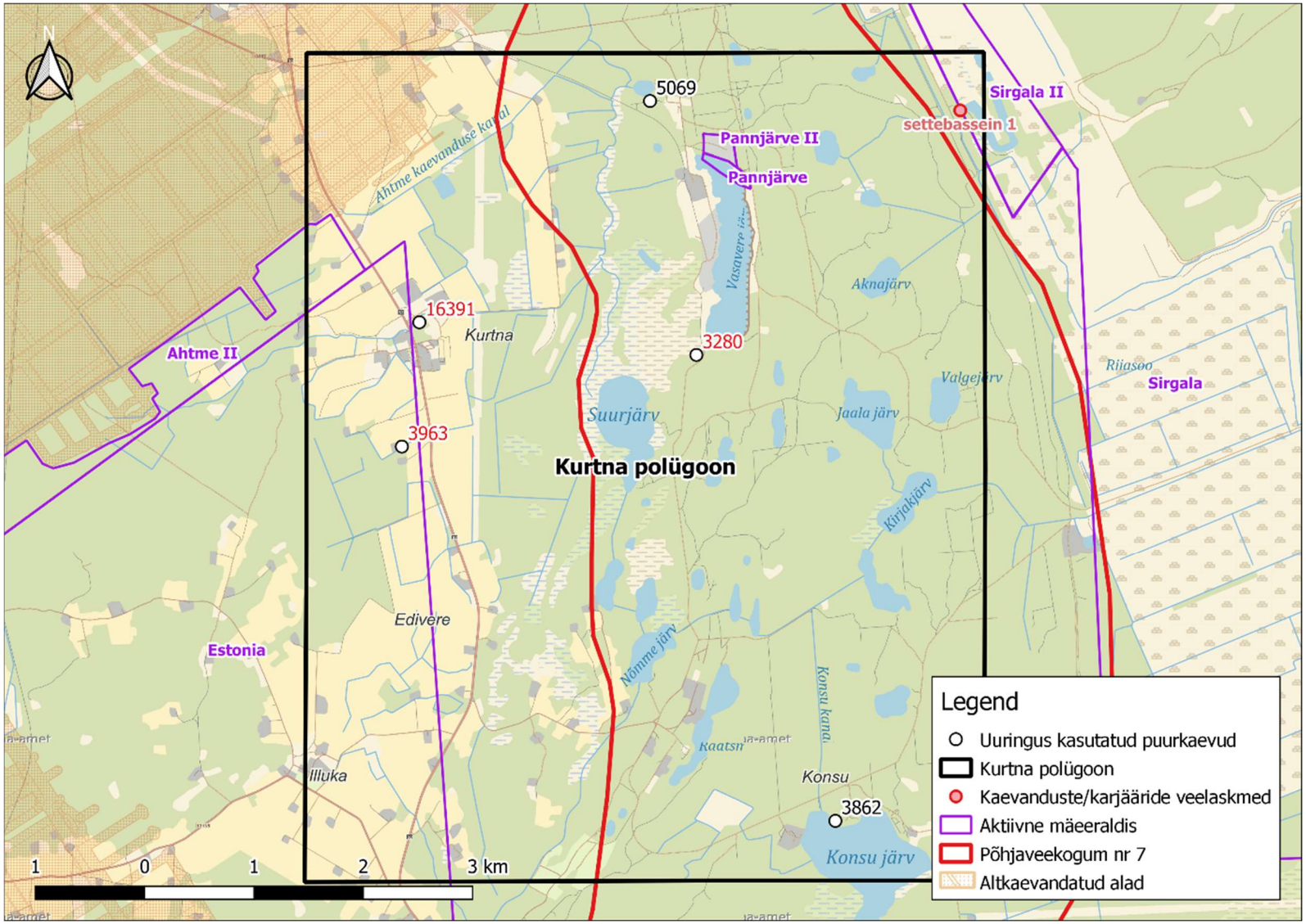
Joonis 57. Sonda-Kiviõli polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega

naftasaadusi. Aastal 2011 on kõrge Cl^- sisaldus (190 mg/l) koos fenooli reostusega registreeritud ka teisel pool Sämi-Sonda-Kiviõli teed asuvas vaatluspuurkaevus nr 19615 (kaevust nr 19606 umbes 250 m kaugusel). Käesoleva uuringu raames leiti fenoole ka puurkaevus nr 50273 ning PAH-e puurkaevudes nr 16664 ja 16749. Pestitsiide määrati polügoonile jäävast kolmest puurkaevust ja mitte ühestki pestitsiide ei leitud (lisa 2).

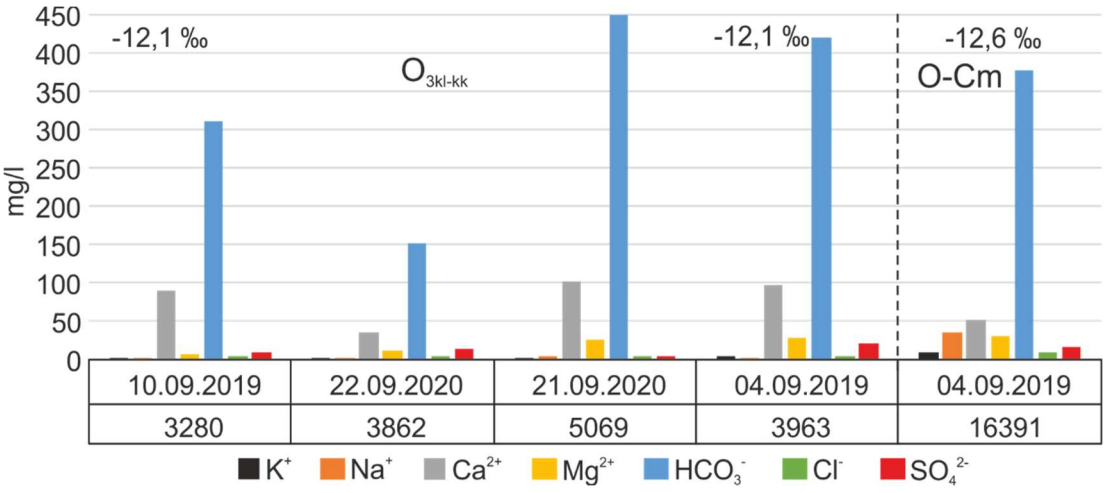
Sonda-Kiviõli polügooni kirdenurka jääb reostunud põhjasetetega Kohtla jõelõik, mis suubub Purtse jõkke ning kus SO_4^{2-} sisaldused on märksa kõrgemad looduslikust sisaldusest (<50 mg/l; joonis 57 D). Ka Purtse jõe kallastel paiknevates O-Cm ja Lasnamäe-Kunda veekihte avavates puurkaevudes nr 19016 ja 3648 on SO_4^{2-} sisaldused kõrgemad kui looduslik foon, kuid kordades madalamad kui jões. Nendest puurkaevudest on leitud nii fenoole kui PAH-e kuigi vee isotoopkoostis ($\delta^{18}O$ = -14,1 ‰) puurkaevus nr 3648 lubaks eeldada sealse Lasnamäe veekihi suhteliselt head isoleeritust ülemistest veekihtidest ja pinnavetest. Lisaks on puurkaevudes ümbruskonnale ja Purtse jõele mitteomaselt kõrged Na^+ sisaldused. Kirjeldatud kahest kaevust allavoolu, Purtse jõe kaldast 800 m kaugusel asuvas puurkaevus nr 19652 ja ülesvoolu, jõe kaldast 1000 m kaugusel asuvas kaevus nr 13568 fenoole täheldatud ei ole, kuigi SO_4^{2-} sisaldused on neiski suhteliselt kõrged. Ilmselt mööda vooluveekogusid edasi kanduv orgaaniline reostus kaldaalast palju kaugemale ei ulatu, kuid anorgaaniline mõju võib levida märksa ulatuslikumalt.

Kiviõli poolkoksi ladestust lähtuvat reostuse (nt fenoolid ja PAH-id) levikut põhjaveekogumisse nr 6 käesolevas uuringuetapis ei tuvastatud. Samas võib põlevkivitööstsuse poolkoksi ladestust pärinev reostus kanduda mööda vooluveekogusid (Erra, Kohtla ja Purtse jõgi) ka põhjaveekogumisse nr 6, kus reostus saab levida kaldaäärsetesse puurkaevudesse. Põhjaveekogumi nr 5a puhul võib eeldada suhteliselt head isoleeritust ülemistest põhjaveekogumitest, mis takistab reostuse vertikaalsuunalist levimist.

Kurtna polügoon on hõreda asustusega ning valdavaks on metsa- ja põllumaad (joonis 58). Keila-Kukruse veekihi põhjavee voolusuund on üldise Virumaa mudeli põhjal edelast kirdesse (joonis 46). Põhjavee isotoopkoostis on kõigis puurkaevudes üsna sarnane ning viitab aktiivsele veevahetusele (joonis 59). Keemiliselt koostiselt eristub O-Cm puurkaev, kus on vanadele põhjavetele iseloomulikult kõrgem Na^+ sisaldus. Selgeid inimtegevuse markereid ei esine, kuid mitmetes polügooni alale jäävates puurkaevudes on leitud varasemalt fenantreeni, fluoranteeni, naftaleeni ja püreeni, kuigi enamasti väikestes kogustes (<0,01 µg/l; lisa 1). Ka käesoleva uuringu raames võetud kolmest proovist kahes tuvastati püreeni sisaldusi (puurkaev nr 3963 – 0,012 µg/l; puurkaev nr 16391 – 0,006 µg/l). Võimalik, et tegemist on looduslikku päritolu PAH-idega. Pestitsiide määrati polügoonile jäävast kolmest puurkaevust ja mitte ühestki pestitsiide ei tuvastatud (lisa 2).



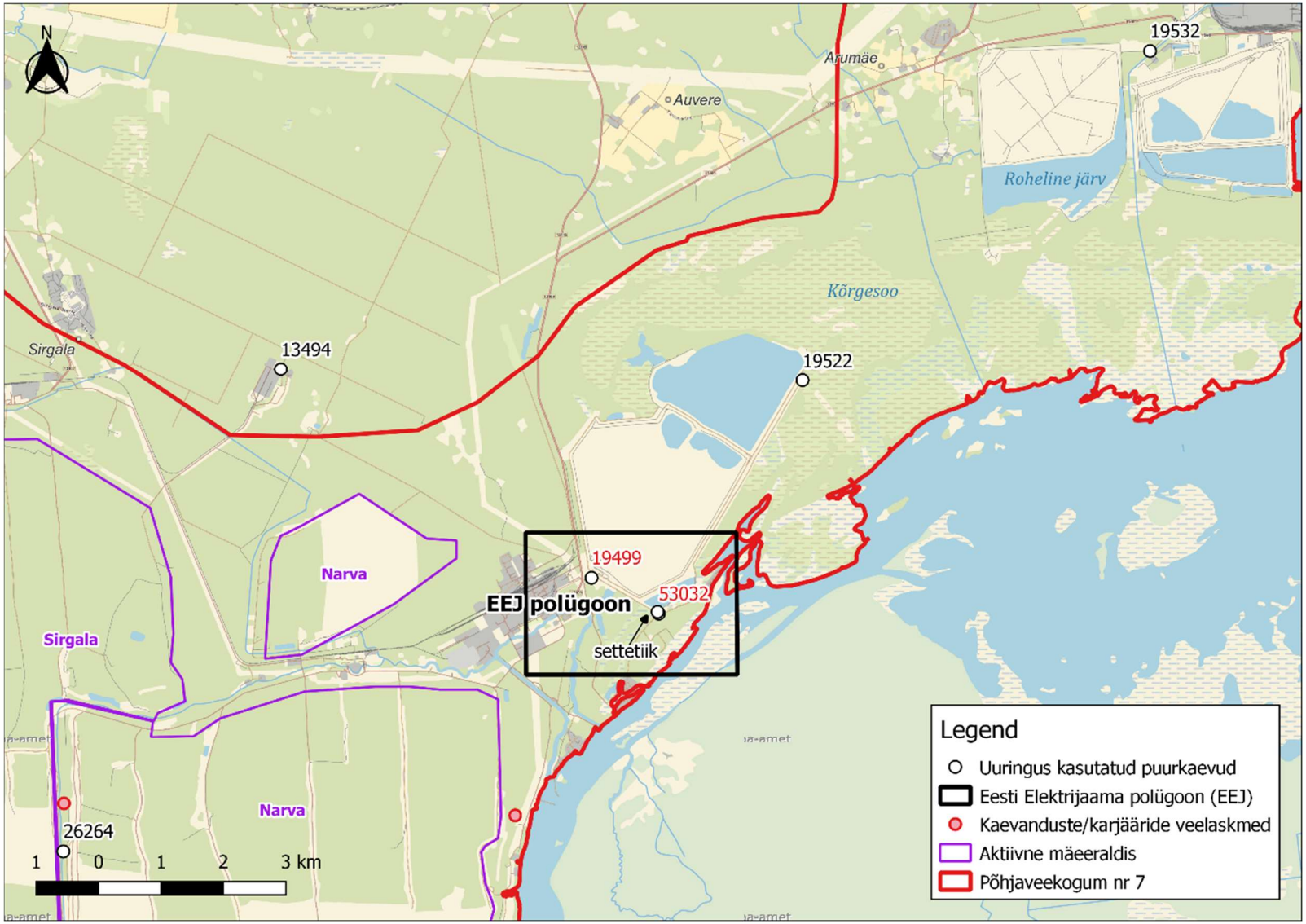
Joonis 58. Kurtna polügoon



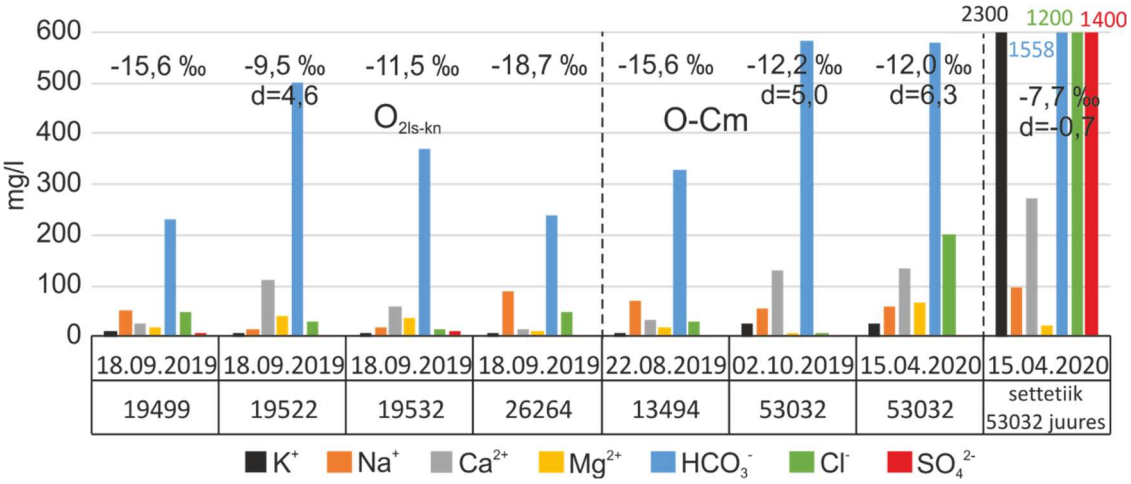
Joonis 59. Kurtna polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega

Ilmselt toimub põhjaveekogumist nr 7 põhjavee sissekanne kogumisse nr 6, kuid kuna antud piirkonnas selged geokeemilised markerid puuduvad, siis on selle ulatust ja mõju raske hinnata. Polügooni alal lõikub Vasavere ürgorg piisavalt sügavale, et lõigata läbi Alam-Ordoviitsiumi veepide. Siiski ei ilmne olulist veevahetust põhjaveekogumi nr 5a ja ülemiste Ordoviitsiumi põhjaveekogumite vahel.

Eesti Elektrijaama (EEJ) polügoon asub põhjaveekogumi nr 7 idaosas, nii metsa- kui tööstusmaastikul (joonis 60). Põhjavee survetasemed polügooni ümbruses on mõjutatud Narva karjääri veeärastusest, mistõttu on Lasnamäe-Kunda veekihi põhjavee voolusuund kirdest edelasse (joonis 47). O-Cm veekihis seevastu domineerib pigem edela-kirde suunaline põhjavee liikumine (joonis 48). Polügooni alale jäävad puurkaevud (nr 19499 ja 53032) asuvad põlevkivituhaladestu nõrgveekanalite ja settebasseini ääres, mis peegeldub ka puurkaevude vee keemilises ja isotoopkoostises. Lisaks polügoonile jäävatele kaevudele valiti täiendavalt neli puurkaevu, et mõnevõrra üldisemalt vaadata põhjaveekogumi nr 7 idaosa põhjavee keemilist koostist. Lasnamäe-Kunda veekihti avava puurkaevu nr 19522 isotoopkoostis ($\delta^{18}O$= -9,5 ‰ ja d=4,6) viitab tugevale aurumisele (seisuveekogude mõjule). Teistes Lasnamäe-Kunda veekihti avavates puurkaevudes sellelähedast isotoopkoostist ei ilmne (joonis 61). Ühelt poolt võib kahtlustada, et toimub settetiigi vee valgumine ümbruskonda ja sealt põhjavette, kuid keemilist reostussignaali puurkaevus ei ole. Pigem on puurkaev mõjutatud ümbruskonna märgaladest. Seevastu põhjaveekogumisse nr 5a kuuluvas puurkaevus nr 53032 on looduslikust märksa kõrgemad Cl^- ja K^+ sisaldused, mida võib põhjendada settetiigi mõjuga. Ka deuteeriumi liig (d) on ebaloomulikult väike ning viitab tugevale aurumise mõjule. Polügoonist loodes asuva sama veekihi puurkaevu nr 13494 vee isotoopkoostis ($\delta^{18}O$ = -15,6 ‰) aga viitab sealse põhjavee väga heale isoleeritusele maapinnalähedasest veeringest. Seega võib arvata, et puurkaevu nr 53032 manteltoru on katki ning tegelikult omab põhjaveekogum nr 5a head isoleeritust ülemistest põhjaveekogumitest. Varasemalt



Joonis 60. Eesti Elektrijaama polügoon

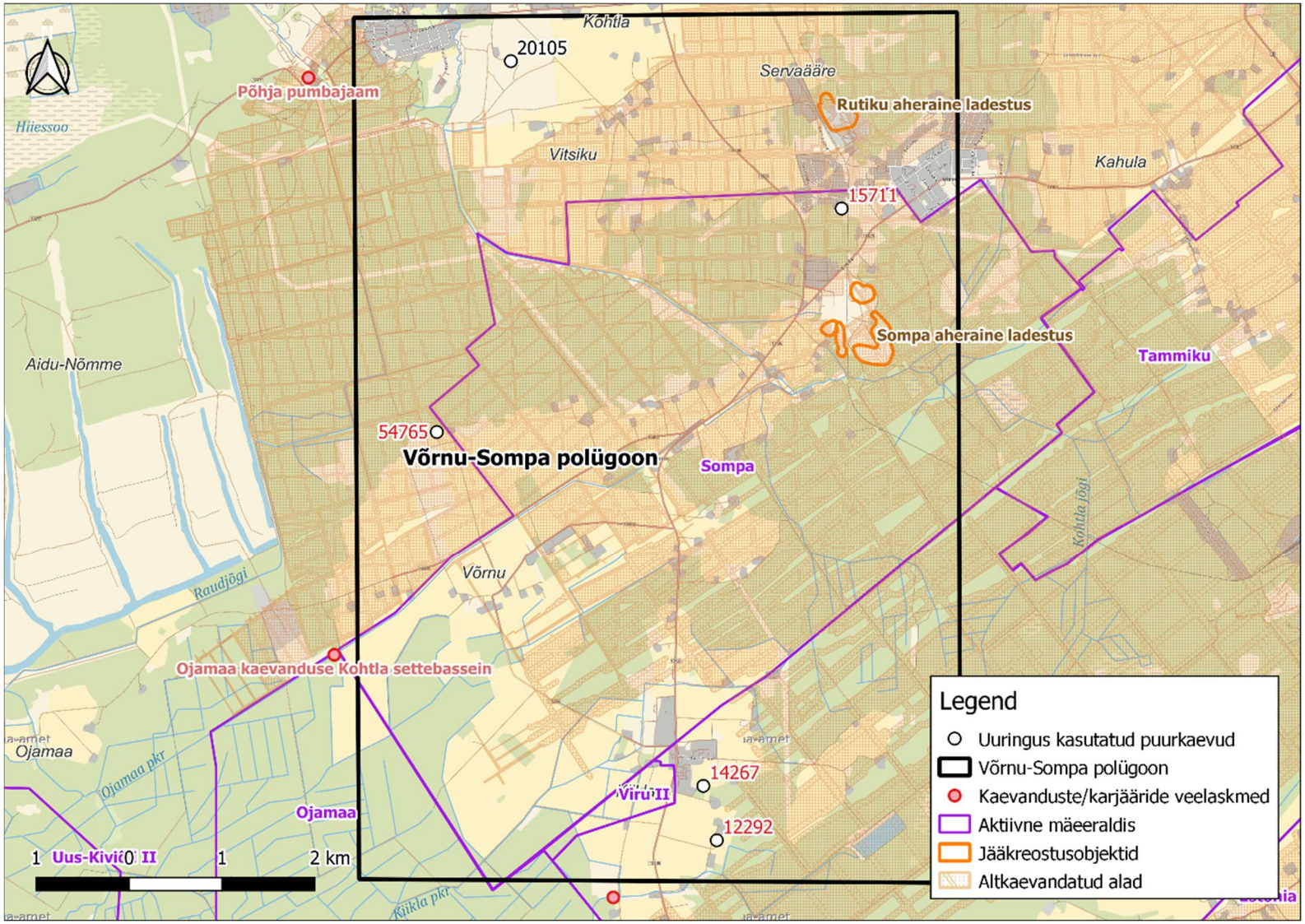


Joonis 61. Eesti Elektrijaama polügoonile jäävate puurkaevude ja neist kuni 12 km kaugusele jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega

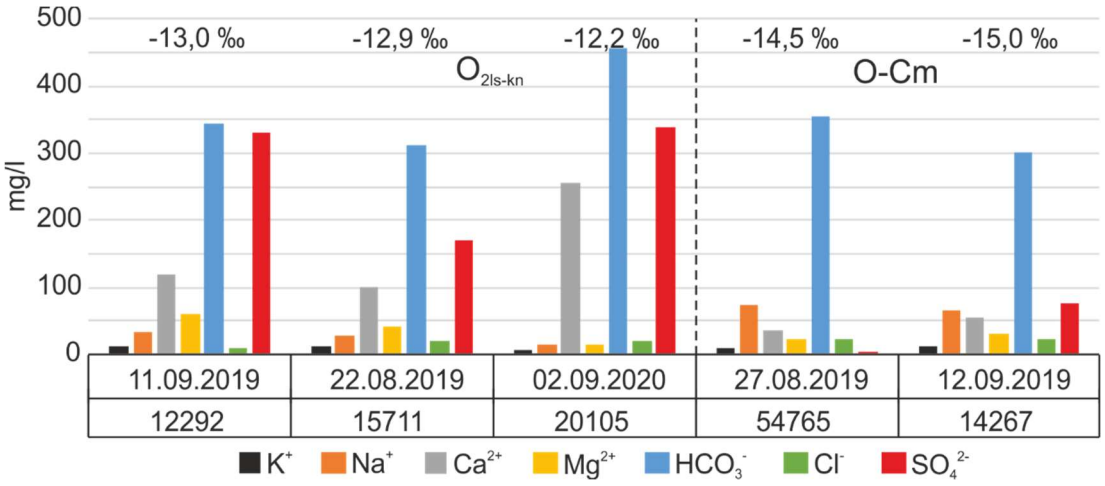
on fenoole leitud Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaevudest nr 19499 ja 19532 (>1 µg/l) ja ka käesoleva uuringu käigus võetud veeproovidest tuvastati puurkaevus nr 19532 lihtfenooli 0,53 µg/l ja naftaleeni 0,009 µg/l. Samuti leiti polügooni alale jäävatest kaevudest nr 19499 ja 53032 väga vähesel määral fluoreeni, naftaleeni ning benso(a)püreeni (<0,01 µg/l). PAH-id viitavad looduslikule sisaldusele, kuid fenoolid ilmsele inimmõjule. Pestitsiide määrati polügoonile jäävast kahest puurkaevust ja kummaski pestitsiide ei tuvastatud (lisa 2).

Põhjaveekogumite nr 7 ja 5a vahel looduslikult suuri mõjutusi ei ole, aga läbi katkiste manteltorude saab põhjaveekogumis nr 7 leviv reostus jõuda ka kogumisse nr 5a, nagu on näha puurkaevu nr 53032 näitel. Polügooni piirkonnas võib esineda ka piiriülest mõjutust.

Võrnu-Sompa polügoon asub põhjaveekogumi nr 7 läänepoolse ala keskosas, valdavalt põllu- ja metsamaal. Ala hüdrogeoloogia on tugevalt mõjutatud üleujutatud allmaakaevandustest (joonis 62). Kuigi põhjavee isotoopkoostis näitab mõningast paleopõhjavee esindatust, viitavad Lasnamäe-Kunda veekihis leviva põhjavee kõrged SO_4^{2-} väärtused tugevale kaevandustegevuse mõjule. Lamavas O-Cm veekihis nii kõrgeid SO_4^{2-} sisaldusi ei esine ja ka $\delta^{18}O$ väärtused -14,5‰ ja -15‰ näitavad küllatki head isoleeritust aktiivsest veevahetustsoonist (joonis 63). Samas, puurkaevus nr 14267 esinev mõõdukalt kõrge SO_4^{2-} sisaldus (>50 mg/l) ei ole iseloomulik põhjaveekogumile nr 5a. Ka võiks puurkaevu vee isotoopkoostis olla märksa negatiivem kuna asub tunduvalt lõuna pool kui puurkaev nr 54765. Võib oletada, et puurkaevu nr 14267 manteltoru on vigastatud ning toimub ülemise SO_4^{2-} rikka põhjavee lekkimine puurkaevu. Samas ei saa välistada ka võimalust, et puurkaevu nr 14267 juurde jääv Ahtme rikkevöönd võimaldab ülemiste põhjavete infiltreerumist muidu hästi isoleeritud O-Cm veekihti. Käesoleva uuringu käigus polügooni alale jäävast 4 puurkaevust võetud veeproovides ei tuvastatud fenoole. Küll aga leiti kaevudest nr 20105 ja 54765 naftaleeni (vastavalt 0,006 µg/l ja 0,12 µg/l) ning



Joonis 62. Võrnu-Sompa polügoon



Joonis 63. Võrnu-Sompa polügoonile jäävate puurkaevude keemilise koostise tulpdiagrammid koos vee $\delta^{18}O$ väärtustega

kaevust nr 12292 püreeni (0,005 µg/l). Kui teiste kaevude puhul võib eeldada PAH-ide looduslikku päritolu, siis kaevu nr 54765 naftaleeni sisaldus on kahtlusäratavalt kõrge, kuigi isotoopkoostis ($\delta^{18}O$ = -14,5‰) viitab aeglasele veevahetusele. Pestitsiide määrati polügoonile jäävast neljast puurkaevust ja mitte üheski pestitsiide ei tuvastatud (lisa 2).

Kokkuvõtvalt võib tõdeda, et põhjaveekogum nr 7 on inimtegevusest tugevalt mõjutatud eelkõige läbi põhjavee survetasemete alandamise, mis on muutnud oluliselt põhjavete voolusuundi. Hetkel toimub valdavalt põhjaveevool põhjaveekogumist nr 6 põhjaveekogumisse nr 7, kuid selle mõju põhjaveekogumi nr 6 koguselisele seisundile on jäänud lokaalseks (tuntav vaid Vasavere põhjaveekogumi piirkonnas). Selline põhjavete dünaamika on senini takistanud inimtegevusest pärineva reostuse ulatuslikku levikut väljaspoole põhjaveekogumit nr 7. Erandiks on põhjaveekogumi nr 7 põhjaosas asuv Jõhvi kõrgustik, kus toimub põhjavee väljavool põhjaveekogumisse nr 6. Kõrgustikult pärineva põhjavee keemiline koostis on inimtegevusest tugevasti mõjutatud, kuid seni ei ole tuvastatud põhjaveekogumist nr 7 lähtuva reostuse laialdast levikut põhjaveekogumisse nr 6. Samas tuleb tõdeda, et sobilike puurkaevude vähesuse tõttu kogumis nr 6 on reostuse võimalik kogumiteülene levik ka raskelt kontrollitav. Küll aga levib põhjaveekogumist nr 7 pärinev reostus mööda vooluveekogusid põhjaveekogumisse nr 6, kuid selle ruumiline levik jääb üsna piiratuks.

Nagu põhjavee isotoopanalüüsid näitavad on põhjaveekogumi nr 5a lõunaosa põhjaveekogumitest nr 6 ja 7 väga hästi isoleeritud ning inimtegevusest tulenev keemiline mõju on vähene või puudub. Suurimaks riskiks põhjaveekogumi nr 5a puurkaevude veele on teadlik või teadmatu reostamine inimkäe läbi või reostunud veekogude ja ülemiste veekihtide vee imbumine põhjaveekogumisse nr 5a läbi vigastatud puurkaevu manteltorude. Kui põhjaveekogumit nr 5a avaval puurkaevul esineb manteltorus ülemiste veekihtide juures lekke koht ja puurkaevust toimub suurem veevõtt, võib

põhjaveekogumist nr 7 lähtuv reostus levida ulatuslikul alal. Analoogne olukord võib tekkida ka Vasavere piirkonnas, kus Alam-Ordoviitsiumi veepide on ilmselt läbi lõigatud ning ürgoru kaudu saab reostus levida O-Cm veekihti.

Põhjaveekogum nr 5a on Virumaa põhjaosas märksa avatum, kuigi põhjaveekogumile nr 7 omaseid reostusmarkerite nagu SO_4^{2-}, K^+, fenoolid ja PAH-id kõrgemaid sisaldusi seal tuvastatud ei ole. Valdavalt on säilinud põhjaveekogumile nr 5a omane Na-HCO_3-tüüpi vesi ning põhjavesi jälgib regionaalset voolusuunda kuigi isotoopkoostis (-11,5 kuni -12‰) näitab, et veekiht kuulub juba aktiivsesse veevahetuse tsooni ning ülemistest kogumitest pärineva reostuse levik kogumisse 5a on võimalik. Erandina võib välja tuua Kohtla-Järve poolkoksi ladestuse, mille juures on O-Cm veekihi seirekaevudes leitud läviväärtusi ületavaid fenoolide ja PAH-ide sisaldusi ning looduslikust foonväärtusest kõrgemaid K^+ sisaldusi (joonis 57)

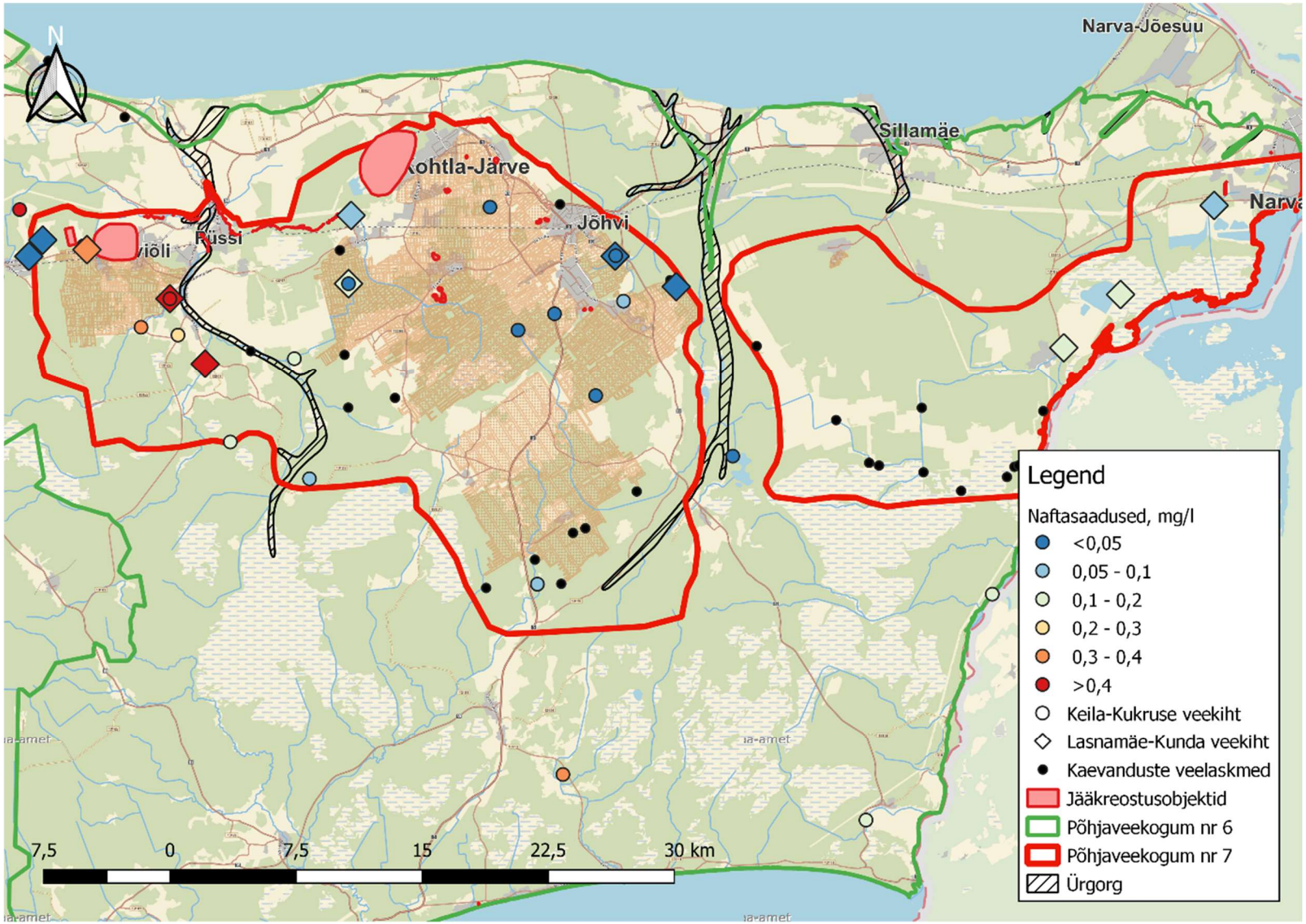
Põhjaveekogumite omavaheliste seoste peatükki täiendatakse LIFE IP CleanEST projekti II etapi (2021.–2022. a) välitööde järgselt.

5.5. Põhjavee kasutamisest põhjaveekogumi nr 7 alal

Seoses ulatusliku kaevandustegevusega on Ida-Virumaa laialdastel aladel põhjavee keemiline koostis muutunud ning on ilmnemas probleemid elanikkonna varustamisel joogiveega. Kuna põhjaveekogumi nr 7 idaosa hõlmavad valdavalt karjäärid, kus asustus on vähene või puudub, pole ka joogiveeks vajaliku põhjavee ressursi leidmine seal probleemiks. Hoopis kriitilisem on olukord joogivee varustusega põhjaveekogumi lääneosas, kuhu on koondunud ka põlevkiviga seotud tööstus ja Ida-Virumaa elanikkond. Läänepoolse kogumiosa põhjapoolsel alal ilmneb põhjaveekihtides (Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda) selge inimmõju, mille parimaks indikaatoriks on kõrged SO_4^{2-} sisaldused, millega kaasnevad lokaalselt ka kõrgemad K^+ sisaldused. Kumbki ioon pole otseselt tervist ohustav, kuid nendega võivad põhjavees kaasneda tehislikud orgaanilised toksiinid nagu PAH-id, fenoolid jm. Suure SO_4^{2-} sisaldusega põhjavesi levib Keila-Kukruse veekihis praktiliselt üle kogu põhjaveekogumi nr 7, ainult alal, mis jääb Ojamaa jõest lääne poole ja üle ujutatud Kiviõli kaevandusest lõunasse leidub inimtegevusest oluliselt mõjutamata põhjavett. Ka kaevandustegevusest sügavamale jäävas põhjaveekogumi nr 7 Lasnamäe-Kunda veekihi põhjaosas, kuhu jääb ka veekihi avamusala, ilmneb tugev inimmõju. Sellesse piirkonda on koondunud ka suurem osa Ida-Virumaa tööstusest ja asustusest. Mõttelisest Sonda-Kurtna joonest lõuna pool ulatuslik keemiline mõjutatus Lasnamäe-Kunda veekihis lakkab ning sealset põhjavett võiks kasutada üksikmajapidamiste veevarustuseks. Ainsaks probleemiks on vaid looduslikult suur raua sisaldus, mille eraldamiseks saab aga kasutada erinevaid ärastusseadmeid ja filtreid. Samas leidub ka lõuna pool puurkaeve, kus on tuvastatud kõrgeid

(>100 mg/l) SO_4^{2-} sisaldusi, valdavalt altkaevandatud aladel. Põhjuseks võib olla puurkaevude manteltorude vigastused tulenevalt lõhketöödest, mis võimaldab kaevanduskäikudest pärineval veel lekkida puurkaevu. Seega on Lasnamäe-Kunda veekihti avate puurkaevude rajamine enne kaevandustegevuse algust seotud riskiga, et puurkaev saab kaevandustegevuse laienedes vigastatud ning ei anna enam kvaliteetset joogivett. Ka kaevandusetegevuse järgselt tekib Lasnamäe-Kunda puurkaevude rajamisega altkaevandatud aladele probleeme, sest kaevanduskäiku läbivat puurkaevu pole tehniliselt võimalik isoleerida ning sellise puurkaevu kaudu võib tekkida hüdrodünaamiline ühendus Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veekihtide vahel. Analoogne probleem tekib ka Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihti rajatavate puurkaevudega. Seega on kriitiline jälgida, et kaevandatud aladel rajataks puurkaeve vaid tervikutesse.

Valdavalt saab Jõhvi ja Kohtla-Järve piirkond oma joogivee põhjaveekogumitest 1 (Kakmbriumi-Vendi Gdovi põhjaveekogum) ja 27 (Kvaternaari Vasavere põhjaveekogum), kuid Ahtme linnaossa Kambriumi-Vendi Gdovi põhjaveekogumisse rajatud veehaare võib olla pöördumatult sooldunud või sooldumas ning veevõtt on sealt viimaste aastate jooksul kordades langenud (Raidla ja Truu, 2020). Selle tulemusena on suur veevõtu koormus Vasavere põhjaveekogumil, mis on pannud tõsise surve alla sealse Kurtna järvestiku elustiku säilimise. Alternatiivsete veeallikatena on kasutatavad Kambriumi-Vendi Voronka (kogum nr 2) ja O-Cm põhjaveekogumid (kogum nr 5a), mille vee kvaliteet vastab küll joogivee kvaliteedinõuetele, kuid veeand on liiga väike, et suudaksid rahuldada Ida-Virumaa linnastute elanikkonna veevajadust. Põhjaveekogumi nr 7 lõunaosa Lasnamäe-Kunda veekihi vee kvaliteet vastaks samuti joogivee nõuetele (v.a raud ja Mn), kuid sealne veeand on veelgi piiratum ning sobilik vaid üksikmajapidamistele. Lisaks planeeritakse põhjaveekogumi nr 7 lõunaossa uusi kaevandusi (Uus-Kiviõli I ja II, Oandu, Uus-Estonia). Toetudes teadaolevale hüdrogeoloogilisele andmestikule võib väga tõenäoliseks pidada Lasnamäe-Kunda veekihi kvantitatiivset ja kvalitatiivset halvenemist kui uued kaevandused on töösse rakendunud. Alternatiivina võiks analoogselt Tallinna ja Narva olmevee vajaduste rahuldamiseks kasutusele võtta magevee reservuaari. Ida-Virumaal puuduvad selleks sobilikud suured pinnaveekogud, kuid on hulk tehislikke pinna ja maa-aluseid reservuaare endiste kaevanduste (nt Kiviõli, Kohtla) ja karjääride (nt Aidu) näol. Joogivee nõuetele ei vasta sealsete vete SO_4^{2-} ja raua sisaldused, kuid nende ioonide eemaldamine veest ei ole tehnoloogiliselt väga keeruline. Olulisemaks probleemiks on orgaaniline reostus, mille ilmingute või laiem levik aktiivse kaevandustegevuse tingimustes on raskelt prognoositav. Ilmselgelt on reostunud ja kasutuskõlbmatu põhjaveekogumi nr 7 põhjaosa, kus asuvad lisaks veel mitmed jääkreostusobjektid nagu Kukruse aherainemägi, Kiviõli ja Kohtla-Järve poolkoksi ladestused. Lisaks on Kiviõli kaevanduse piirkonnas tuvastatud mitmeid naftareostuse ilminguid (joonis 64). Oma panuse vee kvaliteedile võib anda ka Ahtme SEJ tuhamägi. Iseenesest oleks magevee reservuaari rajamine Kohtla-Järve linnastust



Joonis 64. Naftasaaduste leiud põhjaveekogumites nr 6 ja 7 aastatel 2010–2020

edelapoole realistlik, sest sealsed põhjaveed on oma keemiliselt koostiselt stabiilsemad ja ka Kiviõli poolkoksi ladestust ja Kiviõli kaevandusest lähtuva reostuse levikut ei ole tuvastatud kaugemal kui 2 km. Samuti oleks võimalik kaevanduskäikude tagasitäitmistega moodustada reservuaari ja reostuskollete vahele veetõkke seinad. Samas, kuni kaevandustegevus põhjaveekogumi nr 7 (ja 6) territooriumil pole lakanud, on väga keeruline prognoosida reservuaari vee kvaliteeti. Joogiveeks sobiliku veereservuaari loomine (asukoha valik, põhjalik keemiline ülevaade – praegune, mõjutused tulevikus, jm) vajaks täiendavaid arutelusid ja uuringuid.

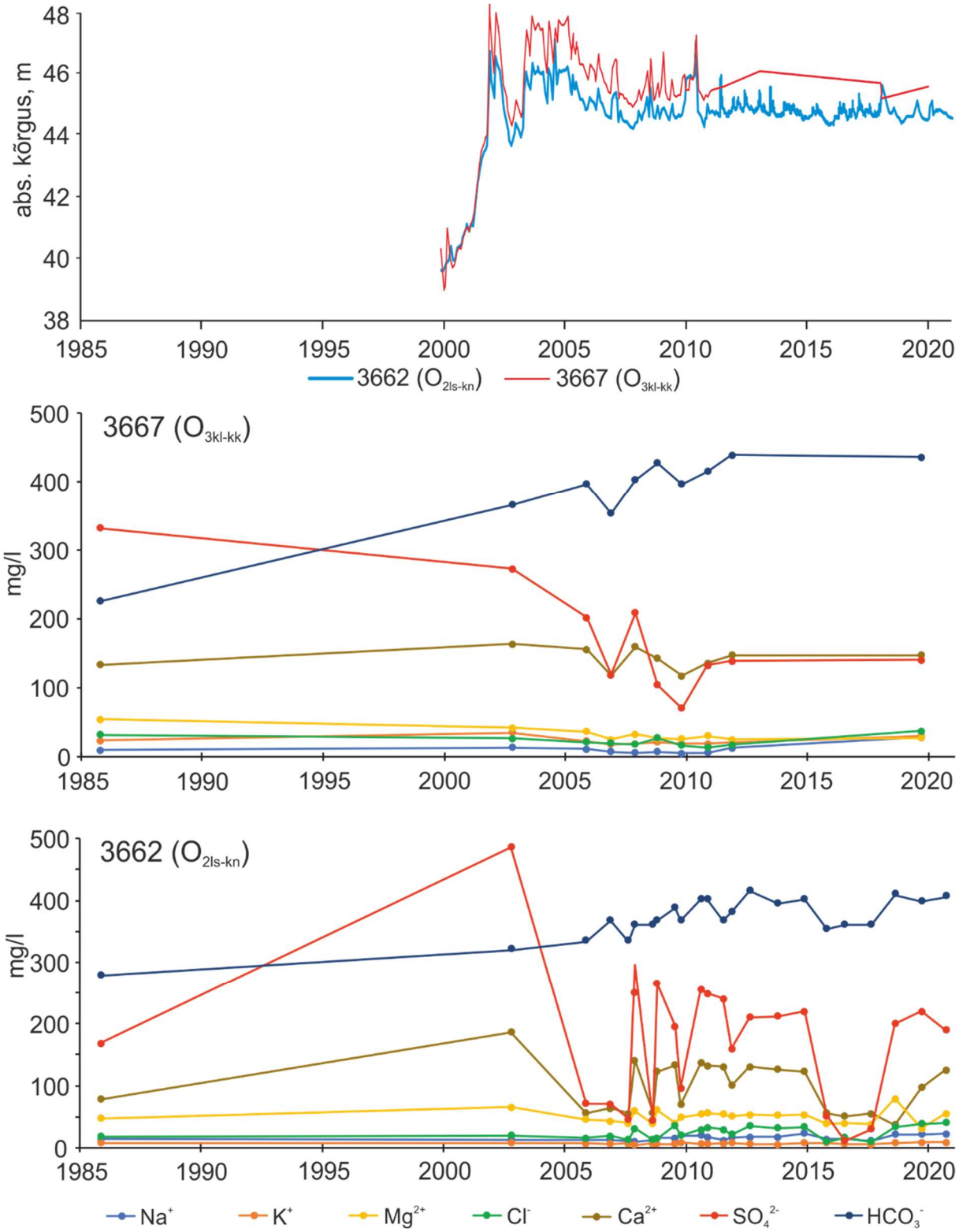
Käesolevat peatükki täiendatakse LIFE IP CleanEST projekti II etapi (2021.–2022. a) välitööde järgselt, kui on kogutud täiendavat andmestikku põhjaveekogumi nr 7 põhjapoolsete piirkondade üksikmajapidamiste kaevudest, aga ka põhjaveekogumite nr 5a, 6 ja 7 kogumiüleste metalliuuringute käigus.

5.6. Probleemsete seirekaevude analüüs

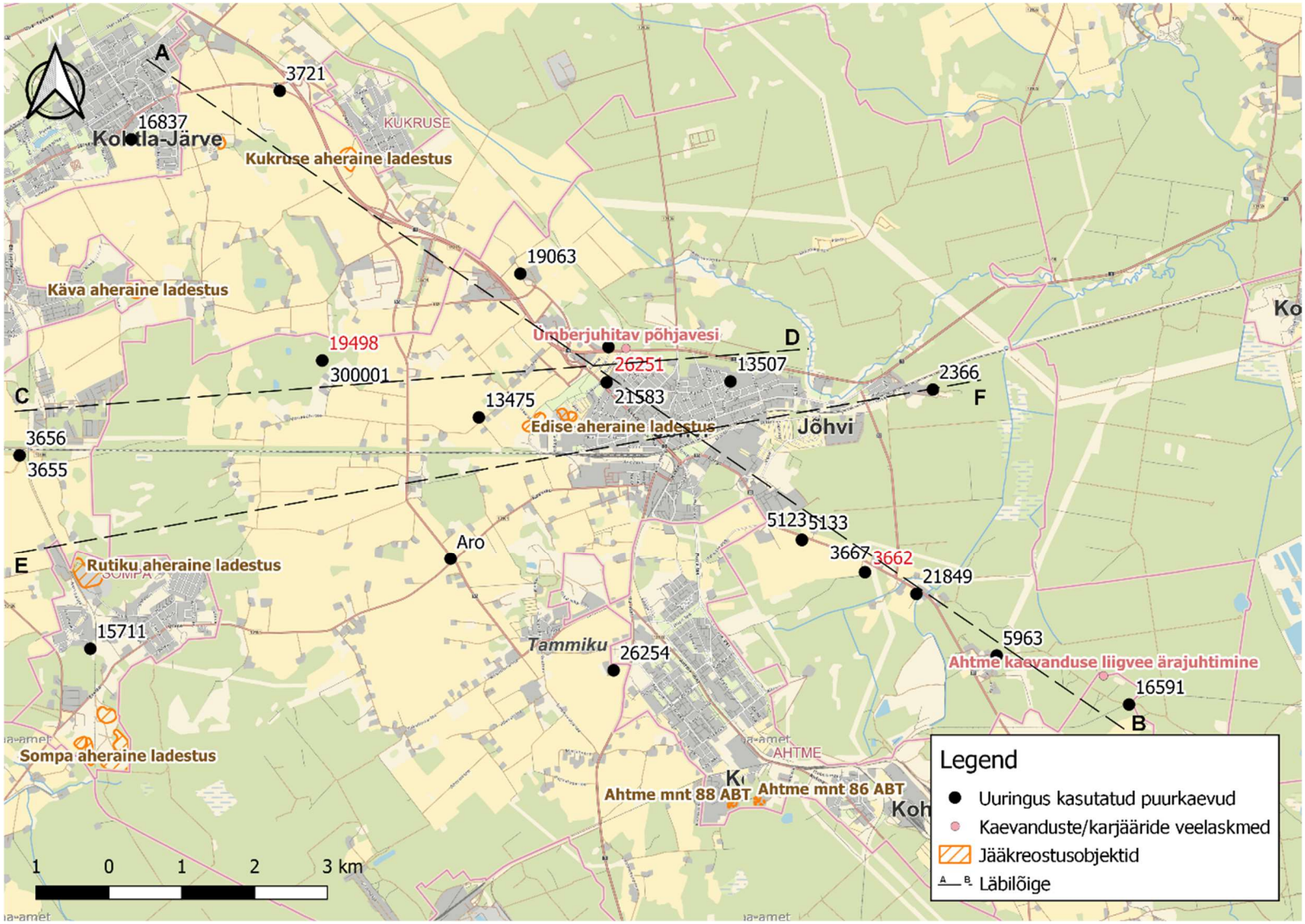
5.6.1. Seirekaev nr 3662

Seirekaevu nr 3662 uuringu põhjuseks oli 2014. aasta põhjaveekogumite seisundi hindamine, milles toodi välja, et aastatel 2007 – 2013 on täheldatav seirekaevus oluline sulfaatide kasvusuundumus (Türk, 2014). Seirekaevus nr 3662 aastatel 2017 ja 2020 tehtud geofüüsikalised mõõtmised kajastuvad lisades 3 ja 4. Manteltoru, sisemise keskmise diameetriga 99,07 mm (minimaalne 96,71 mm ja maksimaalne 99,83 mm) ulatub kuni 20,2 m sügavusele. Seirekaevu avatud osa on sügavusvahemikus 20,2 – 48,8 m ning sisemine diameeter on keskmiselt 97,98 mm (minimaalne 95,95 mm ja maksimaalne 104,81 mm). Puurkaevu nr 3662 avatud osa ülemised 10 m on lõhelisemad ja põhiline veevool kaevu toimub just sellest osast, mida kinnitavad dünaamilises režiimis (pumbates) tehtud voolukiiruse mõõtmised ja akustilise kaamera mõõtmised. Manteltorus lekke kohti ei tuvastatud, kuigi akustilised uuringud viitavad, et vahemikus 13 – 15 m on manteltoru väga korrodeerunud ning metalltoru seina paksus on vähenenud enam kui poole võrra. Seismoakustilise sondeerimisega tuvastati, et manteltoru tagune tsementatsioon on korras.

Kõrvuti asuvate puurkaevude nr 3662 (Lasnamäe-Kunda veekiht) ja 3667 (Keila-Kukruse veekiht) veetasemete muutused on väga sarnased, mis näitab nimetatud veekihtide väga head hüdrodünaamilist seotust (joonised 65 ja 66). Kaevude hüdrogeokeemilises andmestikus on nii kattuvusi kui ka vastanduvaid suundumusi. Jooniselt 65 on näha, et SO_4^{2-} sisaldus seirekaevu nr 3662 vees on väga muutlik, jäädes vahemikku 11,9 – 295,0 mg/l. Naaberkaevu (nr 3667) SO_4^{2-} sisaldus on



Joonis 65. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevudes nr 3662 ja 3667

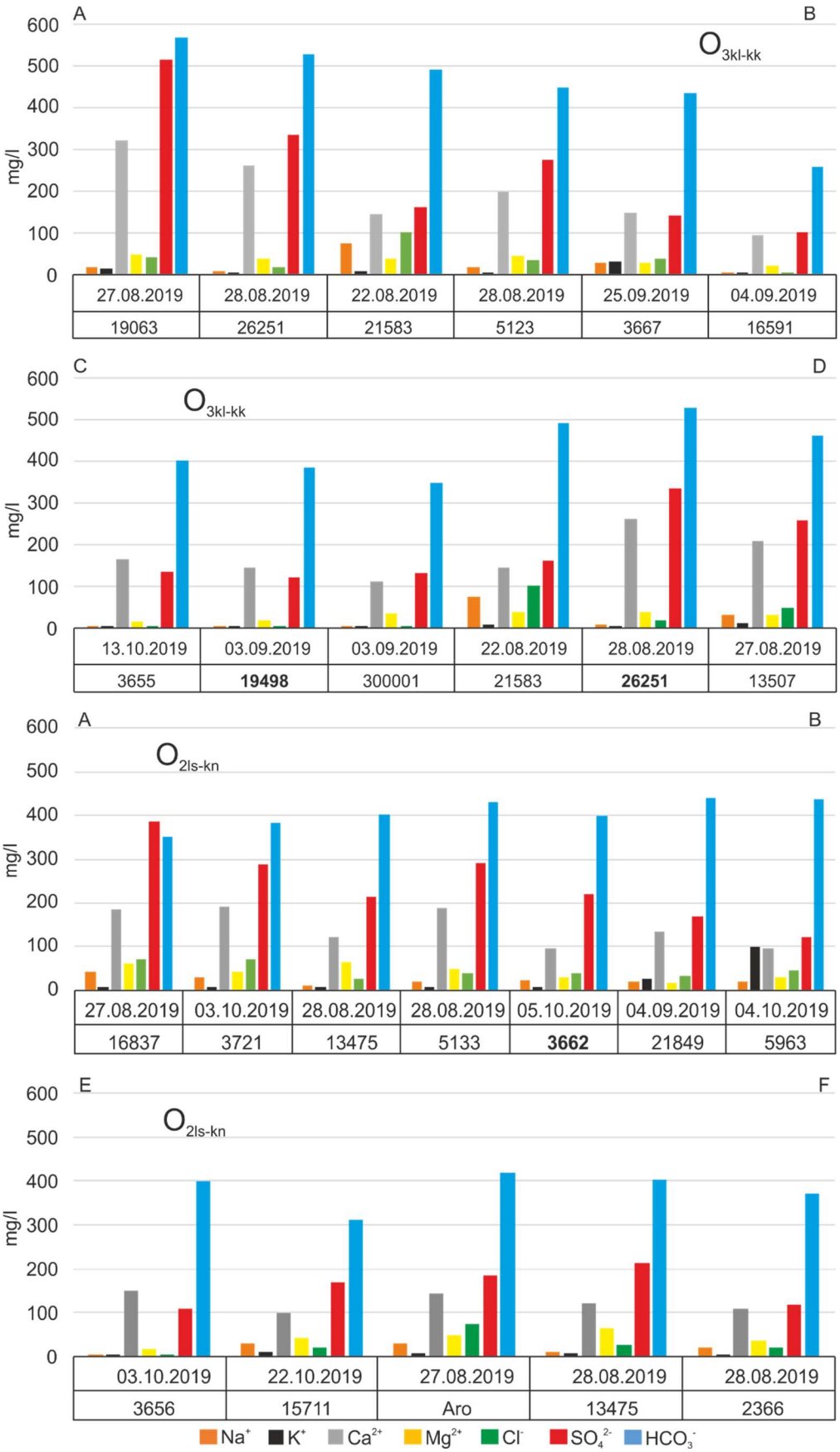


Joonis 66. Seirekaevude nr 3662, 19498 ja 26251 uuringus kasutatud puurkaevude asukohad

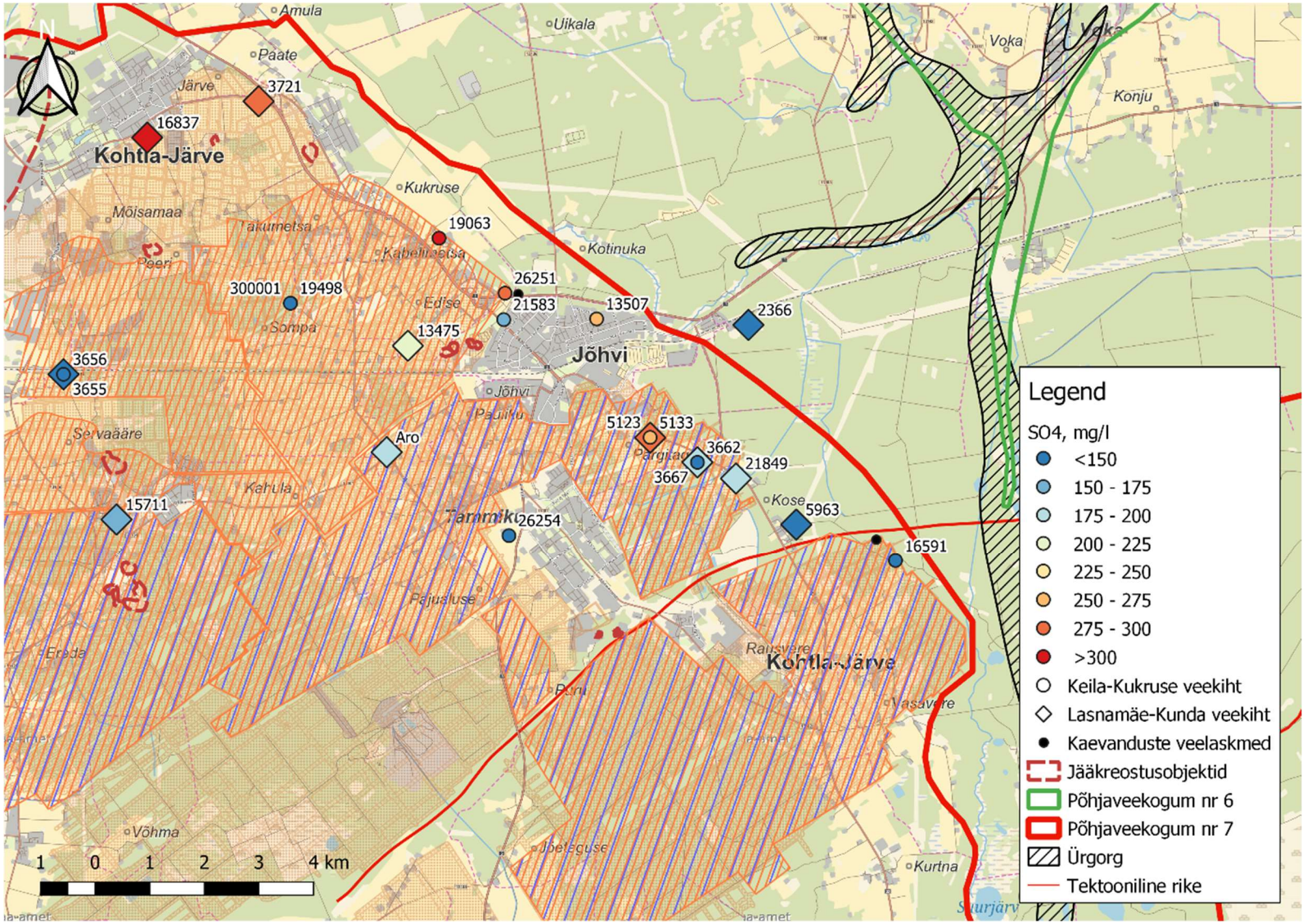
langenud koos veetaseme tõusuga ehk siis pinnase aereerituse vähenemisega. Seirekaevu nr 3662 veetase SO_4^{2-} sisaldusega nii selget seost ei oma. Ilmselt levib sulfaadirikas vesi peamiselt mööda veega täitunud kaevanduskäike ning Keila-Kukruse veekihis toimuv intensiivsem veevahetus soodustab sulfaadirikka põhjavee kiiremat lahjendumist kui sügavamas Lasnamäe-Kunda veekihis. Samas paikneb seirekaevu nr 3662 avatud osa algus 20 m sügavusel, paekivi maapinnalähedases lõhedesüsteemis ning intensiivsematel infiltreerumise perioodidel võib lahjendumisefekt ulatuda ka Lasnamäe-Kunda veekihti.

SO_4^{2-} sisalduste muutustega seirekaevus nr 3662 on kaasnenud analoogsed muutused ka Ca^{2+} sisaldustes. Selline kaasnevus ongi tavapärane püriitmineraalide oksüdeerumise käigus vabanenud prootonite neutraliseerimisele läbi karbonaatkivimite lahustumise (võrrandid 1, 2 ja 5). Samas peaks karbonaatkivimite lahustumisega kaasnema ka HCO_3^- sisalduste kasv, kuid mõlemas seirekaevus jälgib Ca^{2+} sisaldus pigem SO_4^{2-} kui HCO_3^- sisalduse muutusi (joonis 65). Põhjus ei ole üheselt selge, kuid võimalik, et seirekaevu nr 3662 SO_4^{2-} ei ole mõjutatud üksnes püriidi oksüdeerumisest vaid ka kipsi ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) või anhüdriidi ($CaSO_4$) lahustumisest. Kaevanduskäikudes võib olla toimunud anhüdriidi või kipsi settimine, mis nüüd lahustub ja kandub ümbruskonda SO_4^{2-} ja Ca^{2+} rikka veena (võrrand 7). Üks kipsistumise kolle võib asuda puurkaevude nr 5123 ja 5133 lähistel, sest seal on lähim lokaalne SO_4^{2-} maksimum ning ka seal ei kaasne SO_4^{2-} sisalduste tõusuga HCO_3^- sisalduste suurenemist (joonised 67 ja 68).

Seirekaevu nr 3662 vee keemiline koostis on tugevalt mõjutatud inimtegevusest, mis on täheldatav ka teistes Jõhvi linna ümbruskonna puurkaevudes, kus on tegemist altkaevandatud aladega (joonised 67 ja 68). Seirekaevu nr 3662 tehniline seisund on hea ning soovitame seiret puurkaevus jätkata. Veetasemeseiresse võiks kaasata ka puurkaevu nr 3667.



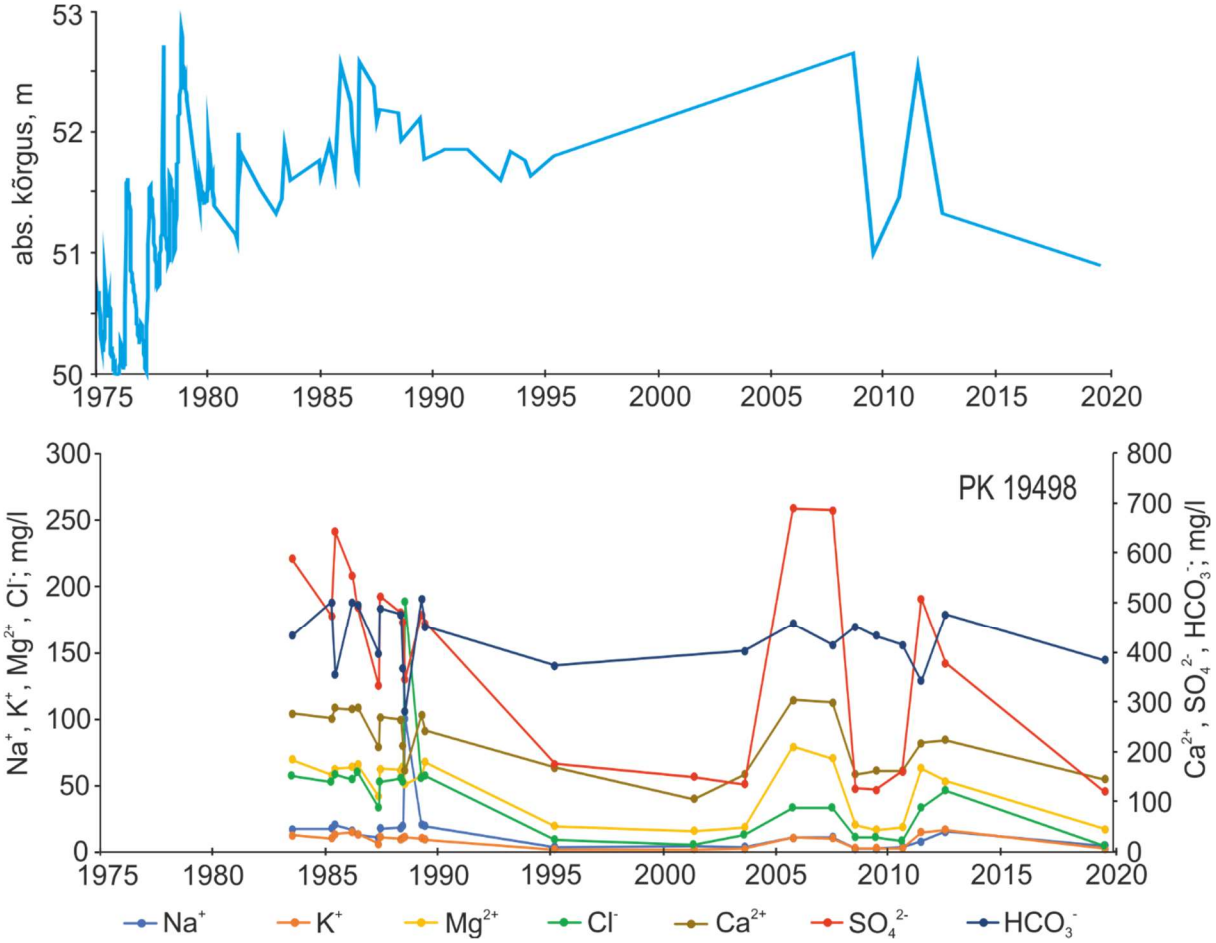
Joonis 67. Seirekaevude nr 3662, 19498 ja 26251 lähiümbruse Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veekihte avavate puurkaevude vee Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, HCO_3^{-}, Cl^{-} ja SO_4^{2-} sisaldused. Lõigete asukohad on esitatud joonisel 66



Joonis 68. Sulfaadi sisaldused põhjaveekogumi nr 7 seirekaevude nr 3662, 19498 ja 26251 lähikonnas

5.6.2. Seirekaev nr 19498

Seirekaevu nr 19498 uuringu põhjuseks on aastatel 2007 – 2013 täheldatud sulfaatide kasvusuundumus seirekaevu vees (Türk, 2014). Joonisel 69 esitatud seirekaevu andmestikus on näha, et SO_4^{2-} sisaldus vees on väga muutlik, jäädes vahemikku 120,0 – 689,1 mg/l. Alates 2014. a puurkaevus keemilist seiret enam ei tehta.



Joonis 69. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevus nr 19498

Kuigi kunagises seirekaevus nr 19498 on täheldatud väga kõrgeid SO_4^{2-} sisaldusi (joonis 69), siis käesoleva uuringu raames seirekaevust võetud veeproovides olid SO_4^{2-} sisaldused madalamad kui teistes Jõhvi linna ümbruskonna puurkaevudes (joonised 66, 67 ja 68). Seirekaevu nr 19498 šurfi põrand on lagunenud ning suurveeagsetel vetel on võimalus vabalt voolata kaevu, põhjustades enamiku lahustunud ioonide üheaegset lahjendumist (joonis 69). Seirekaevu kõrvalasuva, analoogse konstruktsiooniga kaevu nr 300001 šurf on aga palju paremas tehnilises seisundis. Kaevust võetud vee keemiline analüüs ei erinenud märgatavalt seirekaevu nr 19498 vee analüüsist (joonis 67), kuid puudus seirekaevu nr 19498 veele iseloomulik ebameeldiv lõhn ja hägusus. Ilmselt toimub ka oluline pinnasest pärineva orgaanilise ainese sissekanne seirekaevu nr 19498.

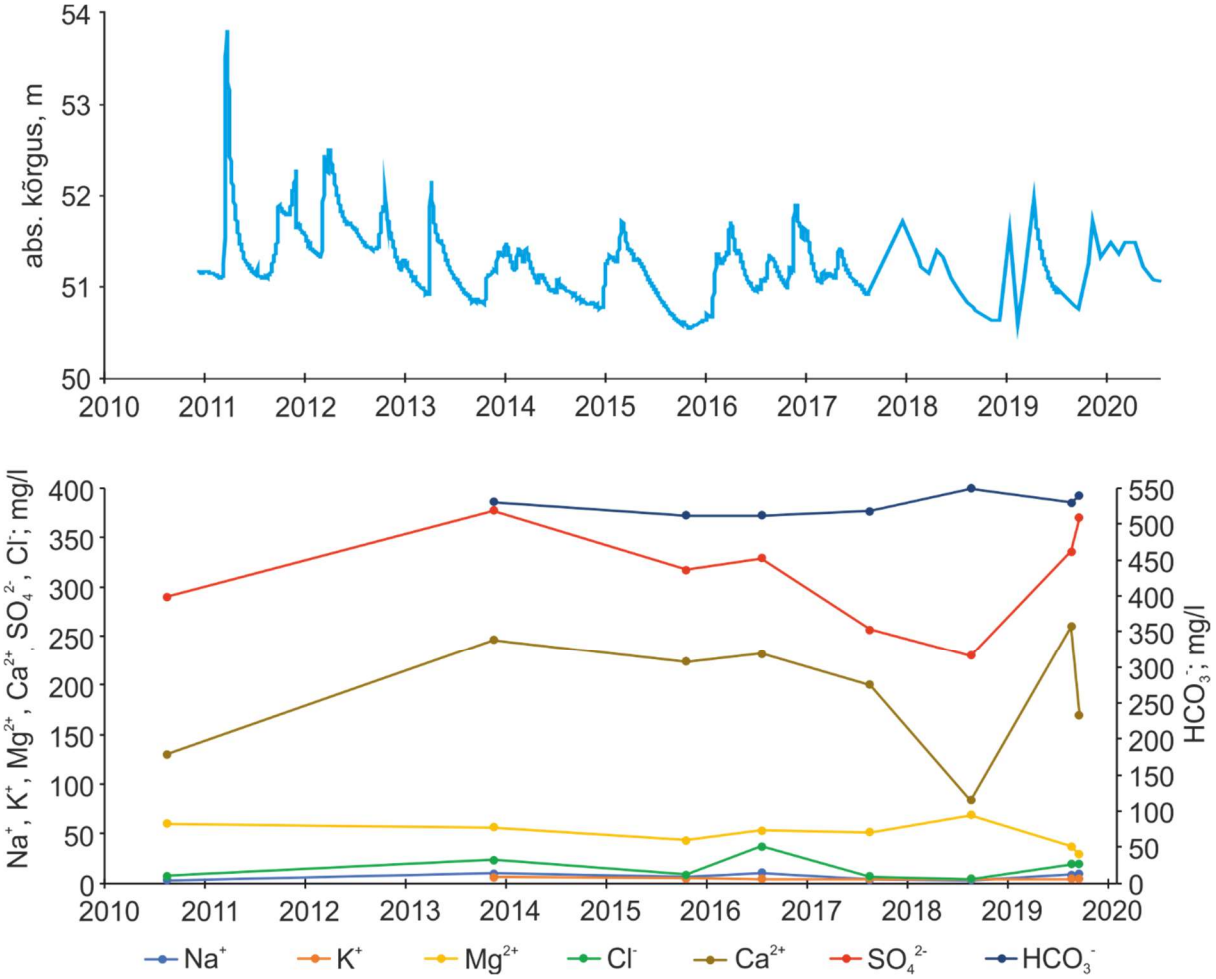
Kaevude nr 19498 ja 300001 põhjavee kõrged SO_4^{2-} sisaldused on iseloomulikud altkaevandatud aladega piirkonnale, mida mõjutab omakorda pinnasevete sissevool läbi katkise kaevu rakke. Tulenevalt seirekaevu asukohast ja konstruktsioonist (läbimõõt ≈ 1 m) ei olnud võimalik kaevus teha geofüüsikalisi mõõtmisi. Visuaalse vaatluse põhjal võib kinnitada, et seirekaevu nr 19498 šurf on halvas tehnilises seisundis ning kaev ei ole sobilik keemiliseks seireks. Kuigi seirekaevu nr 19498 vahetus naabruses asuva kaevu tehniline seisund on märksa parem, ei soovita kummaski kaevus läbi viia keemilist seiret, kuna mõlemal kaevul on ebatüüpiline konstruktsioon. Tulenevalt kaevude nr 19498 ja 300001 mahust on ebamõistlik rakendada tavapärast kaevu läbipumpamise metoodikat ning käesoleva uuringu aegsed proovid on võetud kaevu lastud koguriga. Seega peegeldavad keemilised proovid pigem olukorda kaevu torus, mis on seisev vesi ja mitte omane ümbritsevale veekihile. Veetasemeseireks oleksid nimetatud kaevud sobivad.

5.6.3. Seirekaev nr 26251

Seirekaevu nr 26251 uuringu põhjuseks on kõrge SO_4^{2-} sisaldus, mis kogu pikemaajalise seireperioodi andmestiku põhjal jääb vahemikku 230,0 – 377,3 mg/l (joonis 70). Aastatel 2017 ja 2020 seirekaevus nr 26251 tehtud geofüüsikalised mõõtmised kajastuvad lisas 5. Puurkaevu plastikust manteltoru ulatub 0,95 m üle maapinna ning kuni 4,2 m sügavusele. Seirekaevu avatud osa (4,2 –22,5 m) on ülemises osas lõhelisem ning sealt saab toimuda põhiline veevool kaevu. Suuremad lõhed tuvastati sügavustel 7,5 m (lõhe ulatus 230 mm), 9,8 m ja 10,9 m. Optilise kaameraga vigastusi ega lekke kohti manteltorus ei tuvastatud. Seismoakustilisi mõõtmisi torutaguse tsementatsiooni hindamiseks teha ei saanud, kuna mõõtmisteks on vajalik vee olemasolu puurkaevu manteldatud osas, seirekaevus oli veetase aga 1,68 m manteltorust sügavamal.

Puurkaev saab oma vee maapinnalähedasest põhjaveest, mis kajastub ka seirekaevu nr 26251 veetaseme sesoonses muutuses (joonis 70). Seega on üheks sulfaadi allikaks maapinna lähedane püriidi oksüdatsioon, mis tänu maapinna suurele lõhelisusele on piirkonnas eriti intensiivne. Siiski on seirekaevu SO_4^{2-} sisaldused liiga kõrged, et tuleneda üksnes maapinnalähedasest püriidi oksüdatsioonist ning omasemad pigem kaevanduskäikudest väljatavatele vetele (Tamm ja Teinemaa, 2020). Ilmselt seirekaevu paiknemine suletud kaevanduse (Kaevandus nr 2) servas, samal tasapinnal ning lähedus isevoolse kaevandusvee väljalasule (250 m; joonised 24, 66 ja 68) ongi seirekaevus kõrge SO_4^{2-} sisalduse kujunemise põhjuseks.

Seirekaevu nr 26251 keemiline koostis on mõjutatud inimtegevusest ning kõrge SO_4^{2-} sisaldus tuleneb intensiivsest püriitmineraali oksüdeerumisest. Seirekaevu tehniline seisund on hea. Sõltuvalt seiret eesmärkidest võib seirekaevus nr 26251 seiret jätkata.

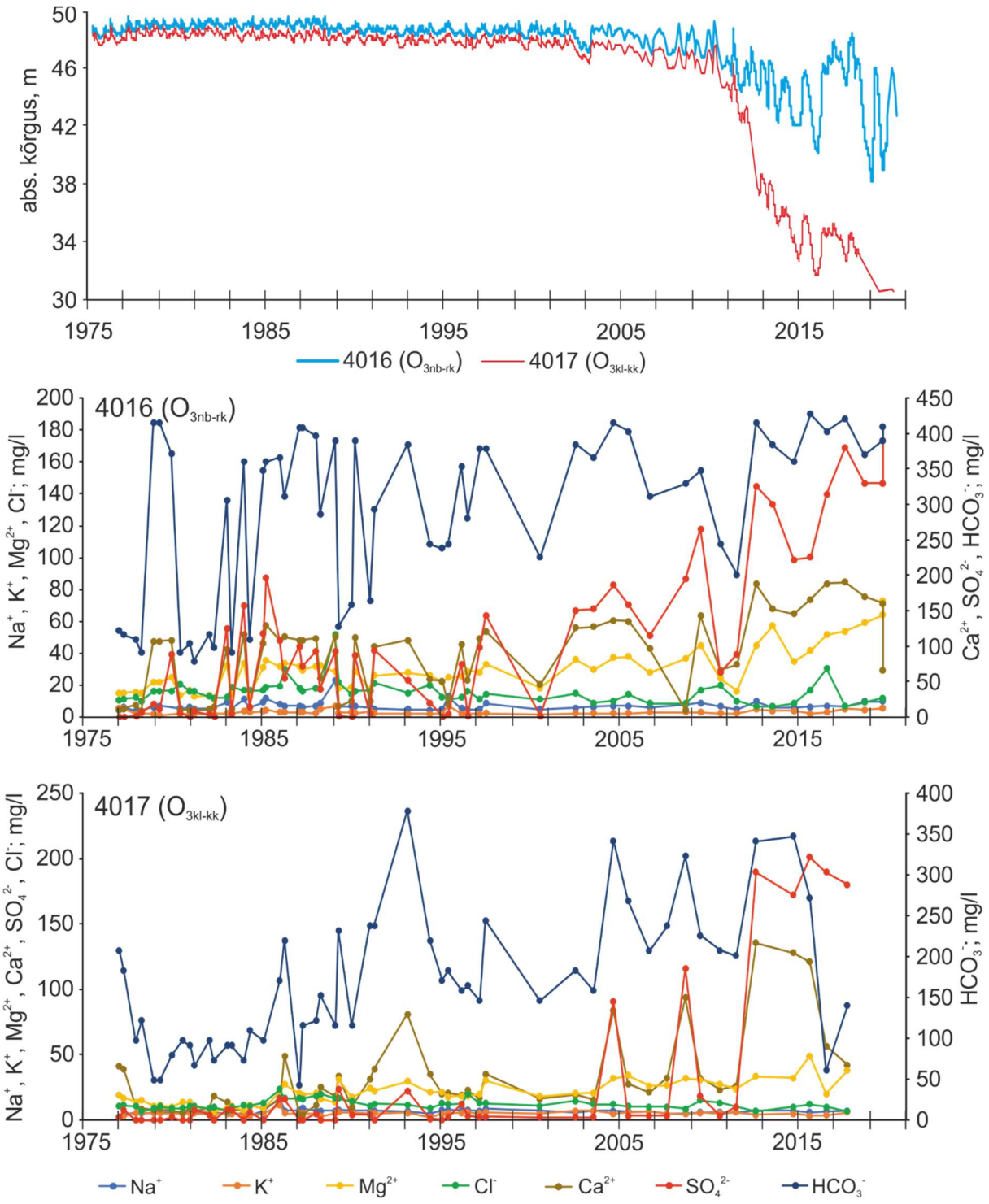


Joonis 70. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevus nr 26251

Kokkuvõtvalt võib tõdeda, et põhjavee keemiline koostis Jõhvi linna ümbruskonna Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veekihi kaevudes on tugevalt mõjutatud inimtegevusest ning kõrged SO_4^{2-} sisaldused seirekaevudes nr 3662, 19498 ja 26251 on iseloomulikud altkaevandatud aladega piirkonnale, kus olulist rolli mängib püriitmineraalide lahustumine. SO_4^{2-} sissekanne ja sisalduste muutused seirekaevudes võivad olla mõjutatud ka proovivõtule eelnenud sademete hulgast ehk lahjendumisest värske põhjaveega.

5.6.4. Seirekaevud nr 4016 ja 4017

Seirekaevude nr 4016 ja 4017 uuringu põhjuseks oli 2014. aasta põhjaveekogumite seisundi hindamine, milles toodi välja, et aastatel 2007 – 2013 on täheldatav seirekaevude vees oluline sulfaatide kasvusuundumus (Türk, 2014). Joonisel 71 esitatud seirekaevude andmestikust on näha, et SO_4^{2-} sisaldus vees on alates 2004. a mõlemas seirekaevus märkimisväärselt tõusnud.



Joonis 71. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevudes nr 4016 ja 4017

Aastatel 2017 ja 2020 seirekaevudes nr 4016 ja 4017 tehtud geofüüsikaliste mõõtmiste tulemused kajastuvad lisades 6 ja 7. Kavernomeetriliste mõõtmistega tuvastati, et seirekaevu nr 4016 manteltoru, sisemise keskmise diameetriga 98,67 mm (minimaalne 95,52 mm ja maksimaalne 101,27 mm) ulatub kuni 6,8 m sügavusele. Seirekaevu avatud osa on sügavusvahemikus 6,8 –15,6 m ning sisemine diameeter on keskmiselt 108,16 mm (minimaalne 95,10 mm ja maksimaalne 170,69 mm). Puurkaev avab väga lõhelist dolomiiti. Visuaalsel vaatlusel optilise kaameraga vigastusi ega lekke kohti

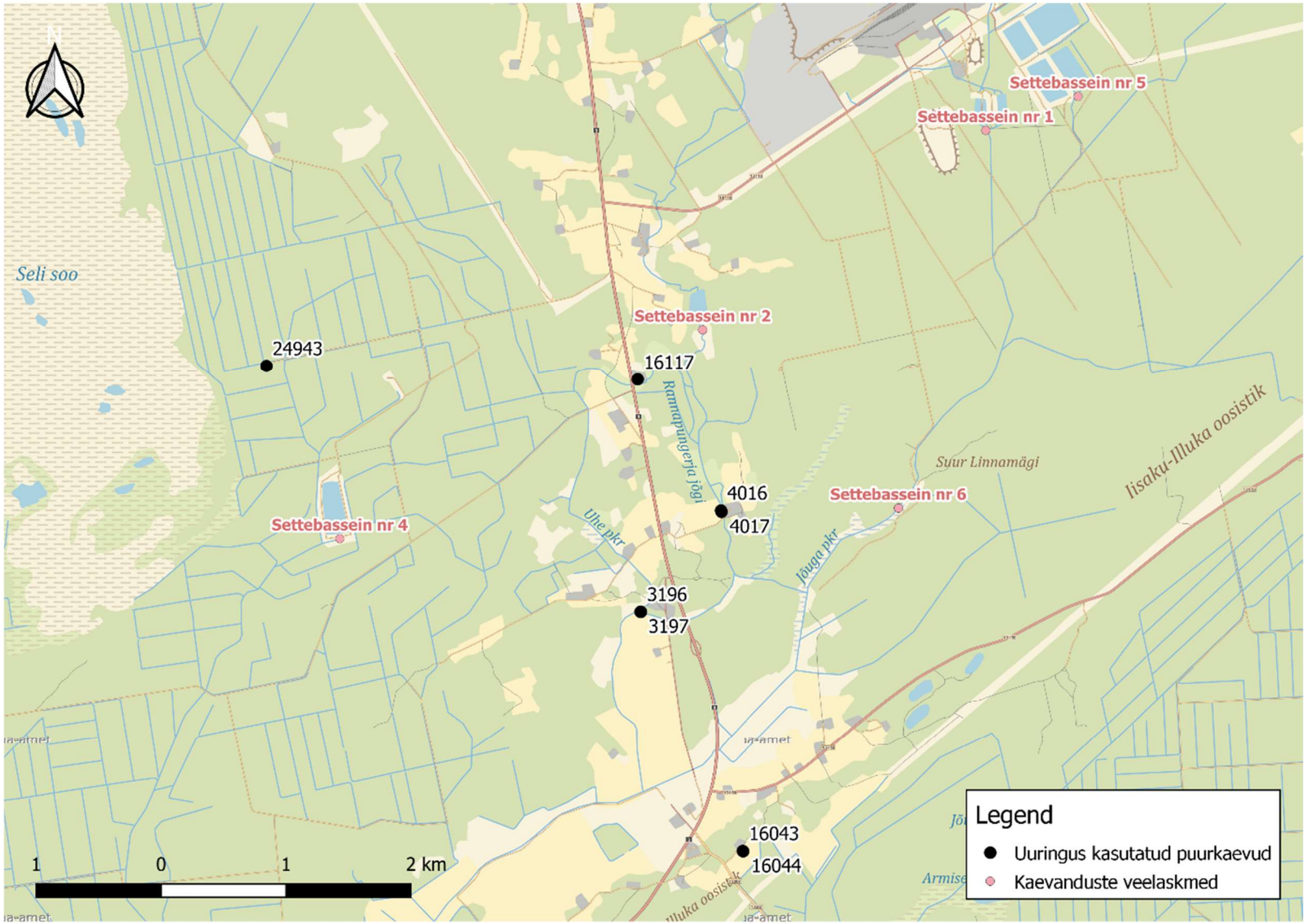
manteltorus ei tuvastatud, kuigi nähtav on manteltoru korrodeerumine. Puurkaevu avatud osas optilise kaameraga mõõtmisi teha ei saanud, kuna umbes 8,5 m sügavusel takistas mõõtmisi kaevus puntrasse ja keerdu läinud veetaseme automaatanduri tross. Kuna automaatandurit kaevust eemaldada ei õnnestunud jäid tegemata ka seismoakustilised mõõtmised jm.

Kavernomeetriliste mõõtmistega tuvastati, et seirekaevu nr 4017 manteltoru, sisemise keskmise diameetriga 80,04 mm (minimaalne 75,60 mm ja maksimaalne 81,70 mm) ulatub kuni 19,7 m sügavusele. Sügavamale mõõtmisi teha ei ole võimalik, kuna kaevus on takistus või on kaev kinni vajunud. Visuaalsel vaatlusel optilise kaameraga vigastusi ega lekke kohti manteltorus ei tuvastatud, kuigi nähtav on manteltoru korrodeerumine. Kuna manteltorus puudub ka vesi, jäid tegemata ka seismoakustilised mõõtmised torutaguse tsementatsiooni kontrollimiseks.

Seega ei olnud võimalik täieulatuslik puurkaevude seisundi geofüüsikaline kontroll tuvastamaks, kas ka need kaevud on kaevandustööde käigus vigastada saanud (samasse seirekaevude rühma jääval kaevul nr 4019 tuvastati manteltorus lekke kohad; Raidla jt., 2020) või mitte. Siiski visuaalseid kahjustusi optilise kaameraga ei tuvastatud.

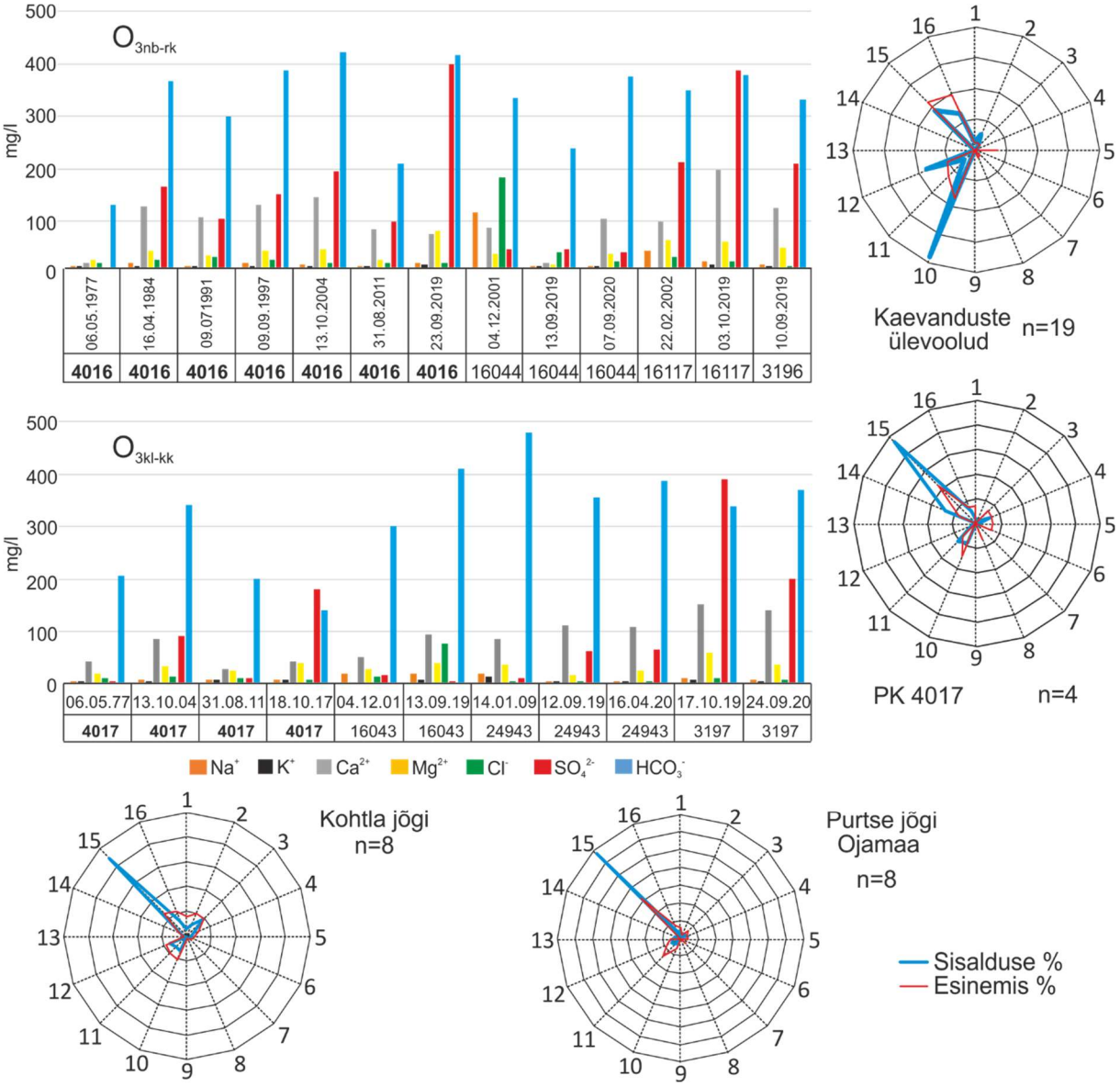
Nii Nabala-Rakvere kui Keila-Kukrusse põhjaveekihi veetase on puurkaevudes nr 4016 ja 4017 mõjutatud inimtegevusest, kuna Estonia kaevandus on piirkonnas tekitanud Keila-Kukruse veekihis lokaalse põhjavee survetaseme alanduslehtri, alandades ka lasuva Nabala-Rakvere veekihi veetaset (joonis 46 ja 71). Kuni 2004. aastani on veetase seirekaevudes püsinud suhteliselt ühtlane, kuid koos Estonia kaevanduse lähenemisega seirekaevude grupile on veetaseme alanemised oluliselt suurenenud. Aastal 2012 toimus Estonia kaevanduse lõunapoolse laienemise käigus strekkide rajamine seirekaevu nr 4016 ja 4017 vahetusse lähedusse, millega kaasnes juba märgatavam veetasemete langus kõigis seiregrupi kaevudes (joonised 18 ja 71). Samasse seirekaevude gruppi kuuluva Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihti avava seirekaevu nr 4019 puhul on veetaseme alanemise põhjuseks peetud ka puurkaevu lähedal läbi viidud lõhketöid (streki kaugus puurkaevudest on umbes 10 m), mis kahjustas puurkaevu manteltoru (Raidla jt., 2020).

Kuna seirekaevud nr 4016 ja 4017 asuvad kaevanduse kohal võib kaevandusvete valgumise kaevudesse välistatud ning kõrged SO_4^{2-} sisaldused ja fenoolide esinemine kaevudes peab lähtuma maapinnalt või maapinna ülemisest kihist. Kuigi Estonia kaevanduse veeärastusse sattuv põhjavesi pärineb valdavalt Keila-Kukruse veekihist, saab veekiht täiendavat toidet pinnaveest ja sademetest, mis aitavad säilitada veekihi veetaset. Kuna seirekaevud nr 4016 ja 4017 asuvad Rannapungerja jõe kaldal on täiendav pinnaveest tulenev lisatoide puurkaevudele pidevalt tagatud (joonis 72). Rannapungerja jõgi omakorda saab lisatoidet Estonia kaevanduse väljalaskudest ja aheraineladestu nõrgvetest, mis aga ilmselt sisaldavad looduslikest vetest märksa suuremal hulgal SO_4^{2-}. Põhjavee survetasemete alane-



Joonis 72. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 uuringus kasutatud puurkaevude asukohad

mine puurkaevude ümbruses on soodustanud sulfaadirikka jõevee infiltreerumist pinnasesse ja tõstnud sellega ka SO_4^{2-} sisaldusi puurkaevudes (joonised 71, 72 ja 73). Ka seirekaevu nr 4017 fenooli ilminguid võiks seostada lähikonnas asuvate Estonia kaevandusvete väljealasete ja aheraine puistanguga. Samas on PAH-ide esindatus kaevandusvetes ja seirekaevus nr 4017 üsna erinev (joonis 73). Kas see tuleneb PAH-ide erinevast migratsioonikeskkonnast (pinnas *versus* vooluvesi) on selgusetu. Seirekaevu nr 4017 PAH-ide sarnasus reostunud vooluveekogudega on aga ilmne (joonis 73).



Joonis 73. Seirekaevude nr 4016 ja 4017 lähiümbruse Keila-Kukruse ja Nabala-Rakvere veekihte avavate puurkaevude vee Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+, HCO_3^-, Cl^- ja SO_4^{2-} sisaldused koos ümbruskonna PAH-ide tähtdiagrammidega

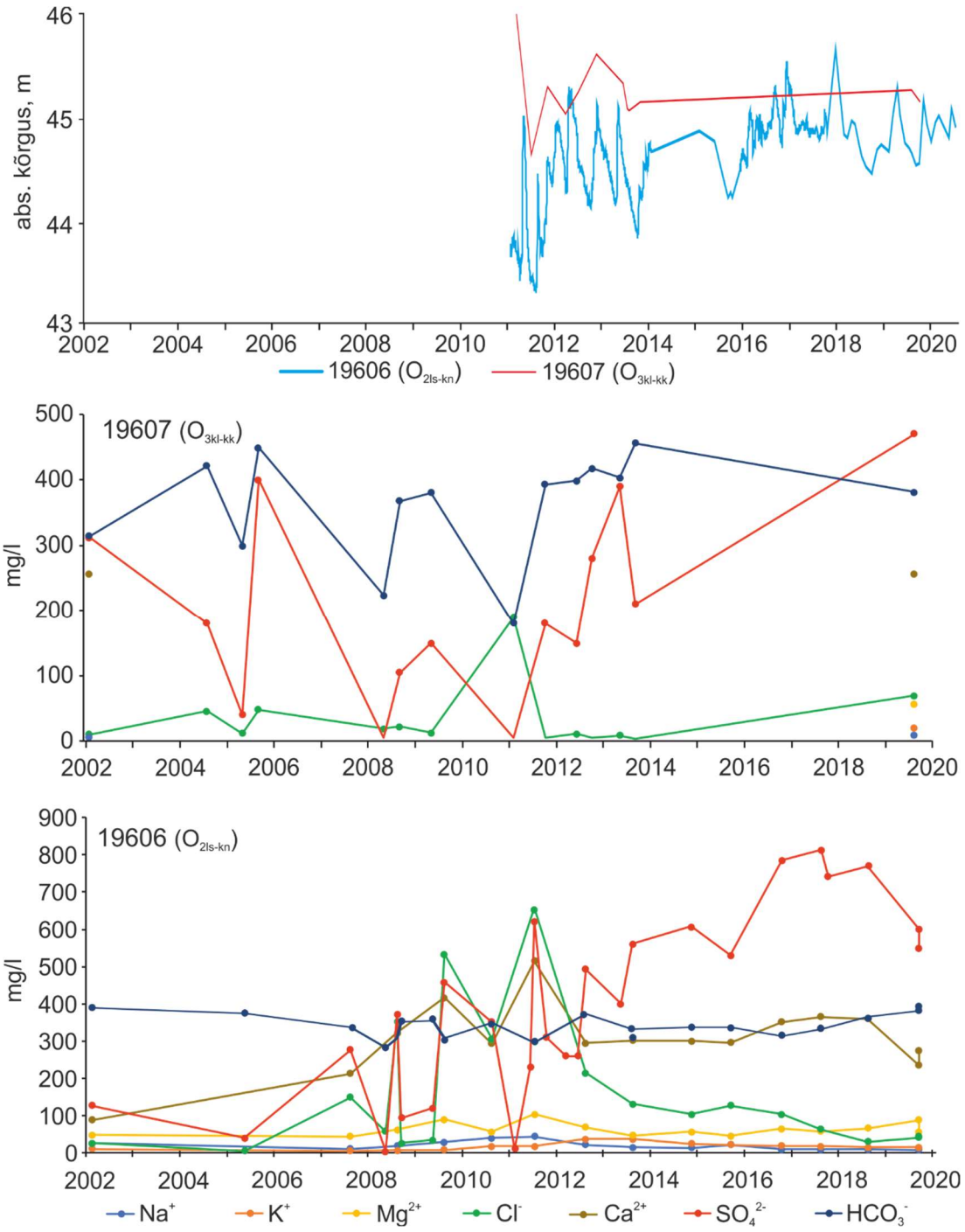
Seirekaevude nr 4016 ja 4017 vee keemiline koostis on mõjutatud inimtegevusest ning kõrge SO_4^{2-} sisaldus on iseloomulik altkaevandatud aladega piirkonnale, kus olulist rolli mängib püriitmineraalide

oksüdeerumie ning täiendavalt mõjutab piirkonda kaevandusväljalaskude vee keemiline koostis. Puurkaev nr 4017 tuleks puhastada, kuna juba praegu vastab täissettimise tase veetasemele. Puurkaevud on sobilikud koguseliseks seireks, aga ka keemiliseks seireks, kuid viimase puhul on oluline võtta veeproov ka kõrvalasuvast Rannapungerja jõest, et hinnata jõevee kvalitatiivset mõju (põlevkivikaevanduse veelaskude mõju) kohalikule põhjavee keemilisele koostisele.

5.6.5. Seirekaev nr 19606

Seirekaevu nr 19606 uuringu põhjuseks oli 2014. aasta põhjaveekogumite seisundi hindamine, milles toodi välja, et aastatel 2007 – 2013 on täheldatav seirekaevu vees oluline sulfaatide kasvusuundumus (Türk, 2014). Jooniselt 74 on näha, et SO_4^{2-} sisaldus vees on jätkuvalt suurenenud, puurimisaegsest 127,0 mg/l kuni 2017. a sisalduseni 811,9 mg/l. Ka K^+ ja Cl^- ületavad puurkaevus nr 19606 Sonda-Kiviõli piirkonnale iseloomulikke sisaldusi (joonised 75 ja 76). Lisaks on puurkaevust leitud nii fenoole kui PAH-e. Piirkonna maapinnalähedase põhjavee dünaamika on mõjutatud suletud Kiviõli kaevandusest, mille käigud ulatuvad kuni seirekaevuni nr 19606 (joonised 46 ja 75). Kaevandus on küll veega täitunud, kuid veetase seal on reguleeritud ja jääb pisut madalamaks kui looduslik põhjavee survetase, mistõttu toimub põhja-lõunasuunaline põhjavee vool. Reostuskolleteks seirekaevu nr 19606 piirkonnas võivad olla põhja poole jäävad Kiviõli poolkoksi ladestus (kõrge Cl^- ja K^+) ja Põhja-Kiviõli põlevkivikarjäär (SO_4^2) (joonised 75 ja 76). Puurkaevu nr 19606 veest leitud, Sonda-Kiviõli piirkonnale looduslikult mitteomased kõrged Cl^- sisaldused viitavad, et mingil ajal on reostus kandunud puurkaevu nr 19606 poolkoksi ladestuse alalt. Nimelt on ladestuse lähedastest seirekaevudest nr 26266 ja 26267 leitud veelgi kõrgemaid Cl^- sisaldusi (joonis 76). Kõrgemate Cl^- sisalduste esinemist on täheldatud ka teistes naabruskonna puurkaevudes (nr 19664, 19607). Kloriidirikka vee sissekanne (190 mg/l) koos fenooli reostusega on registreeritud 2011. aastal ka seirekaevust nr 19606 umbes 250 m lõuna poole jäävas puurkaevus nr 19615 ning puurkaevus nr 9003, mis jääb poolkoksi ladestusest põhja poole. Selline laialdane kõrgema Cl^- sisaldusega põhjavee levik poolkoksi ladestuse ümber viitab sealt pärineva nõrgvee radiaalsele laialivalgumisele ümbruskonda. Ilmselt on poolkoksihoidlast pärinevate fenoolide ja PAH-ide lõunasuunaline migreerumine intensiivsem kuna veetase uputatud Kiviõli kaevanduses soodustab vete sellesuunalist liikumist. Alates 2012. a on seirekaevus nr 19606 kõrged Cl^- sisaldused hakanud taanduma ning samas on alanud SO_4^{2-} sisalduse kasv. Muutuse põhjuseks võib olla veetaseme tõus Põhja-Kiviõli karjääris, mis on mõjutanud lokaalset põhjavee dünaamikat ning varasem seirekaevu nr 19606 toiteala poolkoksi ladestuse piirkonnas on asendunud karjääri piirkonnaga.

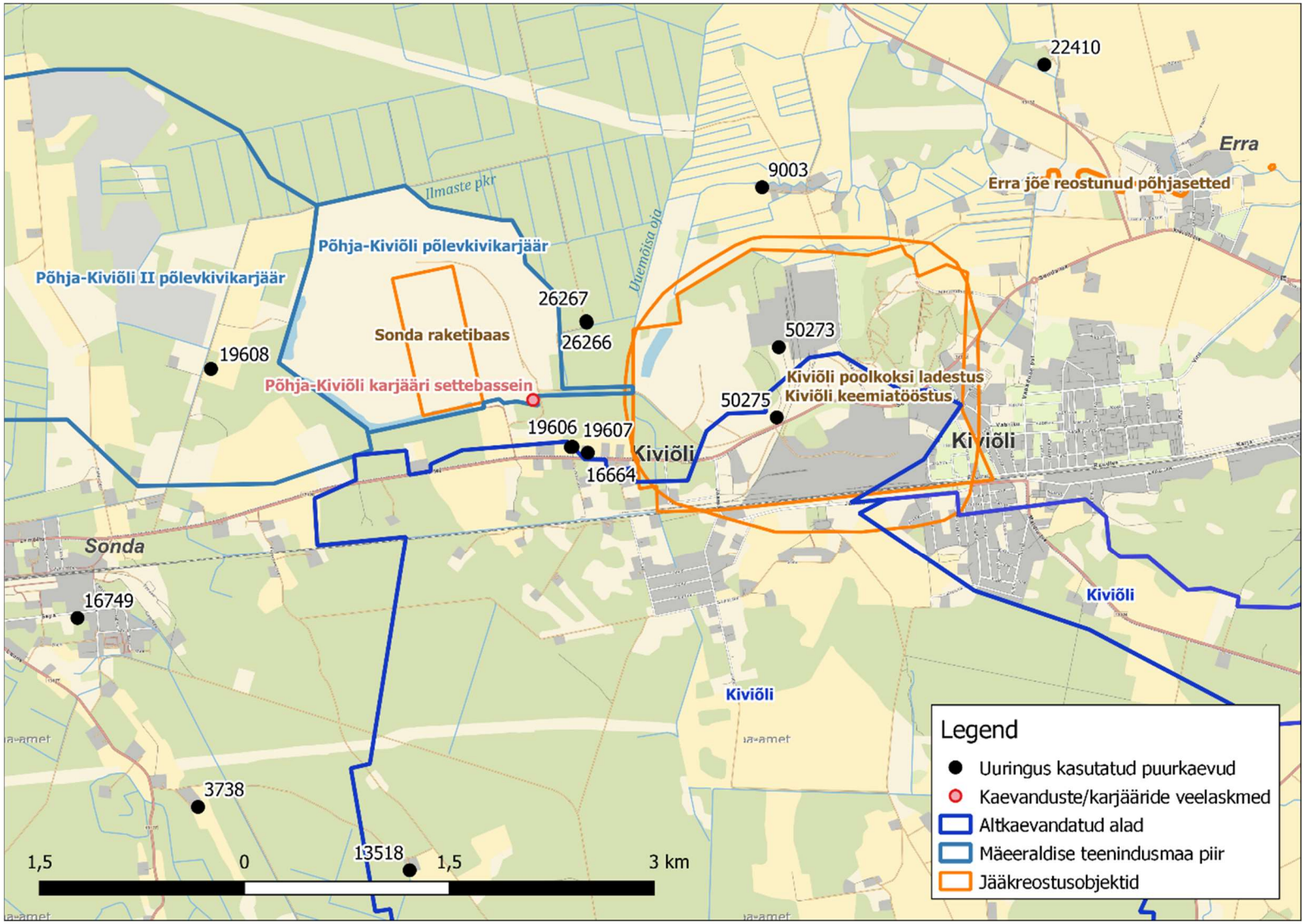
Seirekaevust nr 19606 kümmekond meetrit eemal asuvas, kuid madalamas puurkaevus nr 19607 on leitud väheses koguses PAH-e (summaarne sisaldus 0,014 mg/l), sh ka benso(a)püreeni. Viimast pole



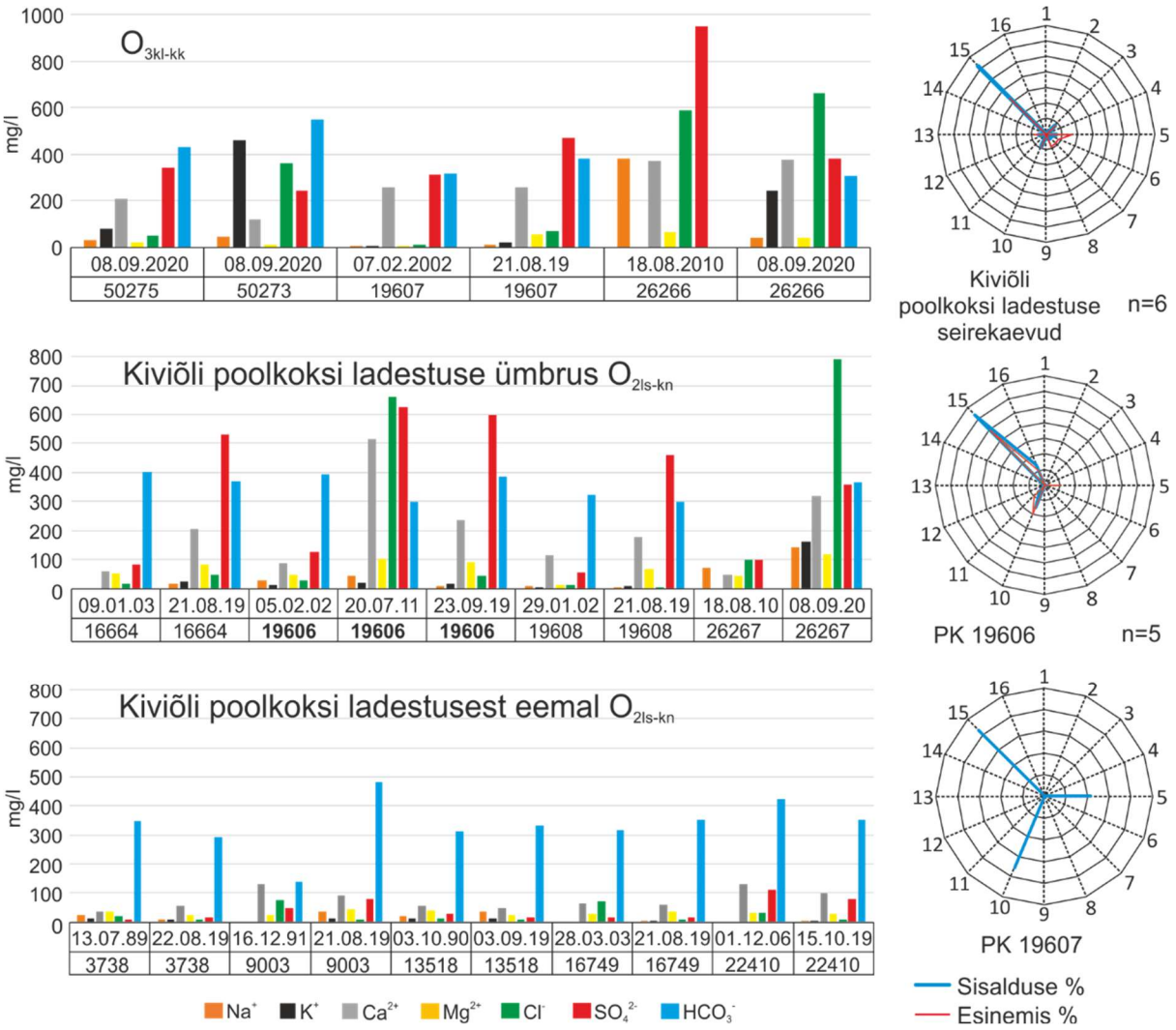
Joonis 74. Põhjaveetaseme ja vee keemilise koostise muutused seirekaevudes nr 19606 ja 19607

seirekaevus nr 19606 kordagi leitud (joonis 76). Kuna seirekaevude nr 19606 ja 19607 avatud osad algavad suhteliselt maapinna lähedalt (vastavalt 7 ja 1,2 m) ning nende asukoht on majapidamise hoovis, kus on ladustatud nii põllumajandustehnikat kui autoromusid, ei saa välistada mõningast reostuse pärinemist ka seirekaevu vahetust ümbrusest ning selle tugevamat mõju madalamas seirekaevus.

Kuna seirekaevus nr 19606 asub pump, mida ei olnud võimalik eemaldada, siis kaevu tehnilist seisundit geofüüsikaliste mõõtmistega kontrollida ei õnnestunud.



Joonis 75. Seirekaevu nr 19606 uuringus kasutatud puurkaevude asukohad



Joonis 76. Seirekaevu nr 19606 lähiümbruse (raadius 4,5 km) Keila-Kukruse ja Lasnamäe-Kunda veekihte avavate puurkaevude vee Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, HCO_3^{-}, Cl^{-} ja SO_4^{2-} sisaldused koos ümbruskonna PAH-ide tähtdiagrammidega

Seirekaevu nr 19606 vee keemiline koostis on mõjutatud Põhja-Kiviõli pealmaakaevandusest, kus olulist rolli mängib püriidimineraalide oksüdeerimine, mis põhjustab SO_4^{2-} sisalduste kasvu põhjavees. Lisaks tuleb seirekaevu juures arvestada ka Kiviõli poolkoksi ladestuse ja üksikmajapidamise mõjutustega. Sõltuvalt seiret eesmärkidest võib seirekaevus nr 19606 seiret jätkata.

6. Soovitused

- Käesoleva aruande tarbeks kogutud tulemusi analüüside jääb silma nii fenoolide kui PAH-ide sisalduste väga suured kõikumised lühikese aja jooksul samas puurkaevus. Soovitame läbi viia eksperimentaalse uuringu kontrollimaks kasutatava proovivõtu metoodika pädevust (pumpamine *vs.* proovivõtutoru).
- Kuigi kättesaadav PAH-ide andmestik tõstatab mitmeid küsitavusi, näib et PAH-ide näol võib olla tegemist potentsiaalse hüdrogeokeemilise markeriga, mida oleks võimalik kasutada reostusallikate määratlemiseks. Selleks tuleks oluliselt täiendada PAH-ide andmestikku erinevatest põhjavee tüüpidest ja reostuskolletest. Ka tuleks täiendada teadmisi PAH-ide geokeemilisest käitumisest ja võimalikest metoodilistest vigadest, mis võivad mõjutada analüütilist tulemust.
- Soovitame alustada arutelu ja uuringuid, et leida joogiveeks sobilikku vett Ida-Virumaal, nt mageveereservuaari loomine kaevandatud alal.
- Soovitame läbi viia geofüüsikalist revisjoni kõigis puurkaevudes, mis läbivad põlevkivi kihti altkaevandatud aladel, et tuvastada puurkaevud, mis on loonud hüdrodünaamilise seose Keila-Kukruse ja alumiste veekihtide vahel.
- Suhtuda äärmise ettevaatlikkusega Lasnamäe-Kunda ja Ordoviitsium-Kambriumi veekihte avavate puurkaevude rajamisse kaevandatud aladel. Puurkaevu rajamine läbi kaevanduskäigu avaks dünaamilise ühenduse eri veekihtide vahel, sest manteltoru tagust tamponeerimist on võimatu teostada.
- Seirekaevu nr 3662 tehniline seisund on hea ning soovitame seiret puurkaevus jätkata. Veetasemeseiresse võiks kaasata ka kõrvalasuva puurkaevu nr 3667.
- Kunagise seirekaevu nr 19498 šurf on halvas tehnilises seisundis ning kaev ei ole sobilik keemiliseks seireks. Kui tulevikus tekib vajadus sealse piirkonna veetaseme mõõtmiseks, siis selleks oleks kaev sobiv.
- Seirekaevu nr 26251 tehniline seisund on hea ja sõltuvalt seire eesmärkidest võib kaevus vaatlusi jätkata. Seirekaev kirjeldab inimtegevuse mõjusid kaevandatud alal.
- Seirekaevud nr 4016 ja 4017 on sobilikud koguseliseks seireks, aga kaev nr 4017 tuleks puhastada, kuna juba praegu vastab täissettimise tase veetasemele (kuiv). Keemiliseks seireks on kaevud sobilikud, kuid oluline on võtta veeproov ka kõrvalasuvast Rannapungerja jõest, et hinnata jõevee kvalitatiivset mõju (veelaskude mõju) kohaliku põhjavee keemilisele koostisele.
- Sõltuvalt seire eesmärkidest võib seirekaevus nr 19606 vaatlusi jätkata. Seirekaev kirjeldab inimtegevuse mõjusid (poolkoksi ladestus, kaevandamine, üksikmajapidamine).

- Põhjavee keemilise seire käigus (sh ettevõtte omaseire) tuleb määrata alati kõik põhikomponendid (Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-} ja HCO_3^-).

Kokkuvõte

Uuringute käigus koguti proove 102 puurkaevust ja 5 veekogust. Kogutud põhjavee isotoopandmestik näitab, et osaliselt jääb põhjaveekogum nr 7 aktiivsest veevahetuse tsoonist välja, seda eelkõige Lasnamäe-Kunda põhjaveekihi lõunaosas, kus veekiht jääb maapinnast 40 – 80 m sügavusele.

Varasem andmestik fenoolide sisaldustest Ida-Virumaa Ordoviitsiumi põhjaveekihtide vees näitab ulatusliku fenoolireostuse taandumist viimastel aastatel ning fenoolide sisalduste järsku langust vooluvetes. Tegemist on pigem metoodilise kui looduslikke protsesse või paranenud jäätmekäitlust peegeldava muutusega. Fenoole esineb poolkoksi ladestuste lähikonnas ning mujal on tegemist üksikreostusallikatega, mille tuvastamine võib osutuda keeruliseks. Käesoleva uuringu käigus leiti fenoole 7 puurkaevust (n=81) ning kolmel juhul ületas 1-aluseliste fenoolide summa põhjaveele kehtestatud saasteainesisalduse läviväärtust 1 µg/l. Seoseid fenoolide sisalduste ja anorgaaniliste ühendite vahel ei ilmnenud. Fenoole tuvastati Kiviõli ja Kohtla-Järve poolkoksi ladestuste juures asuvate puurkaevude (vastavalt nr 50273 ja 19542), Purtse jõe kaldal paikneva puurkaevu nr 3648 ning Kohtla-Järve poolkoksi ladestuse ja Kohtla jõe vahelisele alale jääva puurkaevu nr 19558 vees. Fenoolide sisalduse läviväärtust ületav sisaldus (3,2 µg/l) leiti Kiviõli poolkoksi ladestuse territooriumil asuvast puurkaevust nr 50273. Läviväärtusest madalam lihtfenooli sisaldus leiti ka Eesti elektrijaama tuhamägede naabruses paiknevas puurkaevus nr 19532. See tulemus viitab võimalikule fenoolide väljaleostumisele põlevkivienergeetika heitmetest ja migreerumisele ümbritsevasse keskkonda, mida on varem peetud küll vähe tõenäoliseks.

Põhjaveekogumite nr 6 ja 7 lõunapoolsetes puurkaevudes leiti läviväärtust ületavas koguses fenoole kahest puurkaevust. Puurkaevus nr 3190 oli lihtfenooli 3,6 µg/l. Maapinnalt pärineva reostusega on lihtfenooli esinemist puurkaevus raske seostada, kuna puurkaevu filter jääb 40 m sügavusele maapinnast ning vees oli madal SO_4^{2-} sisaldus. Märksa olulisem fenoolireostus (1- ja 2-aluseliste fenoolide summa kokku oli 17,6 µg/l) ilmnes aga Lasnamäe-Kunda veekihti avavas puurkaevus nr 3969, mis asub võimalikest pindmistest reostuskolletest eemal, hõreda asustusega piirkonnas, aastakümneid tagasi hüljatud talu hoovil. Kuna puurkaev asub altkaevandatud alal (Estonia kaevandus), siis võib fenoolireostus pärineda kaevanduskäikudest, kuigi kaevandusvete väljavooludest nii kõrgeid fenooli sisaldusi pole registreeritud.

Vastupidiselt fenoolidele on PAH-e viimastel aastatel põhjaveekogumis nr 7 registreeritud märksa laialdasemalt kui varasematel aastatel, kuid nende sisaldused on jäänud valdavalt alla läviväärtuse 0,1 µg/l. Põhjuseks on pigem paranenud analüütiline võimekus, kui laienenud reostus. Uuringu käigus leiti PAH-e 25 Ordoviitsiumi veekihte ja kolmest Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihti avavast

puurkaevust (n=81). PAH-ide piirsisaldusest ja läviväärtusest (0,1 µg/l) kõrgem sisaldus leiti vaid ühest Lasnamäe-Kunda veekihti avavast ja ühest Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihti avavast puurkaevust.

Enamik PAH-ide leidudest jäid põhjaveekogumi nr 7 lõunaossa, kus Lasnamäe-Kunda põhjaveekihis domineerib aeglane veevahetus ($\delta^{18}O$ < -14‰) ning PAH-e kui eeldatavaid inimtegevuse indikaatoreid ei tohiks esineda. Võimalik, et põhjaveekogumis nr 7 esineb PAH-e, mis pärinevad palju kaugemast ajast kui industriaalpööre ning tegemist on looduslike PAH-idega. Loodusliku PAH-ide summa foonväärtusena fikseeriti käesoleva materjali taustal 0,05 µg/l. Võimalike looduslike PAH-ide allikana võib välja pakkuda Uhaku veepideme, millega puutuvad kokku nii Lasnamäe-Kunda kui ka Keila-Kukruse veekiht. Lisaks omavad põhjaveekogumi lõunaosas levivad PAH-id seost Ca^{2+}, F^-, Na^+ ja SiO_2, mis annab alust seostada neid katioonvahetuse protsessidega (savimineraalidega).

Põhjaveekogumi nr 7 põhjapoolsed PAH-ide leiud koondusid poolkoksi ladestuste ümbrusse, mis annab põhjust oletada, et sealsed PAH-id on valdavalt tehnogeenset päritolu. Ka ainus uuringu käigus tuvastatud läviväärtust ületav PAH-ide leid pärineb puurkaevust nr 19560, mis asub Kohtla-Järve poolkoksi ladestust edelas, Kohtla jõe kaldal.

Põhjaveekogumite vaheliste seoste selgitamisel valiti välja 7 piirkonda, kus analüüsiti detailsemalt kohaliku hüdrogeoloogilist olukorda ja kogumite vahelisi mõjutusi.

Põhjaveekogum nr 7 on inimtegevusest tugevalt mõjutatud eelkõige läbi põhjavee survetasemete alandamise, mis on muutnud oluliselt põhjavete voolusuundi. Hetkel toimub valdavalt põhjaveevool põhjaveekogumist nr 6 põhjaveekogumisse nr 7, kuid selle mõju põhjaveekogumi nr 6 koguselisele seisundile on jäänud lokaalseks (tuntav vaid Vasavere põhjaveekogumi piirkonnas). Selline põhjavete dünaamika on senini takistanud inimtegevusest pärineva reostuse ulatuslikku levikut väljaspoole põhjaveekogumit nr 7. Erandiks on põhjaveekogumi nr 7 põhjaosas asuv Jõhvi kõrgustik, kus toimub põhjavee väljavool põhjaveekogumisse nr 6. Küll aga levib põhjaveekogumist nr 7 pärinev reostus mööda vooluveekogusid põhjaveekogumisse nr 6, kuid selle ruumiline levik jääb üsna piiratuks.

Põhjavee isotoopanalüüsid näitavad, et põhjaveekogumi nr 5a lõuna- ja keskosa on põhjaveekogumitest nr 6 ja 7 väga hästi isoleeritud ning inimtegevusest tulenev keemiline mõju on vähene või puudub. Suurimaks riskiks põhjaveekogumile nr 5a on ülemiste veekihtide vee lekkimine kogumisse nr 5a läbi vigastatud puurkaevu manteltorude. Ida-Virumaa põhjaosas on põhjaveekogum nr 5a märksa avatum, kuigi põhjaveekogumile nr 7 omaseid reostusmarkerite nagu SO_4^{2-}, K^+, fenoolid ja PAH-id kõrgemaid sisaldusi seal tuvastatud ei ole. Valdavalt on säilinud põhjaveekogumile nr 5a omane veetüüp ning põhjavesi jälgib regionaalset voolusuunda, kuigi isotoopkoostis (-11,5 kuni -12‰) näitab, et veekiht kuulub juba aktiivsesse veevahetuse tsooni ning ülemistest kogumitest pärineva reostuse levik kogumisse 5a on võimalik.

Tulenevalt kaevandustegevusest põhjaveekogumi nr 7 piires on sealsete joogiveeks sobilike veekihtide varu kriitilisel piiril. Põhjaveekogumi nr 7 lõunaosa Lasnamäe-Kunda veekihi vee kvaliteet vastab joogivee nõuetele (v.a raud ja Mn), kuid sealne veeand on piiratud ning sobilik vaid üksikmajapidamistele. Alternatiivina suuremate asulate veevarustuse tagamiseks võiks analoogselt Tallinna ja Narva olmevee vajaduste rahuldamiseks kasutusele võtta mageveereservuaari (ammendunud põlevkivimaardla). Sobiliku veereservuaari leidmine vajaks täiendavaid arutelusid ja uuringuid. Samas, kuni kaevandustegevus põhjaveekogumi nr 7 (ja 6) territooriumil pole lakanud on väga keeruline prognoosida reservuaari vee kvaliteeti.

Aruandes analüüsiti kuue põhjaveekogumi nr 7 seirekaevu tehnilist seisundit ja SO_4^{2-} kasvusuundumuste põhjuseid.

Seirekaevude nr 3662, 19498 ja 26251 sulfaadi sisaldused on iseloomulikud Jõhvi linna ümbruskonna puurkaevudele, mis jäävad altkaevandatud aladele. Kui kaevu 26251 kõrgeid SO_4^{2-} sisaldusi saab seostada kaevanduskäikudest pärineva veega, siis kaevu nr 19498 vee sulfaadi sisalduse muutlikkust reguleerib pinnasevete sissevool läbi katkise kaevu rakke. Seirekaevude nr 4016, 4017 ja 19606 SO_4^{2-} kasvusuundumuste põhjusteks on kaevandustegevusest tulenevad veetaseme kõikumised, mis on ümber suunanud lokaalset põhjaveevoolu. Ilmselt avaldab seirekaevudele nr 4016 ja 4017 olulist mõju sulfaadirikka vee sissekanne Rannapungerja jõest, mida omakorda mõjutab Estonia kaevanduse väljalaskude vee keemiline koostis. Lisaks tuleb seirekaevu nr 19606 juures arvestada ka Kiviõli poolkoksi ladestuse ja üksikmajapidamise mõjutustega.

Seirekaevude nr 3662 ja 26251 tehniline seisund on hea. Geofüüsikalisi mõõtmisi kaevude nr 19606, 19498, 4016 ja 4017 seisundi kontrollimiseks teha ei õnnestunud.

Summary

The surface water and groundwater bodies affected by the oil shale industry are mostly in poor condition, as mining affects both the quantity and quality of surface and groundwater. The poor qualitative status of the groundwater body of the Ordovician Ida-Viru oil shale basin groundwaterbody (No. 7) is primarily due to the spread of hazardous substances (phenols, PAHs and petrooleum products) in groundwater, which is associated with residual pollution and emissions from oil shale industries. Mining activities have had a impact on the local groundwater and surface water balance and the fracturing of the ground, which has facilitated the access of atmospheric oxygen to rocks previousely under anaerobic condition and thus the oxidation of pyrite. As a result, SO_4^{2-} content which is higer than natural level spreads in the mined areas. Therefore the study concentrates on the chemical quality (phenols, PAHs, sulphate content), processes and changes of the groundwater in the groundwater body No. 7 according to the surveys contucted in 2019–2020. The quality of the groundwater body No. 7 is assest togehter with the transboundary impacts and possibility to use groundwater for drinking.

This is an interim report on groundwater body No. 7 and will be complemented after the fieldwork for the next phase (2021–2022) of the project.

During the studies samples were collected from 102 wells and 5 surface water bodies. The collected groundwater isotoope data shows that groundwater body No. 7 is partially excluded from the active water exchange zone, especially in the southern part of the Lasnamäe-Kunda aquifer, where the aquifer lies at a depth of 40–80 m.

Earlier data on phenol concentrations in the Ordovician aquifers of Ida-Virumaa shows a extensive decrease in phenol pollution in recent years. This is rather methodological change than reflections of natural processes or improved waste management. Phenols occur in the vicinity of semi-coke deposits and elsewhere are individual sources of pollution which is difficult to identify. During the study phenols were found in 7 wells (total amount – 81 wells) and in three wells the threshold value of 1 µg/l was exceeded. No correlations between phenol content and inorganic compounds were found. Phenols were detected in the water of boreholes (No. 50273 and 19542) near Kiviõli and Kohtla-Järve semi-coke deposits, in well No. 3648 on the banks of Purtse river and in well No. 19558 in the area between Kohtla-Järve semi-coke deposit and Kohtla river. Consentration exceeding the phenol content threshold value was found in borehole No. 50273 (3,2 µg/l), which is located in the Kiviõli semi-coke deposit territory. Phenol content lower than threshold value was also found in borehole No. 19532, which is located in the vicinity of the oil shale ash deposit of Estonia power plant territory. This indicates a possible leaching of

phenols from oli shale energy emissions and migration into the surrounding environment, which has previousely been considered unlikely.

Phenol content exceeding threshold value was found in two wells in the southern part of groundwater bodies No. 6 and 7. Phenol content in well No. 3190 was 3,6 µg/l. It is difficult to attribute the presence of phenol in the well to the pollution from the ground, because the well filter starts at the depth of 40 m and the water had a low SO_4^{2-} content. A much more significant phenol content (the sum of phenols was 17,6 µg/l) occured in well No. 3969 (Lasnamäe-Kunda aquifer), located in a sparsely populated area, away from possible surface pollution, in the yard of a household abandoned decades ago. As the well is located at underground mining area (Estonia mine), phenol pollution may orginate from mine tunnels, although no such high phenol concentrations have been recorded in the mine outflows.

Opposite to phenols, PAHs have been recorded much more widely in groundwater body No. 7 in recent years, but their concentrations have mostly remained below the threshold value of 0,1 µg/l. This is due to improved analytical performance rather than expanded pollution. During the study, PAHs were found in 25 wells from the Ordovician aquifers and in three wells from the Ordovician-Cambrian aquifer (total amount of wells analyzed – 81). Concentrations higher than threshold value of PAHs were found in only one well from the Lasnamäe-Kunda aquifer and one well from the Ordovician-Cambrian aquifer.

Most of the PAH findings were in the southern part of groundwater body No. 7, where the Lasnamäe-Kunda aquifer has slow water exchange ($\delta^{18}O$ < -14‰) and PAHs as indicators of human activity should not be present. It is possible that PAHs in groundwater body originate before the industrial turn and have natural origin. Based on available data the sum of natural PAHs was fixed at 0,05 µg/l. Possible source of natural PAHs could be Uhaku aquitard, which has contact to both the Lasnamäe-Kunda and Keila-Kukruse aquifers. In addition, PAHs have a relationship with Ca^{2+}, F^-, Na^+ ja SiO_2, in the southern part of the groundwater body. This gives reason to associate them with cation exchange on caly minerals.

The findings of PAHs in the nothern part of groundwater body No. 7 were in the vicinity of semi-coke deposits, which suggests that they are tehnogenic origin. The only concentration exceeding the PAHs threshold value was from well No. 19560, which also is located southwest of the Kohtla-Järve semi-coke deposit, on the banks of the Kohtla river.

In order to clarify the connections between groundwater bodies, 7 areas were selected, where the local hydrogeological situation and the impacts between the bodies were analyzed in more detail.

Groundwater body No. 7 has been affected by human activities, primarily through the lowering of groundwater levels, which has changed the direction of groundwater flow. At present, the groundwater flow is mainly from groundwater body No. 6 to groundwater body No. 7, but its impact on the

quantitative status of body No. 6 has remained local (noticeable in the Vasavere groundwater body area). Such groundwater dynamics have so far prevented the widespread spread of anthropogenic pollution outside groundwater body No. 7. The exception is the Jõhvi area in the northern part of groundwater body No. 7, where groundwater flows into groundwater body No.6. The pollution from the groundwater body No. 7 can spread into groundwater body No. 6 through streams, but its spatial distribution remains rather limited.

Isotope analyzes of groundwater show that the southern and central part on groundwater body No. 5a are isolated from groundwater bodies No. 6 and 7 and there is little or no chemical impact from human activities. The gratest risk to groundwater body No. 5a is the leakage of water from the upper aquifers through damaged well casings. In the northern part of Ida-Virumaa the groundwater body No. 5a is much more open to pollution, but no high concentrations of pollution markers such as SO_4^{2-}, K^+, phenols and PAHs which are specific to groundwater body No. 7 were found. Mainly the typical water type of groundwater body No. 5a has been preserved and water follows the regional flow direction, although the isotopic composition (-11,5 kuni -12‰) indicates that the aquifer is in the active water exchange zone and pollution from upper bodies is possible.

Due to mining activities within the groundwater body No. 7, the resource of aquifers suitable for drinking water is at a critical limit. The water quality of the Lasnamäe-Kunda aquifer in the southern part of groundwater body No. 7 meets the requierments for drinking water (except for iron and Mn), but the water yield there is limited and suitable only for individual households. As an alternative to ensure the water supply of larger settlements, a freshwater reservoir (depleted oil shale deposit) could be used to meet domestic water needs. Finding a suitable water reservoir would require further discussions and research. However, until mining activities in the territory of groundwater body No. 7 have not finished, it is very difficult to predict the water quality of the reservoir.

The technical condition and the reasons for SO_4^{2-} increase of six monitoring wells of groundwater body No. 7 were analyzed.

The SO_4^{2-} content of monitoring wells No. 3662, 19498 and 26251 in the vicinity of Jõhvi is typical to that region, as they are situated in the mined areas. While the high SO_4^{2-} content of well 26251 can be attributed to water from mining tunnels, the variability in sulfate content in well No. 19498 is regulated by the inflow of surface water through the broken well casing. The SO_4^{2-} increase in monitoring wells No. 4016, 4017 and 19606 is due to fluctuations in water levels, which have redirected the local groundwater flow. Apparently, monitoring wells No. 4016 and 4017 are affected by the input of sulfate-rich water from the Rannapungerja river, which in turn is affected by the chemical composition of the water from the

outflow of Estonia mine. In addition, it is important to take into account the effect of Kiviõli semi-coke deposit and individual household at the well No. 19606.

The technical condition of wells No. 3662 and 26251 are good. Geophysical measurements to check the condition of wells No. 19606, 19498, 4016 and 4017 could not be carried out.

Kasutatud kirjandus

Abira, M.A., Van Bruggen, J.J.A., Denny, P., 2005. Potential of a tropical subsurfaceconstructed wetland to remove phenol from pre-treated pulp and papermillwastewater. Water Sci. Technol. 51, 173–176.

AF-Consalt AS, 2007. AS Narva Elektrijaamad energiakompleksi arendusprojekti keskkonnamõju hindamise aruanne.

Akratos, C.S., Tsihrintzis, V.A., 2007. Effect of temperature, HRT, vegetation andporous media on removal efficiency of pilot-scale horizontal subsurface flowconstructed wetlands. Ecol. Eng. 29, 173–191.

Alexander, M., 1995. How toxic are toxic-chemicals in soil. Environ Sci Technol, 29, 2713–2717.

Allardice, D.J., Chaffee, A.L., Jackson, W.R., Marshall, M., 2004. Chapter 3 - Water in Brown Coal and Its Removal. Advances in the Science of Victorian Brown Coal, 85-91.

Ałowicz, J., Duda, W., 2004. Chlorophenols and their derivatives in waters of the drainage of the Dzierżązna river. State and anthropogenic changes of the quality of waters in Poland, tom III, ed. Burchard J. Hydrological committee of Polish Geographical Society, University of Łódź, Łódź.

Amon, R.M.W., Rinehart, A.J., Duan, S., Louchouarn, P., Prokushkin, A., Guggenberger, G., Bauch, D., Stedmon, C., Raymond, P.A., Holmes, R.M., McClelland, J.W., Peterson, B.J., Walker, S.A., Zhulidov, A.V., 2012. Dissolved organic matter sources in large Arctic rivers. Geochimica et Cosmochimica Acta 94, 217–237.

Anku, W.W., Mamo, M.A., Govender, P.P., 2017. Phenolic Compounds in Water: Sources, Reactivity, Toxicity and Treatment Methods. Edited by Marcos Soto-Hernández, Mariana Palma Tenango, Rosario García-Mateos. Phenolic Compounds - Natural Sources, Importance and Applications. Intech.

Appel, H.M., 1993. Phenolics in ecological interactions: the importance of oxidation. Journal of Ceochemical Ecology 19, 1521-1552.

Appelo, C.A.J., Postma. D., 2005. Geochemistry, Groundwater and Pollution. Leiden, Holland: A.A. ASTM.

Baker, M.D., Mayfield, C.I., 1980. Microbial and non-biological decomposition of chlorophenols and phenol in soil. Water, Air, and Soil Pollution 13, 411–424.

Bekins, B.A., Godsy, E.M., Goerlitz, D.F., 1993. Modeling steady state methanogenic degradation of phenols in groundwater. J. Contam. Hydrol. 14, 279–294.

van Bodegom, P.M., Broekman, R., van Dijk, J., Bakker, C., Aerts, R., 2005. Ferrous iron stimulates phenol oxidase activity and organic matter decomposition in waterlogged wetlands. Biogeochemistry 76, 69–83.

Boyd, S.A., Mortland, M.M., 1990. Enzyme interactions with clays and clay-organic matter complexes. In: Bollag, J.-M., Stotsky, G. (Eds.), Soil Biochemistry, vol. 6. Marcel Dekker, New York, 1-28.

Bottrell, S.H., Tranter, M., 2002. Sulphide oxidation under partially anoxic conditions at the bed of the Haut Glacier d'Arolla, Switzerland. Hydrogeological Processes, 16. 2363–2368.

Bruce, R., Santodonato, J., Neal, M., 1987. Summary review of the health effects associated with phenol. Toxicology and Industrial Health 3, 535-68.

Campanella, L., Beone, T., Sammartino, M., Tomassetti, M., 1993. Determination of phenol in wastes and water using an enzyme sensor. Analyst 118, 979–986.

Canonica, S., Jans, U., Stemmler, K., Hoigné, J., 1995. Transformation Kinetics of Phenols in Water: Photosensitization by Dissolved Natural Organic Material and Aromatic Ketones. Environ. Sci. Technol. 29, 1822-1831.

Chen, Z., Kuschk, P., Reiche, N., Borsdorf, H., Kästner, M., Köser, H., 2012.Comparative evaluation of pilot scale horizontal subsurface-flow constructedwetlands and plant root mats for treating groundwater contaminated withbenzene and MTBE. J. Hazard. Mater. 209–210, 510–515.

Clark, I., 2018. Groundwater Geochemistry and Isotopes. Taylor & Francis Group, New York.

Cullen, D., Kersten, P.J., 1996. Enzymology and molecular biology of lignin degradation. In: Brambl, R., Marzluf, G.A. (Eds.), The Mycota III, Biochemistry and Molecular Biology. Springer-Verlag, Berlin, 295–306.

Dai, J., Mumper, R.J., 2010. Plant phenolics: extraction, analysis and theirantioxidant and anticancer properties. Molecules 15, 7313–7352.

Davidson, R.S., 1996. The photodegradation of some naturally occurring polymers. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 33, 3–25.

Dec, J., Haider, K., Bollag, J.M., 2003. Release of substituents from phenolic compounds during oxidative coupling reactions. Chemosphere 52, 549–556.

Douglas, C.C., 1972. Gas Chromatographic Determination of Phenolic Compounds in Drug Preparations: Collaborative Study . J Assoc Off Anal Chem 55, 610-612.

EGT hüdrogeoloogiline andmebaas (vaadatud jaanuar 2021).

Eisler, R., 1987. Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Hazards to Fish,Wildlife, And Invertebrates: A Synoptic Review, U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report 85 (1.11); U.S. Fish and Wildlife Service: Ballston, VA, 1987.

EKUK, 2018. Veekeskkonnale ohtlike ainete inventuur. Lõpparuanne. Keskkonnaministeeriumi leping 4-1/16/119

Enell, A., Reichenberg, F., Warfvinge, P., Ewald, G., 2004. A column method for determination of leaching of polycyclic aromatic hydrocarbons from aged contaminated soil. Chemosphere 54, 707–715.

EPA 1980. Treatability Manual, 1:I.8.6-1 to I.8.6-5, US EPA 600/8-80-042.

EPA 1979. Water-Related Environmental Fate of 129 Priority Pollutants. Office of Water Planning and Standards, Office of Water and Waste Management, US Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Erg, K., 2005. Groundwater Sulphate Content Changes in Estonian Underground Oil Shale Mines. Thesis on Power Engineering and Geotechnology, AAED02. TUT Press, Tallinn.

Erg, K., Tarros, S., 2017. Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini ja Ida-Viru põhjaveekogumi omavahelise seose väljaselgitamine ohtlike ainete koormusallikate ja päritolu kaudu. Eesti Geoloogiakeskus, EGF 8863, lk 80.

Erg, K., Tamm, I., 2018. Eesti riikliku keskkonnaseire põhjaveekogumite seire 2017. a aastaaruanne. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn.

Fenner, N., Freeman, C., Reynolds, B., 2005a. Hydrological effects on the diversity of phenolic degrading bacteria in a peatland: Implications for carbon cycling. Soil Biol. Biochem. 37, 1277–1287.

Fenner, N., Freeman, C., Reynolds, B., 2005b. Observations of a seasonally shifting thermal optimum in peatland carbon-cycling processes; implications for the global carbon cycle and soil enzyme methodologies. Soil Biology and Biochemistry 37, 1814–1821.

Fenner, N., Williams, R., Toberman, H., Hughes, S., Reynolds, B., Freeman, C., 2011a. Decomposition 'hotspots' in a rewetted peatland: implications for water quality and carbon cycling, Hydrobiologia 674, 51-66.

Fenner, N. Freeman, C., 2011b. Drought-Induced carbon loss in peatlands. Nat. Geosci. 4, 895–900.

Fetter, C.W., Boving, T., Kreamer, D., 2017. Contaminant Hydrogeology. Waveland Press, Long Grove, Illinois. 647.

Fioretto, A., Papa, S., Curcio, E., Sorrentino, G., Fuggi, A., 2000. Enzyme dynamics on decomposing leaf litter of Cistus icanus and Myrtus communis in a Mediterranean ecosystem. Soil Biology & Biochemistry 32, 1847-1855.

Franchi, O., Rosenkranz, F., Chamy R., 2018. Key microbial populations involved in anaerobic degradation of phenol and p-cresol using different inocula. Electronic Journal of Biotechnology 35, 33–38.

Freeman, C., Liska, G., Ostle, N., Lock, M., Reynolds, B., Hudson, J., 1996. Microbial activity and enzymic decomposition processes following peatland water table drawdown. Plant and Soil 180, 121–127.

Freeman, C., Baxter, R., Farrar, J.F., Jones, S.E., Plum, S., Ashendon, T.W., Stirling, C., 1998. Could competition between plants and microbes regulate plant nutrition and atmospheric CO_2 concentrations? Sci. Total Environ. 220, 181–184.

Freeman, C., Evans, C.D., Monteith, D.T., Reynolds, B., Fenner, N., 2001. Export of organic carbon from peat soils. Nature 2001, 412, 785–785.

Freeman, C., Ostle, N., Fenner, N., Kang, H., 2004. A regulatory role for phenol oxidase during decomposition in peatlands. Soil Biology and Biochemistry 36, 1663–1667.

Gallard, H., von Gunten, U., 2002. Chlorination of natural organic matter: Kinetics of chlorination and of THM formation. Water Res. 36, 65–74.

GNIP 2020. WISER – Water Isotope System for data analysis, visualization and electronic retrieval. https://nucleus.iaea.org/wiser/index.aspx (vaadatud 1. veebruar, 2020).

Gutfinger, T., 1981. Polyphenols in olive oils. Journal of the American Oil Chemists' Society. 58, 966–968.

Han, D.M., Tong, X.X., Jin, M.G., Hepburn, E., Tong, C.S., Song, X.F., 2013. Evaluation of organic contamination in urban groundwater surrounding a municipal landfill, Zhoukou. China Environ Monit Assess 185, 3413–3444.

Hang, T., Hiiemaa, H., Järveoja, M., Jõeleht, A., Kalm, V., Karro, E., Kohv, M., Mustasaar, M., Polikarpus, M., Plado, J., 2012. Ratva raba hüdrogeoloogiline uuring ja Selisoo seiresüsteemi rajamine. KIK projekti nr 15 aruanne. Tartu Ülikooli geoloogia osakond, Tartu.

Haritash, A.K., Kaushik, C.P., 2009. Biodegradation aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs): A review. Journal of Hazardous Materials 169, 1–15.

Hart, K.M., Tremp, J., Molnar, E., 1993. The occurrence and the fate of organic pollutants in the atmosphere. Water, Air, and Soil Pollution 68, 91–112.

Harvey, R.G., 1998. Environmental chemistry of PAHs. In: Neilson AH (ed) The handbook of environmental chemistry: PAHs and related compounds. Springer, New York, 1–54.

Heidel, Tichomirowa ja Junghans, 2009. The influence of pyrite grain size on the finaal oxygen isotope difference between sulphate and water in aerobic pyrite oxidation experiments. Isotopes in Environmental and Health Studies 45, 321–42.

Hendrikson & Ko OÜ, 2017. AS Enefit Kaevandused Estonia kaevanduse maavara kaevandamisloa KMIN-054 pikendamise taotluse keskkonnamõju hindamine.

Herouvim, E., Akratos, C.S., Tekerlekopoulou, A., Vayenas, D.V., 2011. Treatment of olive mill wastewater in pilot-scale vertical flow constructed wetland. Ecol.Eng. 37, 931–939.

Huang, P.M., 1990. Role of soil minerals in transformations of natural organics and xenobiotics in soil. In: Bollag, J.-M., Stotsky, G. (Eds.), Soil Biochemistry, vol. 6. Marcel Dekker, New York, 29-116.

Hwang, H.-M., Hodson, R.E., Lee, R.F., 1986. Degradation of Phenol and Chlorophenols by Sunlight and Microbesin Estuarine Water. Environ. Sci. Technol 20, 1002-1007.

IARC International Agency for Research on Cancer, 1983. Polynuclear aromatic compounds, Part 1, chemical, environmental and experimental data. IARC Monogr. Eval. Carcinog Risk Chem. Hum. 32, 1–453. PMID: 6586639.

IARC International Agency for Research on Cancer, 1985. Polynuclear aromatic compounds, Part 4, bitumens, coal-tars and derived products, shale-oils and soots. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum. 35, 1–247. PMID: 2991123.

IARC, 1986. Monograph on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Tobacco Smoking; Lyon, France: Internat Agency Res Cancer 38, 83-126.

IARC International Agency for Research on Cancer, 2010. Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures. Monogr Eval Carcinog Risk Hum. 92, 1–853. PMID: 21141735, PMID: 18756632.

IARC, 2012. International Agency for Research on Cancer. Chemical Agents and Related Occupations – Volume 100 F – A Review of Human Carcinogens. In: International Agency for Research on Cancer (IARC). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 100F.

Imfeld, G., Braeckevelt, M., Kuschk, P., Richnow, H.H., 2009. Monitoring andassessing processes of organic chemicals removal in constructed wetlands.Chemosphere 74, 349–362.

Irha, N, Reinik, J., Jefimova, J., Koroljova, A., Raado, L.-M., Hain, T., Uibu, M., Kuusik, R., 2015. PAHs in leachates from thermal power plant wastes and ash-based construction materials. Environ Sci Pollut Res 22, 11877–11889.

Jablonska, B., 2012. Sorption of phenol on rock components occurring in mine drainage water sediments. Int. J. Miner. Process. 104–105, 71–79.

Jedrychowski, W.A., Perera, F.P., Camann, D., Spengler, J., Butscher, M., Mroz, E., Majewska, R., Flak, E., Jacek, R., Sowa, A., 2015. Prenatal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and cognitive dysfunction in children. Environ. Sci. Pollut. Res. 22, 3631–3639.

Jefimova, J., Irha, N., Reinik, J., Kirso, U., Steinnes, E., 2014. Leaching of polycyclic aromatic hydrocarbons from oil shale processing waste deposit: a long-term field study. Sci Total Environ 481:605–610.

Jõeleht, A. ja Polikarpus M., 2019. Virumaa maavarade võimaliku kaevandamise keskkonnamõjud põhja- ja pinnaveele ning maastikule keskkonnageoloogiliste mudelitega analüüsituna koos alternatiivsete leevendusmeetmetega“. 4. Hüdrogeoloogiline modelleerimine. Tartu.

Kadlec, R., Reddy, R., 2000. Temperature effects in treatment wetlands. Water Environ. Res. 73, 543–555.

Kadlec, R.H., Wallace, S.D., 2009. Treatment Wetlands, 2nd ed. CRC Press, BocaRaton, FL.

Kahru, A. ja Põllumaa, L., 2006. Environmental hazard pf the wastestreams of the Estonian oil-shale industry: an ecotoxicologi-cal review. Oil Shale 23, 53-93.

Keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48 "Põhjaveekogumite nimekiri ja nende eristamise kord, seisundiklassid ja nende määramise kord, seisundiklassidele vastavad keemilise seisundi määramiseks kasutatavate kvaliteedinäitajate väärtused ja koguselise seisundi määramiseks kasutatavate näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende sisalduse läviväärtused põhjaveekogumite kaupa ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees ning taustataseme määramise põhimõtted"

Keskkonnaseire andmete kogumise ja avalikustamise infosüsteem (KESE; veebruar 2021) https://kese.envir.ee/kese/welcome.action

King, M.W.G., Barker, J.F., Devlin, J.F., Butler, B.J., 1999. Migration and natural fate of a coal tar creosote plume: 2. Mass balance and biodegradation indicators. J. Contam. Hydrol. 39, 281–307.

Kohler, H.-P.E., Gabriel, F.L., Giger, W., 2008. ipso-Substitution–A novel pathway for microbial metabolism of endocrine-disrupting 4-nonylphenols, 4-alkoxyphenols, and bisphenol A. CHIMIA International Journal for Chemistry 62, 358–363.

Kulkarni, S.J., Kaware, D.J.P., 2013. Review on research for removal of phenol from wastewater. International Journal of Scientific and Research Publications 3, 1–4.

Kurata, Y., Ono, Y., Ono, Y., 2008. Occurrence of phenols in leachates from municipal solid waste landfill sites in Japan. Journal of Material Cycles and Waste Management 10, 144– 152.

Kurzbaum, E., Zimmels, Y., Kirzhner, F., Armon, R., 2010. Removal of phenol in aconstructed wetland system and the relative contribution of plant roots,microbial activity and porous bed. Water Sci. Technol. 62, 1327–1334.

Kõrgmaa, V., Usin, E., Leisk, Ü., Laht, M., Värk, V., Otsmaa, S.,Pachel, K., Jaaku, J., Kriipsalu, M., Pehme, K., Tamm, I., Albreht, L., Lukk, M., Liepkalns, L., Marandi, A., Pärn, J., Raidla, V., Vooro, K., 2020. Hajaasustuspiirkondade joogivee kvaliteedi ja -süsteemide uuring. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn. 104.

Laht, M., Kõrgmaa, V., Vooro K., Paasrand, K., Usin, E., 2012 Euroopa Liidu prioriteetsete ainete nimekirja potentsiaalsete uute ainete esinemise uuring Eesti pinnaveekogudes II EKUK, Tallinn. 67lk

Laiho, R., 2006. Decomposition in peatlands: reconciling seemingly contrasting results on the impacts of lowered water levels. Soil Biology & Biochemistry 38, 2011-2024.

Larson, R.A., Ellis D.D., Ju, H.-L., Marley, K.A., 1989. Flavin-sensitized photodecomposition of anilines and phenols. Environmental Toxicology and Chemistry 8, 1165-1170.

Leuenberger, C., Ligocki, M.P., Pankow, J.F., 1985. Trace Organic Compounds in Rain. 4.Identities, Concentrations and Scavenging Mechanisms for Phenols in Urban Air and Rain. Environ. Sci. Technol. 19, 1053-1058.

Levsen, K., Behnert, S., Prieß, B., Svoboda, M., Zietlow, J., 1990. Organic compounds in precipitation Chemosphere 21, 1037-1038, 1040-1061.

Levsen, K., Behnert, S., Mußmann, P., Raabe M., Prieß, B., 1993. Organic Compounds In Cloud And Rain Water. International Journal of Environmental Analytical Chemistry 52, 87-97.

Ludzack, F.J., Ettinger, M.B., 1960. Chemical Structures Resistant to Aerobic Biochemical Stabilization. Journal (Water Pollution Control Federation) 32, 1173-1200.

Lyman, W.J., Reehl, W.F., Rosenblatt, D.H., 1990. Handbook of Chemical Property Estimation Methods. Washington, DC: Amer Chem Soc. 4-9, 15-1; 15-29.

Mahugo-Santana, C., Sosa-Ferrera, Z., Torres-Padrón, M.E., Santana-Rodríguez J.J., 2010. Analytical methodologies for the determination of nitroimidazole residues in biological and environmental liquid samples: a review. Analytica Chimica Acta 665, 113–122.

Malik, A., Gleixner, G., 2013. Importance of microbial soil organic matter processing in dissolved organic carbonproduction. FEMS Microbiol Ecol. 86, 139–148.

Manahan, S.E., 2000. Environmental Chemistry (seventh ed), Lewis Publisher, New York, 876.

Marandi, A., Karro, E., Polikarpus, M., Jõeleht, A., Kohv, M., Hang, T., Hiiemaa, H. 2013. Simulation of the hydrogeologic effects of oil-shale mining on the neighbouring wetland water balance: case study in north-eastern Estonia. Hydrogeology Journal, 21, 1581–1591.

Marandi, A., Osjamets, M., Polikarpus, M., Pärn, J., Raidla, V., Tarros, S., Vallner, L., 2019. Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine, koormusallikate hindamine ja hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere.

Maves AS, 2008. Purtse jõe põhjasetete ohtlike ainete uuring Purtse jõe majandamise kavaks.

Maves AS, 2010. Ohustatud põhjaveekogumid, ohustatud põhjaveekogumite täiendav kirjeldus, ohustatud põhjaveekogumite seisundit ohustavad saasteained ja nende saasteainete läviväärtused. Piiriülesed põhjaveekihid, piiriüleste põhjaveekihtide täiendav kirjeldus ja võimalik inimtegevusest tingitud negatiivne piiriülene mõju põhjaveele. Lk 81.

Maves AS, 2014. Põlevkivi kasutamise riikliku arengukava 2016-2030 keskkonnamõju strateegiline hindamise aruanne Lisa 1. Tallinn.

McDonald, J.D., Zielinska, B., Fujita, E.M., Sagebiel, J.C., Chow, J.C., Watson, J.G., 2000. Fine particle and gaseous emission rates from residential wood combustion. Environ Sci Technol 34, 2080–2091.

Meckenstock, R.U., Safinowski, M., Griebler, C., 2004. Anaerobic degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons. FEMS Microbiology Ecology 49, 27–36.

Michałowicz, J., Duda, W., 2006. Phenols – Sources and Toxicity. Polish J. of Environ. Stud. 16, 347-362.

Mihelcic, J. R., Luthy, R.G., 1988. Microbial degradation of acenaphthene and naphthalene under denitrification conditions in soil-water systems. Applied and Environmental Microbiology 54, 1188–1198.

Minick, K.J., Kelley, A.M., Miao, G., Li, X, Noormets, A., Mitra, B., King, J.S., 2019. Microtopography Alters Hydrology, Phenol Oxidase Activity and Nutrient Availability in Organic Soils of a Coastal Freshwater Forested Wetland. Wetlands 39, 263–273.

Montgomery-Brown, J., Reinhard, M., 2003. Occurrence and behavior of alkylphenol polyethoxylates in the environment. Environmental Engineering Science 20, 471–486.

Mutabaruk, R., Hairiah, K., Cadisch, G., 2007. Microbial degradation of hydrolysable and condensed tannin polyphenol-protein complexes in soils from different land-use histories. Soil Biol. Biochem. 39, 1479–1492.

Mõtlep, R., Kirsimäe, K., Talviste, P., Puura, E., Jürgenson, J., 2007. Mineral composition of Estonian oil shale semi-coke sediments, Oil Shale 24, 405–422.

Nannipieri, P., Kandeler, E., Ruggiero, P., 2002. Enzyme activities and microbiological and biochemical processes in soil. In: Burns, R.G., Dick, R.P. (Eds.), Enzymes in the Environment. Marcel Dekker, New York, 1-34.

Nielsen, P.H., Albrechtsen, H.-J., Heron, G., Christensen, T.H., 1995. In situ and laboratory studies on the fate of specific organic compounds in an anaerobic landfill leachate: 1. Experimental conditions and fate of phenolic compounds. J. Contam. Hydrol. 20, 27– 50.

Orth, A.B., Denny, M., Tien, M., 1991. Overproduction of lignin-degrading enzymes by and isolate of phanerochaete-chrysosporium. Appl. Environ. Microbiol. 57, 2591–2596.

Orupõld, K., Habicht, J., Tenno, T., 2008. Leaching behaviour of oil shale semicoke: compliance with the waste acceptance criteria for landfills. Oil Shale 25, 267–75.

Osjamets, M., Hunt, M., Liira, M., Polikarpus, M., Tarros, S., Raidla, V., Ani, T., Marandi, A., 2021 Kukruse aherainеladestu põhjaveeuuring. Rakvere. EGF 9471.

Otsa, E., Tang, H., 2003. Poolkoksi keskkonnaohtlikkuse määramine. Eesti Keskkonnauuringute Keskus, 85.

Patterson, D., Hughes, B., Prensky, S., 2007. Acoustic Logging. Toim: Holstein, E.D. Petroleum Engineering Handbook. Society of Petroleum Engineers.
https://petrowiki.spe.org/index.php?title=PEH:Acoustic_Logging&section=0#/editor/0

Peng, R.H., Ai-Sheng, X., Xue, Y., Fu, X.Y., Gao, F., Zhao, W., Tian, Y. S., Yao, Q.H., 2008. Microbial biodegradation of polyaromatic hydrocarbons. FEMS Microbiology Reviews 32, 927–955.

Perens, R. Vallner, L., 1997. Water-bearing formation. In Geology and mineral resources of Estonia (Raukas, A. & Teedumäe, A., eds). Estonian Academy Publishers, Tallinn.

Perens, R., Savitski, L., Savva, V., Truu, M., Häelm, M., Jaštšuk, S., 2010 Eesti põlevkivimaardla põhjaveevarule hinnangu andmine EGF8246.

Perens, R., Savitski, L., Savva, V., Jaštšuk, S., Häelm, M., 2012. Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine ja põhjaveekogumite hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine. OÜ Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

Pierzynski, G.M., Sims, J.T., Vance, G.F., 2005. Soils and environmental quality, 3rd edn. CRC Press, Boca Raton.

Pind, A., Freeman, C., Lock, M., 1994. Enzymic degradation of phenolic materials in peatlands—measurement of phenol oxidase activity. Plant and Soil 159, 227–231.

Pisapia, C., Chaussidona, M., Mustinb, C., Humbert. B., 2007. O and S isotopic composition of dissolved and attached oxidation products of pyrite by Acidithiobacillus ferrooxidans: comparison with abiotic oxidations. Geochimica et Cosmochimica Acta, nr 71, 2474–90.

Puura, E., Kõue, K., 2011. Hüdrogeokeemiline modelleerimine. Projekti lõpukoolitus jätkusuutlik põhjaveeseire süsteem Ida-Virumaal. 64-71.

Pärn, J., Mander, Ü., 2012. Increased organic carbon concentrations in Estonian rivers in the period 1992–2007 as affected by deepening droughts. Biogeochemistry 108, 351–358.

Pärn, J., Raidla, V., Vaikmäe, R., Martma, T., Ivask, J., Mokrik, R., Erg, K., 2016. The recharge of glacial meltwater and its influence on the geochemical evolution of groundwater in the Ordovician-Cambrian aquifer system, northern part of the Baltic Artesian Basin. Applied Geochemistry 72: 125–135.

Pärn, J., Affolter, S., Ivask, J., Johnson, S., Kirsimäe, K., Leuenberger, M., Martma, T., Raidla, V., Schloemer, S., Sepp, H., Vaikmäe, R., Walraevens, K., 2018. Redox zonation and organic matter oxidation in palaeogroundwater of glacial origin from the Baltic Artesian Basin. Chemical Geology 488: 149−161.

Pärn, J., Walraevens, K., van Camp, M., Raidla, V., Aeschbach, W., Friedrich, R., Ivask, J., Kaup, E., Martma, T., Mažeika, J., Mokrik, R., Weissbach, T., Vaikmäe, R., 2019a. Dating of glacial palaeogroundwater in the Ordovician-Cambrian aquifer system, northern Baltic Artesian Basin. Applied Geochemistry 102: 64−76.

Pärn, J., Tarros, S., Polikarpus, M., Osjamets, M., Raidla, V., 2019b. Ojamaa kaevevälja põhjaveeseire ja Muraka soostiku ökosüsteemi seire 2018. aastal. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere.

Pöyry, J. 2000. Narva power plants and oil shale mining. Research report. EestiEnergia.

Pöyry Entec AS, 2009. Narva elektrijaamade tuhaärastuse ja tuhaväljade renoveerimise keskkonnamõju hindamine.

Raidla, V., Kirsimäe, K., Vaikmäe, R., Jõeleht, A., Karro, E., Marandi, A., Savitskaja, L., 2009. Geochemical evolution of groundwater in the Cambrian–Vendian aquifer system of the Baltic Basin. Chemical Geology 258: 219–231.

Raidla, V., Kirsimäe, K., Vaikmäe, R., Kaup, E., Martma, T., 2012. Carbon isotope systematics of the Cambrian–Vendian aquifer system in the northern Baltic Basin: Implications to the age and evolution of groundwater. Applied Geochemistry 27: 2042–2052.

Raidla, V., Kern, Z., Pärn, J., Babre, A., Erg, K., Ivask, J., Kalvāns, A., Kohán, B., Lelgus, M., Martma, T., Mokrik, R., Popovs, K., Vaikmäe, R., 2016. A δ18O isoscape for the shallow groundwater in the Baltic Artesian Basin. Journal of Hydrology 542: 254–267.

Raidla, V., Pärn, J., Schloemer, S., Aeschbach, V., Czuppon, G., Ivask, J., Marandi, A., Sepp, H., Vaikmäe, R., Kirsimäe, K. 2019b. Origin and formation of methane in groundwater of glacial origin from the Cambrian-Vendian aquifer system in Estonia. Geochimica et Cosmochimica Acta 251: 247−264.

Raidla, V., Truu, M., Tarros, S., Polikarpus, M., 2020. Hüdrogeoloogiline uuring seirekaevu katastri nr 4019 (Iisaku vald, Sõrumäe küla) piirkonnas. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere.

Raidla, V., Truu, M., 2020. Hüdrogeoloogiline uuring kloriidide päritolu ja sisalduse tõusu põhjuste väljaselgitamiseks Gdovi põhjaveekogumis Ahtme ja Rakvere piirkonnas. Eesti Geoloogiateenistus, Rakvere.

Raudsepp, H., 1967. Orgaaniline keemia. Valgus, Tallinn.

Ravindra, K., Sokhi, R., Van Grieken, R., 2008. Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: source attribution, emission factors and regulation. Atmos. Environ. 42, 2895–2921.

Raymond, P.A., McClelland, J.W., Holmes, R.M., Zhulidov, A.V., Mull, K., Peterson, B.J., Striegl, R.G., Aiken, G.R., Gurtovaya, T.Y., 2007. Flux and age of dissolved organic carbon exported to the Arctic Ocean: a carbon isotopic study of the five largest arctic rivers. Global Biogeochem. Cycles 21, GB4011.

Reinik, J., Irha, N., Steinnes E., Piirisalu, E., Aruoja, V., Schultz, E., Leppänen, M., 2015. Characterization of water extracts of oil shale retorting residues form gaseous and solid heat carrier processes.

Roskam, G.D., Rob, N.J., Comans, R.N.J., 2009. Availability and leaching of polycyclic aromatic hydrocarbons: controlling processes and comparison of testing methods. Waste Manag 29, 136–142.

Rubin, H.E., Alexande, M., 1983. Effect of Nutrients on the Rates of Mineralization of Trace Concentrations of Phenol and p-Nitrophenol. Environ. Sci. Technol. 17, 104-107.

Saether, O.M., Banks, D., Kirso, U., Bityukova, L., Søerli, J.E., 2004. The chemistry and mineralogy of waste from retorting and combustion of oil shale. In: Giero R, Stille P, editors. Energy, waste, and the environment: a geochemical perspective. Bath, UK: The Geological Society, 263–84.

Saure, T., Nazi, G.G.J., Begui, N.C., Barelle, M., Markowicz, Y., Pelmo, N.J., Tous-Saint, T., 1996. Characterization of a chromosomally encoded catechol 1.2-dioksygenase [E.C. 1.13.11.1.] from Alicagenes eutrophus CH34. Archives of Microbiology 166.

Savitski L. 2000. Hüdrogeoloogilised tingimused. Rmt Eesti põlevkivi: geoloogia, ressurss, kaevandamistingimused (Kattai V., Saadre T. & Savitski L., toim). Akadeemia Trükk, Tallinn, lk 93–104.

Savitskaja, L., Viigand, A., 1994. Aruanne kambriumi-vendi veekompleksi põhjavee mikrokomponentide ja isotoopkoostise uurimisest joogivee kvaliteedi hindamiseks Põhja-Eestis. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

Savitskaja, L., Viigand, A., Jashtšuk, S., 1997. Siluri-ordoviitsiumi veekompleksi põhjavee mikrokomponentide ja radionukliidide uurimistöö. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

Savitskaja, L, Viigand, A., Jastšuk, 1998. Siluri-ordoviitsiumi põhjavee mikrokomponentide ja radionukliidide uurimistöö. VI etapp. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

Schlesinger, W.H., 1997. Biogeochemistry: An Analysis of Global Change. 2nd Edition., Academic Press.

Schmidt, S., 1998. Biodegradation of diaryl ether pesticides, from: Biodegradation of dioxins and furans, chapter 8, 229-281.

Seeger, E.M., Maier, U., Grathwohl, P., Kuschk, P., Kaestner, M., 2013. Performanceevaluation of different horizontal subsurface flow wetland types bycharacterization of flow behavior, mass removal and depth-dependentcontaminant load. Water Res. 47, 769–780.

Shiu, W.-Y., Ma, K.-C., Varhaníčková, D., Mackay, D., 1994. Chlorophenols and alkylphenols: A review and correlation of environmentally relevant properties and fate in an evaluative environment. Chemosphere 29, 1155-1224.

Sikk, A., Rebane, R., 2017. Põlevkivitööstusest tulevate veekeskkonnale ohtlike ainete mõju uuring EKUK. Lk 173.

Sinsabaugh, R.L., 2010. Phenol oxidase, peroxidase and organic matter dynamics of soil. Soil Biology and Biochemistry 42, 391–404.

Spence, M.J., Bottrell, S.H., Thornton, S.F., Lerner, D.N., 2001. Isotopic modelling of the significance of bacterial sulphate reduction for phenol attenuation in a contaminated aquifer. Journal of Contaminant Hydrology 53, 285– 304.

Sotsiaalministri 24.09.2019. a määrus nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid“.

Stefanakis, A.I., Akratos, C.S., Gikas, G.D., Tsihrintzis, V.A., 2009. Effluent qualityimprovement of two pilot-scale, horizontal subsurface flow constructedwetlands using natural zeolite (clinoptilolite). Microporous Mesoporous Mater. 124, 131–143.

Stefanakis, A.I., Akratos, C.S., Tsihrintzis, V.A., 2014. Vertical Flow Constructed Wetlands: Eco-Engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment. Elsevier Publishing Inc., Amsterdam.

Stottmeister, U., Wiebner, A., Kuschk, P., Kappelmeyer, U., Kaestner, M., Bederski, O., Mueller, R., Moormann, H., 2003. Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment. Biotechnol. Adv. 22, 93–117.

Stottmeister, U., Kuschk, P., Wiessner, A., 2010. Full-scale bioremediation and long-term monitoring of a phenolic wastewater disposal lake. Pure Appl.Chem. 82, 161–173.

Straková, P., Niemi, R.M., Freeman, C., Peltoniemi, K., Toberman, H., Heiskanen, I., Fritze, H., Laiho, R., 2011. Litter type affects the activity of aerobic decomposers in a boreal peatland more than site nutrient and water table regimes, Biogeosciences 8, 2741-2755.

Sørensen, M., Poole, J., Autrup, H., Muzyka, V., Jensen, A., Loft, S., Knudsen, L.E. 2004. Benzene Exposure Assessed by Metabolite Excretion in Estonian Oil Shale Mineworkers: Influence of Glutathione S-Transferase Polymorphisms Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 13

Sørlie, J.-E., Bityukova, L., Sæther, O.-M., Rudolph-Lund, K., Kahru, A., Vallner, L., Petersell, V., Razgonjajev, A., Põllumaa, L., 2004. Estonia, the Oil Shale Industry. Risk Based Environmental Site Assessment of Landfills. Norwegian Geotechnical Institute, Oslo.

Tamm, I., Teinemaa, E., 2020. Eksperthinnang A-kategooria Kukruse põlenud aherainepuistangu kaevandamisjäätmehoidla klassifitseerimise täpsustamiseks ajavahemikul 2014–2020 tehtud uuringute põhjal. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. Tallinn

Tamm, I., Kõrgmaa, V., Laht, M., 2020. LIFE/IPE/EE/000007 alategevus C.8 Veest sõltuvate looduslähedaste elupaikade võrgustiku kujundamine kaevandatud aladel. Ülevaade nikli sisaldusest Aidu ja Narva karjääri tran-šee 13 veekogude süsteemis. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ. Tallinn

Toberman, H., Freeman, C., Artz, R., Evans, C., Fenner, N., 2008a. Impeded drainage stimulates extracellular phenol oxidase activity in riparian peat cores. Soil Use and Management 24, 357–365.

Toberman, H., Evans, C.D., Freeman, C., Fenner, N., White, M., Emmett, B.A., Artz, R.R., 2008b. Summer drought effects upon soil and litter extracellular phenol oxidase activity and soluble carbon release in an upland Calluna heathland. Soil Biology and Biochemistry 40, 1519–1532.

Toberman, H., Laiho, R., Evans, C., Artz, R., Fenner, N., Straková, P., Freeman, C., 2010. Long-term drainage for forestry inhibits extracellular phenol oxidase activity in Finnish boreal mire peat. European Journal of Soil Science 61, 950–957.

Toms, A., Wood, J.M., 1970. Degradation of trans-ferulic acid by Pseudomonas acidovorans. Biochemistry 9, 337–343.

TPÜ Ökoloogia Instituut. (2003). OÜ VKG Aidu Oil poolt kavandatava Ojamaa põlevkivikaevanduse rajamise ja põlevkivi kaevandamisega kaasneva keskkonnamõju hindamine. Jõhvi

Tratnyek, P.G., Hoigné, J., 1991. Oxidation of Substituted Phenols in the Environment: AQSAR Analysis of Rate Constants for Reaction with Singlet Oxygen. Environ. Sci. Technol. 25, 1596-1604.

Tsuneda, A., Thormann, M.N., Currah, R.S., 2001. Modes of cell-wall degradation of Sphagnum fuscum by Acremonium cf. curvulum and Oidiodendron maius, Can. J. Bot. 79, 93-100.

Tsuruta, Y., Watanabe, S., Inoue, H., 1996. Fluorometric determination of phenol and pcresol in urine by precolumn high-performance liquid chromatography using 4-(Nphthalimidinyl) benzenesulfonyl chloride. Analytical Biochemistry 243, 86–91.

Trikkel, A., Kuusik, R., Maljukova, N., 2004. Distribution of organic and inorganic ingredients in Estonian oil shale semicoke. Oil Shale 21, 227–36.

Türk, K. 2014. Põhjaveekogumite seisundi hindamine. II etapp. Hartal Projekt OÜ, Kuressaare.

USEPA, 1993. Provisional guidance for quantitative risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons, In: Assessment, O.o.H.a.E., Office, E.C.a.A. (Eds.). U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH.

Vallner, L., Gavrilova, O., Vilu, R., 2015. Environmental risks and problems of the optimal management of an oil shale semi-coke and ash landfill in Kohtla-Järve, Estonia. Science of the Total Environment 524–525, 400–415

Vallner, L., Ivask, J., Marandi, A., Vaikmäe, R., Raidla, V., Raukas, A., 2020. Transient 3D simulation of [.sup.18]O concentration by codes MODFLOW-2005 and MT3DMS in a regional-scale aquifer system: an example from the Estonian Artesian Basin. Estonian Journal of Earth Sciences 69, 154-162.

Vasil'chuk Yu.K., Vasil'chuk, J.Yu., Budantseva, N.A., Vasil'chuk, A.C., Belik, A.D., Bludushkina, L.B., Ginzburg, A.P. Krechetov, P.P. Terskaya E.V., 2020. Major and trace elements, $\delta^{13}C$, and polycyclic aromatic hydrocarbons in the Late Pleistocene ice wedges: A case-study of Batagay yedoma, Central Yakutia. Applied Geochemistry 120, 104669.

VEKA veebileht, 2020 (Keskkonnaagentuuri poolt hallatav Eesti Looduse Infosüsteem /EELIS andmekogu/. VEKA veebileht on EELIS andmekogu osa, kus leidub veevaldkonnaga seotud info.) https://veka.keskkonnainfo.ee/veka.aspx?type=artikkel&id=214457803

Villalobos-Pietrini, R., Hernández-Mena, L., Amador-Muñoz, O., Munive-Colín, Z., Bravo-Cabrera, J.L., Gómez-Arroyo, S., Frías-Villegas, A., Waliszewski, S., Ramírez-Pulido, J., Ortiz-Muñiz, R., 2007. Biodirected mutagenic chemical assay of PM10 extractable organic matter in southwest Mexico City. Mutat. Res. 634, 192–204.

Vymazal, J., 2007. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands.Sci. Total Environ. 38, 48–65.

Wallace, J., 1996. "Phenol" In: Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology. 4th Ed.: John Wiley and Sons, New York, 592–602.

Watson, I.A., Oswald, S.E., Banwart, S.A., Crouch, R.S., Thornton, S.F., 2005. Modelling the dynamics of fermentation and respiratory processes in a groundwater plume of phenolic contaminants interpreted from laboratory- to field-scale. Environ Sci Technol 39, 8829–8839.

Wetzel, R.G., 1992. Gradient dominated ecosystems: sources and regulatory functions of dissolved organic matter in freshwater ecosystems. Hydrobiologia 229, 181–198.

Williams, C.J., Shingara, E.A., Yavitt, J.B., 2000. Phenol oxidase activity in peatlands in New York state: response to summer drought and peat type. Wetlands 20, 416–421.

Xiang, W., Wan, X., Yan S., Wu, Y., Zhengyu, B., 2013. Inhibitory effects of drought induced acidification on phenol oxidase activities in Sphagnum-dominated peatland. Biogeochemistry 116, 293–301.

Zhao, X., a, Haiyan Jin a,b,⇑, Zhongqiang Ji a, Donghao Li c, Han Yeong Kaw c, Jianfang Chen, Zhiyong Xie d, Tianzhen Zhang 2020. PAES and PAHs in the surface sediments of the East China Sea: Occurrence, distribution and influence factors Volume 703, 134763.

Xing, X., Zhang, Y., Yang, D., Zhang, J., Chen, W., Wu, C., 2016. Spatio-temporal variations and influencing factors of polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric bulk deposition along a plain-mountain transect in western China. Atmos. Environ. 139, 131–138.

Zhang, Y., Tao, S., 2009. Global atmospheric emission inventory of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) for 2004. Atmos. Environ. 43, 812–819.

Lisa 1. Käesolevas uuringus kasutatud keemiliste ja isotoopanalüüside tulemused

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
1	2148	V_{2vr+gd}	682668	6585037	160,0	237,0	01.10.19	12,4	1,6	994	7,5																		
2	2251P		680700	6546057			03.07.19		1,1	420	7,9								0,0		1,40								
3	2332P		690003	6552455			04.06.19	10,2	0,2	669	8,3								43,0		0,35								
4	2366	O_{2ls-kn}	697730	6585531	10,3	38,0	28.08.19	8,4	0,4	748	7,4	-12,4	-88,3	108,0	37,0	20,0	5,0	21,0	118,0	372,0	0,68	0,22	0,290	0,41	<0,007	5,3	11,0	0,52	50
5	2373	O-Cm	692454	6586413	55,1	85,00	28.08.19	14,4	10,2	567	7,6	-12,2	-87,0	61	33	24	7,6	< 3,5	< 5	408	0,16	<0,04	0,05	0,99	<0,007	1,6	7,4	0,46	14
6	2374P		682668	6585037			01.10.19		1,6	994	7,5								110,0		2,10								
7	2414	O-Cm	662016	6581891	68	90,00	22.08.19	8,2	1,1	635	7,7	-16,3	-120,6	43	29	62	13	35	44	327	0,33	0,31	0,3	0,25	<0,007	2,8	6,7	0,37	32
8	2481P		701561	6565811			05.06.19	10,9	0,1	547	8,0								7,0		2,10								
9	2581	O_{3kk}	676676	6569233	27,0	40,0	23.09.19	7,4	0,1	599	7,2	-11,7	-83,8	106,0	15,0	13,0	3,5	4,7	0,0	410,0	7,00	5,20	0,309	0,15	<0,007	9,3	13,0	0,49	92
10	2582	O_{2ls-kn}	676671	6569240	44,3	75,0	23.09.19	7,7	0,1	549	7,6	-14,6	-107,0	42,0	22,0	56,0	8,8	14,0	16,0	337,0	0,79	0,53	0,221	0,14	<0,007	2,4	8,4	0,9	14
11	2586	O_{3kl-kk}	684900	6564033	25,0	71,7	24.09.19	7,2	0,1	517	7,4	-11,3	-81,3	80,0	21,0	9,9	6,8	3,8	13,0	366,0	0,57	0,36	0,072	0,20	<0,007	4,3	17,0	0,66	20
12	2589	O_{2ls-kn}	678608	6569755	50,7	84,1	24.09.19	7,5	0,1	474	8,0	-17,0	-124,9	25,0	14,0	73,0	6,9	20,0	0,0	285,0	0,73	0,51	0,062	<0,09	<0,007	1,0	7,0	1,1	<10
13	2590	O_{3kl-kk}	678608	6569753	32,5	49,7	24.09.19	7,4	0,1	471	7,7	-13,7	-99,7	42,0	25,0	31,0	9,0	8,4	6,0	323,0	0,91	0,79	0,076	0,20	<0,007	2,4	7,0	0,92	<10
14	2593	O_{3kl-kk}	678792	6569369	8,5	55,0	10.10.17				7,3			35,0	48,0	10,0	9,1	4,8	0,1	410,0	3,80		0,170	0,10	0,016	11,0			
15	2594	O_{2rk}	678785	6569372	3,3	8,4	27.07.16				7,2			96,0	11,3	1,3	2,7	3,5	3,3	347,7	3,63		0,070	0,90	0,035	1,9	6,8		
16	2594	O_{2rk}	678785	6569372	3,3	8,4	13.08.13				6,9			115,0	11,4	1,5	4,5	3,5	8,0	402,6	18,13		0,070	1,90	0,029	2,3	7,6		
17	2594	O_{2rk}	678785	6569372	3,3	8,4	15.09.15				7,0			91,0	13,5	1,0	2,0	6,7	35,4	305,1	3,84		0,070			1,0	8,5		
18	2595	O_{2ls-kn}	678799	6569362	64,8	91,8	13.08.13				7,5			37,7	25,9	55,8	8,0	15,2	27,6	341,6	2,51					2,3	7,9		
19	3004P		672519	6586777			15.07.19	12,6	9,3	664	7,6																		
20	3008	O_{3kl-kk}	697504	6566336	22,1	71,6	14.08.13				6,9			80,4	37,2	3,0	4,3	5,0	78,2	366,1	1,28		0,330		0,013	2,2	6,4		
21	3027P		686954	6591467			29.05.19	9,2	0,2	3480	7,5																		
22	3139P		691637	6593438			02.07.19	24,5	4,3	675	7,1								31,0										
23	3190	O_{3nb-rk}	689341	6556671	38,0	85,0	12.09.19	7,2	6,1	571	7,4	-12,0	-85,4	90,0	22,0	12,0	1,8	26,0	41,0	328,0	<0,02	<0,04	0,019	3,90	<0,007	1,0	10,0	0,3	<10
24	3196	O_{3nb-rk}	691527	6562686	5,0	18,0	10.09.19	7,4	0,1	742	7,3	-12,1	-85,5	115,0	38,0	7,2	5,6	<3,5	200,0	323,0	3,10	1,56	0,140	0,19	<0,007	2,8	10,0	0,38	52
25	3198	O_{2ls-kn}	691519	6562689	67,2	100,4	10.09.19	10,2	0,1	467	7,7	-13,3	-95,5	38,0	23,0	44,0	7,9	8,8	19,0	304,0	0,81	0,05	0,149	0,13	<0,007	3,2	7,7	0,84	23
26	3280	O_{3kl-kk}	702796	6575438	21,3	38,9	10.09.19	7,2	0,1	457	7,1	-12,1	-85,9	91,0	8,0	2,4	1,7	4,0	9,0	310,0	11,00	9,20	0,605	<0,09	<0,007	4,8	8,0	0,42	300
27	3537	O_{3kl-kk}	719228	6562912	38,7	57,6	19.10.17												0,3										
28	3537	O_{3kl-kk}	719228	6562912	38,7	57,6	17.07.14				7,4			37,3	20,3	10,0	4,0	13,5	10,6	219,7	3,65		0,190			0,8	9,1		
29	3537	O_{3kl-kk}	719228	6562912	38,7	57,6	20.09.10				7,5			16,0	26,1	11,9	4,7	9,9		207,5	2,76		0,160			2,1	5,3		
30	3537	O_{3kl-kk}	719228	6562912	38,7	57,6	13.07.11				7,5			37,3	17,0	10,0	4,8	11,7		219,6	2,86		0,120			1,7	7,6		
31	3537	O_{3kl-kk}	719228	6562912	38,7	57,6	13.08.13				7,4			36,7	16,9	11,4	4,5	8,5		219,6	3,48					2,0	7,6		
32	3537	O_{3kl-kk}	719228	6562912	38,7	57,6	19.07.16				7,3			37,1	17,5	10,4	6,5	6,7		225,7	3,90			0,60		3,0	7,6		
33	3648	O_{2ls-kn}	672603	6586796	13,5	23,0	14.07.11				7,4			87,6	24,3	42,2	14,5	19,8	66,7	439,2	4,50		3,090		0,008	1,1	12,4		
34	3648	O_{2ls-kn}	672603	6586796	13,5	23,0	10.08.10				7,2			89,4	24,7	50,0	23,8	21,3	82,3	457,5	9,17		4,200			2,1	15,4		

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
35	3648	O_{2ls-lk}	672603	6586797	13,5	23,0	02.09.20	8	0,1	846	7,0			93,0	25,0	49,0	20,0	21,0	91,0	414,0	7,00	6,80	0,853	<0,09	0,008	2,1	17,0	0,8	95
36	3651	O_{3prg}	673946	6540509	12,0	22,0	24.07.14																						
37	3655	O_{3kl-kk}	685187	6584627	4,5	20,0	03.10.19	7	5,0	765	7,3			166,0	13,0	3,1	1,7	5,0	135,0	401,0	1,60	1,14	0,065	0,28	0,024	16,0	5,5	0,15	100
38	3656	O_{2ls-kn}	685188	6584627	16,8	51,3	03.10.19	8	0,1	734	7,4	-12,0	-85,8	149,0	16,0	3,7	2,2	4,5	110,0	399,0	1,10	0,28	0,021	0,14	<0,007	3,8	5,7	0,19	74
39	3659	O_{2ls-kn}	680933	6581382	21,9	52,8	09.11.10				7,0			190,4	79,0	15,7	8,8	18,1	505,7	402,7	0,78		2,300			1,6	7,2		
40	3659	O_{2ls-kn}	680933	6581382	21,9	52,8	01.11.05				6,9			274,1	104,3	13,6	10,7	19,1	815,6	366,1	0,92					1,1	8,8		
41	3660	O_{3kl-kk}	680932	6581381	14,2	19,2	04.11.04				6,8			182,6	34,5	3,0	2,5	5,3	324,7	359,9	0,48								
42	3660	O_{3kl-kk}	680932	6581381	14,2	19,2	09.11.10				6,9			264,5	65,6	3,8	6,0	9,9	624,2	384,4	0,60		0,230		0,007	1,2	6,1		
43	3660	O_{3kl-kk}	680932	6581381	14,2	19,2	01.11.05				6,9			287,4	84,3	5,7	5,0	14,2	802,5	317,3	0,74			5,90	0,018	0,3	7,9		
44	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	27.07.16				7,5			51,3	39,9	14,2	6,7	17,0	11,9	366,1	3,85		0,350	0,40	0,015	2,1	4,7		
45	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	01.11.05				6,9			56,3	45,9	13,6	7,3	16,0	72,0	341,7	2,54		0,360	0,40	0,017	0,5	5,7		
46	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	22.11.11				7,1			100,6	51,4	16,9	8,0	22,0	160,1	384,3	2,32		0,070	1,00	0,004	1,0	7,2		
47	3662	O_{2ls-kn}	696796	6583014	20,1	49,7	03.09.20	7,8	0,4	1026	7,0	-12,4	-87,9	126,0	55,0	23,0	8,7	41,0	190,0	407,0	0,57	0,57	0,087	0,24	<0,007	1,3	8,6	0,32	17
48	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	29.08.18				7,0			37,0	79,0	22,0	8,3	34,0	200,0	410,0	0,54		0,120	0,10	0,016	1,0			
49	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	15.08.12				6,9			130,7	53,8	17,5	6,7	35,5	210,7	414,9	1,03		0,120	0,40	0,004	1,1	6,5		
50	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	08.10.13				7,0			126,1	52,4	18,0	6,0	31,9	211,9	396,5	1,03		0,070	0,40	0,004	1,6	9,3		
51	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	20.07.11				7,2			130,5	54,8	12,2	7,3	29,8	240,7	372,1	0,58		0,100	0,40	0,004	1,6	8,2		
52	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	09.11.10				7,0			132,3	55,9	17,9	6,7	33,0	248,5	402,7	1,23		0,270	0,40	0,004	0,9	5,1		
53	3662	O_{2ls-kn}	696794	6583012	20,1	49,7	10.08.10				7,1			136,9	54,2	20,0	6,7	29,8	255,5	402,6	0,54		0,070	0,40	0,004	2,0	7,8		
54	3667	O_{3kl-kk}	696830	6583046	3,0	19,9	09.11.10				6,9			135,3	29,8	5,3	18,6	13,1	132,5	414,9			0,320	11,50		2,2	3,8		
55	3667	O_{3kl-kk}	696830	6583046	3,0	19,9	22.11.11				6,8			147,3	24,9	12,3	21,0	17,0	138,7	439,2	0,18			4,00		2,9	5,7		
56	3667	O_{3kl-kk}	696796	6583013	3,0	19,9	25.09.19	7,4	3,4	977	7,1	-11,9	-84,6	147,0	27,0	28,0	30,0	37,0	140,0	436,0	0,03	<0,04	<0,013	47,00	<0,007	4,0	4,8	0,17	<10
57	3667	O_{3kl-kk}	696830	6583046	3,0	19,9	01.11.05				6,9			155,5	36,0	10,7	22,5	20,9	201,7	396,6			0,190	29,50		3,2	5,6		
58	3721	O_{2ls-kn}	688761	6589631	18,0	49,0	03.10.19	8,5	0,1	1186	7,1	-12,3	-87,3	192,0	42,0	29,0	6,1	69,0	290,0	385,0	0,03	<0,04	<0,013	0,09	<0,007	1,6	5,5	0,22	11
59	3732	O_{2ls-kn}	670307	6580493	19,2	47,1	16.09.14				7,1			78,4	30,6	5,5	9,2	11,7	8,0	366,0	2,70		2,440	3,00	0,006	3,2	9,5		
60	3732	O_{2ls-kn}	670308	6580488	19,2	47,1	01.09.20	7,7	0,1	727	6,9			121,0	23,0	2,6	6,7	6,1	99,0	368,0	6,50	5,80	0,072	0,10	<0,007	4,3	7,2	0,36	65
61	3733	O_{3kl-kk}	670306	6580490	4,5	14,5	01.09.20	7,1	0,2	730	6,9			133,0	21,0	2,6	5,8	6,2	100,0	390,0	0,52	0,45	0,094	0,10	<0,007	3,7	7,7	0,34	71
62	3733	O_{3kl-kk}	670305	6580494	4,5	14,5	16.09.14																						
63	3734	O_{2ls-kn}	668591	6578799	31,6	57,0	03.09.19	8,4	0,1	502	7,7	-14,6	-106,9	45,0	26,0	36,0	9,8	9,8	15,0	329,0	4,80	0,42	0,254	0,20	0,007	13,0	7,3	0,89	32
64	3734	O_{2ls-kn}	668594	6578790	31,6	57,0	16.09.14				6,9			107,2	15,7	3,4	8,8	5,0	72,0	323,3	0,14			5,10	0,023	7,8	8,1		
65	3735	O_{3kl-kk}	668591	6578795	3,0	26,0	16.09.14				7,4			38,7	29,5	31,7	10,0	11,7	21,4	329,4	1,80					2,1	9,1		
66	3738	O_{2ls-kn}	662648	6580763	33,7	58,2	22.08.19	7,7	0,1	445	7,5	-12,2	-86,9	54,0	25,8	8,6	10,0	6,1	17,0	294,0	0,27	0,27	0,180	0,28	<0,007	2,8	6,8	0,54	<10
67	3862	O_{3kl-kk}	704068	6571174	18,6	39,6	30.07.13				8,0							2,4	17,0				0,120						
68	3862	O_{3kl-kk}	704068	6571174	18,6	39,6	14.10.15				7,4			29,3	6,0	4,0	1,0	3,5	21,4	103,7	0,69					1,2	8,5		
69	3862	O_{3kl-kk}	704068	6571174	18,6	39,6	27.07.16				8,2			24,8	5,6	3,0	0,5	3,5		97,6	0,29					0,9	5,7		
70	3875	O_{3kl-kk}	703795	6571094	24,8	36,0	07.08.13				7,4			44,7	12,6	2,0	1,0	3,5		201,3	3,01		0,100			4,2	10,7		

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
71	3875	O_{3kl-kk}	703795	6571094	24,8	36,0	17.07.14				7,2			43,1	13,1	2,8	0,8	13,5		195,3	2,81		0,280			4,3	12,4		
72	3960	O_{3kl-kk}	692547	6573675	13,4	52,6	16.09.14				6,9			143,9	12,6	3,3	1,7	11,7	66,3	378,2			0,160	31,60	0,025	1,0	6,7		
73	3963	O_{3kl-kk}	700101	6574598	3,8	38,0	04.09.19	10,2	3,9	583	7,1	-12,1	-84,5	98,0	28,0	3,4	4,7	3,7	21,0	420,0	0,55	0,17	0,040	0,34	0,017	10,0	9,9	0,39	14
74	3963	O_{3kl-kk}	700100	6574599	3,8	38,0	23.08.16				7,1			106,2	21,9	2,0	2,0	3,5	26,3	408,7	0,05		0,070	1,30	0,004	1,5	6,3		
75	3963	O_{3kl-kk}	700100	6574599	3,8	38,0	08.10.13				7,0			97,2	24,7	2,0	2,0	3,5	28,0	408,7	0,14		0,070	2,70	0,004	2,1	8,7		
76	3963	O_{3kl-kk}	700101	6574598	3,8	38,0	05.09.19	7	1,2	659	7,2	-11,9	-84,8	40,0	40,0	3,3	4,3	4,3	28,0	400,0	25,00	0,31	0,030	0,53	<0,016	3,4	10,0	0,38	24
77	3964	O_{3nb-rk}	697996	6563810	5,6	18,2	23.08.16				6,9			103,2	34,4	1,5	1,0	3,5	63,0	414,8	4,71		0,210	0,40	0,004	12,3	7,8		
78	3964	O_{3nb-rk}	697996	6563810	5,6	18,2	16.10.18				7,0			88,0	39,0	1,8	1,3	2,2	63,0	370,0	3,60		0,130	0,10	0,016	13,0			
79	3964	O_{3nb-rk}	697997	6563811	5,6	18,2	04.10.19	8,1	0,1	643	7,1	-11,3	-80,7	112,0	29,0	1,8	1,4	0,0	67,0	406,0	6,40	6,10	0,100	0,29	0,010	5,6	9,4	0,11	350
80	3964	O_{3nb-rk}	697996	6563810	5,6	18,2	13.08.13				6,8			105,2	36,7	2,0	1,0	3,5	72,5	414,8	7,96		0,260	0,40	0,004	14,7	13,2		
81	3964	O_{3nb-rk}	697996	6563810	5,6	18,2	24.09.19				7,2			100,0	42,0	1,9	1,4	2,0	73,0	400,0	16,00		0,140	0,20	0,016	12,0			
82	3964	O_{3nb-rk}	697997	6563811	5,6	18,2	15.04.20	5,5	3,9	509,3	6,8	-11,4	-80,6	89,0	30,0	3,1	0,9	<3,5	74,0	329,0			0,033	4,10	0,023				
83	3966	O_{3kl-kk}	698003	6563815	18,1	57,4	13.08.13																						
84	3966	O_{3kl-kk}	698003	6563815	18,1	57,4	23.08.16																						
85	3966	O_{3kl-kk}	698003	6563815	18,1	57,4	18.10.17																						
86	3969	O_{2ls-kn}	697507	6566343	70,6	102,0	15.10.19					-15,4	-113,4	26,0	15,0	55,0	7,1	16,0	5,0	260,0	31,00	14,20	0,150	0,15	<0,007	21,0	6,6	1,1	250
87	3972	O_{3kl-kk}	693659	6552203	46,7	89,1	20.09.10				7,8			35,1	10,3	8,5	2,8	9,9		183,1	1,72		0,110			1,3	5,1		
88	3972	O_{3kl-kk}	693659	6552203	46,7	89,1	30.08.11				8,0			34,5	10,2	8,0	3,5	8,5		158,6	1,38		0,110			1,5	4,0		
89	3972	O_{3kl-kk}	693659	6552203	46,7	89,1	19.07.16				7,4			29,9	9,4	8,0	3,5	5,0		158,6	1,81			0,90		2,5	3,1		
90	3972	O_{3kl-kk}	693659	6552203	46,7	89,1	02.11.17																						
91	3980	O_{3kl-kk}	711717	6549450	43,8	94,5	19.07.16				7,1			58,9	33,2	28,8	7,0	13,5		408,7	5,08			1,00		2,7	9,4		
92	3980	O_{3kl-kk}	711717	6549450	43,8	94,5	19.10.17																						
93	4002	O-Cm	673904	6571935	83,6	104,4	23.09.19	7,8	0,1	535	7,6	-16,5	-121,4	38	21	68	9,1	25	23	319	1,9	1,7	0,155	0,18	<0,007	1,7	7	0,38	14
94	4008	O_{3kl-kk}	662371	6579546	4,3	18,3	11.08.20	7,6	1,9	447	7,6			54,0	29,0	7,1	9,5	2,1	19,0	290,0	0,25	0,21	0,250	<0,1	<0,016	3,2	7,3	0,5	7,8
95	4009	O_{3kl-kk}	662371	6579548	20,6	38,0	11.08.20	8,3	0,2	555,6	7,2			63,0	33,0	11,0	10,0	1,9	19,0	370,0	0,23	0,23	0,230	<0,1	<0,016	5,9	8,0	0,5	7,9
96	4010	O_{2ls-kn}	662366	6579545	44,0	68,6	14.10.15				7,6			26,3	23,0	45,6	10,0	3,5	3,3	317,2	4,50		0,070	0,40	0,004	0,9	5,2		
97	4010	O_{2ls-kn}	662367	6579546	44,0	68,6	11.08.20	8,6	0,1	491	7,5			25,0	27,0	48,0	11,0	9,1	4,1	330,0	0,79	0,53	0,220	<0,1	<0,016	< 1	6,7	1,1	7,3
98	4015	O_{2rk}	693190	6571004	6,9	15,8	16.08.17				6,9			209,6	40,8	3,0	4,0	3,5	298,3	488,0	0,04		0,070	2,60	0,004	2,6	4,5		
99	4016	O_{3nb-rk}	692167	6563496	6,6	19,3	31.08.11				7,2			74,1	16,4	4,9	2,5	10,3	88,9	201,3	2,63		0,170	0,40	0,005	1,8	11,5		
100	4016	O_{3nb-rk}	692167	6563496	6,6	19,3	23.08.16				6,8			188,6	51,6	7,0	3,0	30,5	314,8	402,7	0,77		0,070	4,60	0,036	1,7	10,1		
101	4016	O_{3nb-rk}	692168	6563496	6,6	19,3	11.09.19	8,8	0,9	1137	6,8	-12,0	-84,7	160,0	64,0	9,8	5,4	12,0	330,0	390,0	4,70	3,40	0,080	0,27	0,047	9,3	10,0	0,37	380
102	4016	O_{3nb-rk}	692167	6563496	6,6	19,3	16.08.17				6,9			190,2	53,7	6,7	5,2	6,7	380,2	420,9	1,14		0,110	0,40	0,004	3,6	9,7		
103	4017	O_{3kl-kk}	692171	6563485	20,8	56,7	02.10.14				6,9			128,1	32,4	7,0	4,7	10,3	172,0	347,7	4,21		0,070	0,40	0,004	2,7	12,0		
104	4017	O_{3kl-kk}	692171	6563485	20,8	56,7	18.10.17				7,9			42,3	37,9	7,0	6,0	6,7	180,0	140,3	20,91		4,400	0,40	0,071	2,9	0,7		
105	4017	O_{3kl-kk}	692171	6563485	20,8	56,7	26.09.12				7,0			135,7	33,3	7,0	4,0	6,7	189,7	341,6	4,07		0,070	0,40	0,004	2,3	11,5		
106	4017	O_{3kl-kk}	692171	6563485	20,8	56,7	23.08.16				7,6			56,7	20,0	6,7	3,7	10,3	189,7	61,0	5,34		2,920	0,40	0,004	1,0	1,2		

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
107	4017	O_{3kl-kk}	692171	6563485	20,8	56,7	15.09.15				6,9			121,2	49,0	6,0	3,3	12,1	201,2	272,2	9,16		0,070	0,40	0,004	1,9	11,1		
108	4017	O_{3kl-kk}	692171	6563485	20,8	56,7	21.09.10																						
109	4025	O_{2ls-kn}	673908	6571938	58,0	82,6	23.09.19	7,9	0,1	532	7,8	-14,6	-106,3	41,0	23,0	56,0	9,0	10,0	90,0	251,0	0,21	0,17	0,196	<0,09	<0,007	1,6	7,5	0,78	<10
110	4026	O_{3kl-kk}	673901	6571938	32,9	53,1	23.09.19	7,2	0,1	444	7,6	-14,0	-101,4	30,0	17,0	60,0	8,0	9,8	10,0	306,0	2,20	2,00	0,100	0,16	<0,007	7,4	7,9	1,3	68
111	4073P		683189	6584964			24.09.19	11,6	2,5	1120	7,1																		
112	4079P		695651	6574666			23.09.19		0,1	1634	7,9								520,0		20,00								
113	4083P		685670	6586498			04.10.19	8,4	2	1082	7,1								220,0										
114	4085P		691257	6558804			11.11.19	10,3	1,8	398	7,7								19,0		0,42								
115	4123	O_{2ls-kn}	695733	6585400	4,5	15,0	11.12.19	9	<0,2	975	7,1																		
116	5069	O_{3kl-kk}	702372	6577765	13,0	32,0	27.08.18				6,9			120,0	18,0	7,3	2,0	5,3	3,5	450,0	7,10		2,800		0,020	15,0			
117	5069	O_{3kl-kk}	702372	6577765	13,0	32,0	06.07.17				6,9			113,4	15,8	4,0	2,0	10,3	24,3	408,7	17,48		2,130			11,2	10,8		
118	5069	O_{3kl-kk}	702372	6577765	13,0	32,0	14.07.15				7,0			113,6	18,8	3,5	1,0	8,5	41,6	396,5	15,36		2,450			10,4	11,4		
119	5123	O_{3kl-kk}	695930	6583470	4,0	15,2	28.08.19	8,5	0,3	1082	7,3	-12,1	-86,2	197,0	44,0	18,0	5,9	36,0	274,0	449,0	<0,02	<0,04	<0,013	8,60	<0,007	3,6	5,9	0,31	23
120	5133	O_{2ls-kn}	695931	6583465	20,0	53,0	28.08.19	8,8	0,2	1101	7,4	-12,1	-86,1	189,0	49,0	20,0	6,0	39,0	292,0	432,0	0,07	<0,04	<0,013	7,10	<0,007	2,6	6,4	0,3	27
121	5162	O_{2ls-kn}	697280	6582945	18,0	51,0	20.11.19	8	<0,2	1226	7,0																		
122	5731	O_{2ls-kn}	697713	6582180	20,0	45,0	21.11.19	8	<0,2	1046	7,5																		
123	5963	O_{2ls-kn}	698606	6581872	12,0	40,9	04.09.19	8	0,1	951	7,1	-11,8	-84,2	95,0	30,0	21,0	99,0	45,0	120,0	439,0	1,00	0,70	0,169	0,37	<0,007	3,7	11,0	0,8	77
124	5963	O_{2ls-kn}	698607	6581878	12,0	40,9	21.11.19	8	<0,2	1058	7,1																		
125	8309	O_{2ls-kn}	699211	6581929	8,0	43,0	20.11.19	7	<0,2	962	7,2																		
126	9003	O_{2ls-kn}	666780	6585303	7,7	34,0	21.08.19	8,1	2,0	1051	7,1	-11,9	-84,7	93,0	45,0	36,0	13,0	9,6	81,0	481,0	2,60	2,32	0,360	0,35	<0,007	8,4	10,0	0,42	33
127	12292	O_{2ls-kn}	684815	6575167	49,6	77,5	11.09.19	8,3	0,1	765	7,8	-13,0	-93,2	120,0	60,0	34,0	13,0	8,5	330,0	345,0	1,20	1,05	0,304	0,42	<0,007	4,0	8,9	0,53	38
128	13459	O_{3kl-kk}	661596	6582826	5,7	20,0	11.02.11																						
129	13459	O_{3kl-kk}	661596	6582826	5,7	20,0	22.10.12																						
130	13459	O_{3kl-kk}	661596	6582826	5,7	20,0	26.09.13																						
131	13475	O_{2ls-kn}	691494	6585149	37,6	63,0	28.08.19	7,9	0,1	938	7,4	-12,4	-88,6	120,0	64,0	9,8	8,0	25,0	212,0	404,0	1,90	1,73	0,180	0,25	<0,007	5,8	8,2	0,37	31
132	13507	O_{2uh}	694950	6585642	4,5	10,5	27.08.19	9,7	0,3	1079	7,1	-11,8	-84,7	209,0	31,0	32,0	9,9	47,0	257,0	461,0	<0,02	<0,04	<0,013	3,60	0,019	2,6	6,0	0,23	20
133	13518	O_{2ls-kn}	664198	6580300	21,0	42,5	03.09.19	7,2	4,4	483	7,8	-14,4	-106,2	46,0	24,0	37,0	11,0	10,0	17,0	331,0	2,80	0,41	0,100	0,21	<0,007	9,6	6,0	0,93	170
134	13568	O_{2ls-kn}	672045	6585037	9,6	30,0	01.09.20	7,4	0,3	676	6,9			115,0	12,0	14,0	5,0	27,0	65,0	307,0	0,22	0,03	0,022	8,20	0,032	7,2	6,7	0,3	21
135	13591	O_{2kn}	669861	6589577	3,8	11,8	02.09.20	9,5	3,2	731	7,1			91,0	36,0	3,9	7,7	9,2	23,0	399,0	<0,02	<0,02	0,017	37,00	<0,007	6,1	4,9	0,17	<10
136	13592	O-Cm+ O_{2ls-kn}	692108	6587166	21,0	57,0	27.08.19	8,1	1,1	857	7,1	-12,3	-87,9	120,0	57,0	5,6	8,3	11,0	160,0	457,0	0,47	0,38	0,120	0,46	<0,007	8,5	9,1	0,49	17
137	14267	O-Cm	684670	6575751	83	110,8	12.09.19	8,3	0,1	695	7,5	-15,0	-110,2	55	31	66	11	24	76	301	1,30	1,10	0,219	0,27	<0,007	4,2	7,2	0,53	29
138	15711	O_{2ls-kn}	686159	6581965	37,5	64,0	22.08.19					-12,9	-92,4	100,0	42,0	29,0	12,0	19,0	170,0	311,0	0,39	0,37	0,230	0,33	<0,007	3,9	6,6	0,64	73
139	15952	O_{2ls-kn}	693427	6576937			17.12.19	8,7	0,2	1586	7,4																		
140	15954	O_{2ls-kn}	685904	6581003			21.08.19	11,7	0,5	895	7,8																		
141	16037P		688251	6583623			17.12.19	7,5	0,3	1046	7,4								220,0		0,73								
142	16042	O_{2ls-kn}	692397	6560853	75,0	106,0	13.09.19	14,3	1,68	431	8,6	-18,2	-134,8	8,8	4,6	95,0	4,1	32,0	0,0	220,0	0,58	0,37	0,083	<0,09	<0,007	2,4	5,8	2,1	<10

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
143	16043	O_{3kl-kk}	692342	6560770	28,0	74,5	13.09.19	7,4	0,03	762	7,5	-12,1	-87,1	94,0	39,0	18,0	6,9	76,0	0,0	410,0	0,23	0,19	0,073	0,18	<0,007	2,8	10,0	0,35	18
144	16044	O_{3nb-rk}	692345	6560768	23,6	27,5	07.09.20	7,2	0,2	626,7	7,0			94,0	27,0	3,3	1,3	14,0	31,0	368,0	1,60	1,40	0,013	0,19	<0,007	1,7	7,8	0,4	57
145	16044	O_{3nb-rk}	692345	6560768	23,6	27,5	13.09.19	7,2	0,03	562	7,5	-12,2	-87,5	11,0	5,8	3,3	1,4	32,0	35,0	230,0	1,20	0,70	0,013	0,11	<0,007	4,0	7,9	0,37	60
146	16077	O_{2ls-kn}	688246	6582330	39,9	65,0	17.12.19	8,3	0,5	1202	7,3																		
147	16078	O_{2ls-kn}	688362	6582641	38,8	65,0	17.12.19	7,5	1,5	1053	7,5																		
148	16117	O_{3nb-rk}	691501	6564546	4,5	20,0	03.10.19	7,6	2,1	1172	7,0	-12,0	-84,9	189,0	51,0	12,0	7,8	12,0	380,0	371,0	4,40	3,64	0,100	0,16	0,008	19,0	6,7	0,22	230
149	16122	O_{3kl-kk}	695638	6574692	15,0	58,5	09.11.10				7,2			91,2	52,9	9,0	11,4	14,9	112,4	451,5	0,70				0,015	2,0	4,9		
150	16122	O_{3kl-kk}	695651	6574666	15,0	58,5	23.09.19	8	0,1	1634	7,9																		
151	16123	O_{2ls-kn}	695594	6574646	66,1	86,0	23.11.06				9,3			15,6	2,4	18,6	7,0	33,3	25,7	36,6	0,48		0,620		0,005	1,0	0,9		
152	16123	O_{2ls-kn}	695594	6574646	66,1	86,0	04.11.04				10,3			9,8	1,8	12,9	6,0	10,3	49,8	36,6	0,42		0,540	4,00	0,014	1,2	0,9		
153	16123	O_{2ls-kn}	695594	6574646	66,1	86,0	09.11.10				9,0			72,1	43,7	35,0	20,6	21,6	415,6	30,5	2,41		1,880			0,9	1,2		
154	16123	O_{2ls-kn}	695594	6574646	66,1	86,0	22.11.11				8,2			80,2	45,8	35,4	20,0	13,5	442,4	18,3	1,94		0,760			0,9	1,3		
155	16153	O_{3kl-kk}	700361	6570061	7,5	36,0	04.09.19	8,4	1,05	699	7,1	-12,2	-85,9	110,0	41,0	4,9	2,6	12,0	51,0	459,0	2,20	0,27	0,019	7,10	0,007	6,0	8,1	0,13	59
156	16233	O_{2ls-kn}	693244	6579278	50,6	74,0	11.09.19	7,9	0,04	1062	7,2	-12,4	-88,7	126,0	76,0	20,0	13,0	22,0	290,0	420,0	1,00	0,82	0,291	0,84	<0,007	4,8	8,2	0,47	38
157	16387	O_{3kl-kk}	677827	6577207	24,0	30,5	12.06.14				7,1			96,2	21,5	4,5	3,0	11,7	86,0	305,1	0,19		0,190			6,8	6,4		
158	16387	O_{3kl-kk}	677827	6577207	24,0	30,5	16.09.14				7,0			119,0	24,1	3,5	3,0	3,5	128,4	335,5	0,08		0,090		0,006	6,1	5,6		
159	16391	O-Cm	700261	6575737	82,9	105,0	04.09.19	10,5	0,07	554	7,7	-12,6	-89,4	53	31	35	8,6	10	17	377	1,20	1,01	0,092	0,28	<0,007	6,6	7,6	0,56	17
160	16590	O_{2ls-kn}	700426	6581206	26,0	52,0	01.11.05				7,5			52,1	36,6	21,8	6,0	14,2	63,8	329,5	1,43				0,007	1,6	7,1		
161	16590	O_{2ls-kn}	700426	6581206	26,0	52,0	09.11.10				9,0			11,0	22,5	24,3	5,5	16,7		134,2	0,27					0,7	1,7		
162	16590	O_{2ls-kn}	700426	6581206	26,0	52,0	22.11.11				8,8			9,4	21,5	24,6	5,0	11,7		152,5	0,34					1,0	1,7		
163	16591	O_{3kl-kk}	700423	6581201	5,0	15,5	04.09.19	7,8	0,05	580	7,2	-12,4	-87,6	95,0	20,0	2,1	2,1	<3,5	100,0	257,0	0,27	<0,04	<0,013	11,00	0,109	7,7	6,2	0,43	190
164	16592	O_{2ls-kn}	692693	6574501	70,2	95,0	23.09.19	11,5	0,1	630	7,5	-13,7	-98,8	65,0	31,0	39,0	9,9	6,7	15,0	429,0	0,72	0,65	0,304	<0,09	<0,007	2,2	8,0	0,6	21
165	16664	O_{2ls-kn}	665503	6583360	9,3	35,0	21.08.19	7,8	0,03	1523	7,0	-11,5	-83,6	203,0	84,0	16,0	22,0	46,7	530,0	370,0	0,45	0,40	0,300	0,41	<0,007	10,0	7,6	0,38	55
166	16672	O_{3kl-kk}	693818	6575810	55,0	57,8	25.09.19	8,2	0,07	845	7,2	-12,3	-87,1	138,0	40,0	7,9	5,0	13,0	110,0	492,0	4,80	3,00	0,053	0,21	<0,007	7,2	6,3	0,3	61
167	16703	O_{3kl-kk}	683324	6576424	10,5	32,5	31.10.02				7,2			99,0	40,0	6,2	9,2	9,6	131,0		0,42								
168	16703	O_{3kl-kk}	683324	6576424	10,5	32,5	01.11.05				6,9			144,3	50,9	10,7	6,5	16,0	230,0	439,3	0,09					1,0	6,3		
169	16703	O_{3kl-kk}	683324	6576424	10,5	32,5	09.11.10				7,0			164,3	63,2	8,0	8,0	18,1	309,4	439,3			1,060		0,012	2,2	5,7		
170	16749	O_{2ls-kn}	661765	6582144	17,5	50,0	21.08.19	8,7	0,03	440	7,5	-12,0	-84,9	60,2	34,5	5,4	5,9	6,4	17,0	351,0	0,35	0,32	0,190	0,14	<0,007	4,2	11,0	0,5	<10
171	16837	O_{2ls-kn}	686721	6588966	14,0	35,0	27.08.19	9,7	0,06	1242	7,0	-12,7	-92,1	185,0	60,0	42,0	7,6	70,0	388,0	353,0	0,31	0,16	0,030	0,57	0,032	3,4	7,2	0,36	24
172	16914	O_{2ls-kn}	685818	6579983	46,0	72,0	14.08.19	12,6	0,1	642	7,7																		
173	16919	O_{2ls-kn}	693189	6579597	4,5	41,0	09.11.10				6,9			194,4	60,8	15,0	7,3	33,0	352,7	463,7			0,090	10,60		1,6	4,1		
174	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	24.11.96																						
175	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	22.05.97																						
176	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	05.08.97																						
177	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	01.10.97																						
178	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	07.12.97																						

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
179	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	21.04.98																						
180	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	27.05.98																						
181	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	28.07.98																						
182	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	29.09.98																						
183	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	04.06.99																						
184	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	28.07.99																						
185	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	22.09.99																						
186	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	07.04.00	6,8		7220																			
187	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	29.06.00																						
188	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	22.08.00	7		7140	11,8																		
189	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	04.10.00	6,9		7200	11,7																		
190	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	15.05.02	7,5		3770	11,3																		
191	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	02.07.02	7,2		3720	10,6																		
192	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	29.08.02	8,3		3610	10,6																		
193	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	08.10.02	7,5		3700	10,6																		
194	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	14.05.03	7		3710	11,4																		
195	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	29.07.03	7,2		3760																			
196	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	07.10.03	7,5		3790	11,5																		
197	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	06.07.04	7,2		3630	11,2																		
198	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	02.09.04	7,1		3640	11,2																		
199	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	12.10.04	6,7		3640	10,6																		
200	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	12.07.05	7,2		3720	10,7																		
201	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	31.08.05	6,9			11,1																		
202	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	19.10.05	6,9		4560	11,1																		
203	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	05.06.06	7,3		3630																			
204	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	30.08.06	7,4		2160																			
205	18399	O_{2ls-kn}	682237	6588307	10,2	17,4	13.10.08	7,2		2000	11,3																		
206	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	24.11.96																						
207	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	22.05.97																						
208	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	05.08.97																						
209	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	01.10.97																						
210	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	07.12.97																						
211	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	21.04.98																						
212	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	27.05.98																						
213	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	28.07.98																						
214	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	29.09.98																						

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
215	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	04.06.99																						
216	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	28.07.99																						
217	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	22.09.99																						
218	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	28.10.99	6,9		739	4,3																		
219	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	07.04.00																						
220	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	29.06.00																						
221	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	22.08.00	7,4		750	8,7																		
222	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	04.10.00	7,3		753	8,6																		
223	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	15.05.02	7,4		800	8,4																		
224	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	02.07.02	7,9		789	7,9																		
225	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	29.08.02	7,3		780	8,1																		
226	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	08.10.02	7,7		770	7,8																		
227	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	14.05.03	6,9		783	8,2																		
228	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	29.07.03	7,9		760																			
229	18400	O-Cm	682225	6588291	37,2	52,2	07.10.03	7,6		798	8,0																		
230	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		10.08.17				7,2			161,5	35,6	250,0	13,5	522,2	8,0	439,2	1,12		1,660	14,00	0,190	7,0	13,7		
231	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		19.10.17												17,0										
232	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		08.08.18				7,5			100,0	33,0	45,0	15,0	91,0	20,0	440,0	0,65		5,600	4,40	0,260	5,7			
233	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		23.08.16				7,2			113,6	19,4	77,5	12,5	97,6	21,0	475,8	0,06			6,30		4,6	17,1		
234	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		05.09.19				7,4			121,0	32,0	75,0	15,0	160,0	22,0	409,0	0,10		0,859	29,00	0,308	7,6			
235	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		17.09.13				7,3			108,2	29,5	60,0	14,5	119,5	22,2	439,2	1,76		3,220			8,6	13,5		
236	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		10.08.10				7,3			101,2	26,5	17,5	10,6	41,1	24,3	408,7	0,20		1,380	18,80	0,349	4,4	8,7		
237	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		14.07.11				7,4			91,4	26,0	27,1	10,5	70,9	26,7	329,4	0,10			27,50	0,461	2,7	10,7		
238	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		15.08.12				7,0			146,3	38,1	154,3	15,0	361,3	49,5	378,3	0,23		1,610	9,80	0,284	2,5	11,4		
239	19028	O_{2ls-kn}	666077	6592330	3,4		04.11.15				7,3			102,2	32,7	55,0	15,0	111,7		500,3	1,31		12,520		0,019	7,9	9,8		
240	19063	O_{3kl-kk}	692064	6587122	4,5	20,0	27.08.19	9	4,95	1535	7,1			322,0	48,0	17,0	13,0	41,0	515,0	570,0	4,10	3,38	0,060	3,50	0,036	10,0	8,6	0,27	84
241	19079	O_{3kl-kk}	670788	6578333	5,8	22,0	12.06.14				7,0			106,0	14,3	4,0	2,5	11,7	45,3	341,7	2,04		0,130	5,00	0,004	6,9	7,3		
242	19079	O_{3kl-kk}	670788	6578333	5,8	22,0	16.09.14				6,9			116,0	15,1	3,3	3,0	8,5	48,9	359,9	0,13		0,110	14,50	0,028	7,8	8,2		
243	19081	O_{3kl-kk}	672407	6576606	4,0	30,9	03.09.19	8,5	0,011	568	7,2	-11,7	-82,1	108,0	18,0	2,7	4,5	<3,5	50,0	342,0	0,24	<0,04	0,021	0,13	<0,007	8,0	6,9	0,28	41
244	19082	O_{2ls-kn}	672404	6576609	33,5	58,0	03.09.19	8,5	0,022	507	7,7	-14,8	-106,9	40,0	23,0	50,0	9,0	11,0	15,0	332,0	0,23	0,15	0,237	0,14	<0,007	1,6	8,1	0,96	19
245	19084	O_{2ls-kn}	675819	6575138	38,5	63,0	16.09.14				7,3			128,1	16,3	4,6	4,5	6,7	55,6	366,0	0,16			9,20	0,147	2,9	6,6		
246	19084	O_{2ls-kn}	675819	6575138	38,5	63,0	12.06.14				7,1			121,6	17,9	5,2	4,0	13,5	56,4	390,5	0,07		0,400	7,30	0,043	1,8	6,3		
247	19498	O_{3kl-kk}	689345	6585931	28,0		03.09.19	7,5	11,52	748	8,1			145,0	17,0	4,4	2,1	3,8	120,0	384,0	90,00	17,11	0,015	0,65	<0,007	33,0	12,0	0,5	3100
248	19498	O_{3kl-kk}	689342	6585929	28,0		15.08.12				6,8			223,8	53,0	15,0	16,4	45,4	377,3	475,9	0,19		0,520	10,70	0,010	2,2	5,6		
249	19498	O_{3kl-kk}	689342	6585929	28,0		20.07.11				7,0			217,0	62,7	7,8	14,4	33,0	508,6	341,6	4,50		2,660	0,40	0,004	3,5	5,0		
250	19498	O_{3kl-kk}	689342	6585929	28,0		01.11.05				6,8			303,8	78,7	10,6	10,6	33,3	689,1	457,6	5,91		0,510	0,40	0,018	1,3	8,2		

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
251	19499	O_{2ls-kn}	723485	6577580	14,5	50,0	28.08.18				7,7			30,0	21,0	66,0	7,5	40,0	1,1	310,0	0,72		0,220	0,10	0,016	1,9			
252	19499	O_{2ls-kn}	723485	6577580	14,5	50,0	14.09.10				10,5			46,1	1,7	41,3	35,5	49,6	3,3	85,4	0,06		0,070	0,40	0,004	2,3	5,3		
253	19499	O_{2ls-kn}	723485	6577580	14,5	50,0	13.09.11				9,8			6,2	4,4	41,7	26,7	53,5	3,3	54,9	0,03		0,070	0,40	0,004	0,6	6,1		
254	19499	O_{2ls-kn}	723485	6577580	14,5	50,0	18.09.12				9,3			8,4	0,6	44,0	25,0	62,0	3,3	42,7	0,03		0,070	2,60	0,004	2,3	4,4		
255	19499	O_{2ls-kn}	723485	6577580	14,5	49,6	18.09.19	8	<0,2	570	8,0	-15,6	-114,5	26,0	18,0	52,0	8,9	49,0	6,2	230,0	0,29	0,12	0,320	0,93	0,230	1,3	10,0	0,47	< 20
256	19499	O_{2ls-kn}	723485	6577580	14,5	50,0	14.09.16				8,8			13,4	1,8	50,0	19,3	60,6	16,0	67,1	0,02		0,070	0,90	0,471	2,2	6,1		
257	19499	O_{2ls-kn}	723485	6577580	14,5	50,0	20.09.17				9,2			25,1	2,3	52,5	20,0	57,4	18,0	109,8	0,03		0,070	4,10	0,004	2,3	8,3		
258	19499	O_{2ls-kn}	723485	6577580	14,5	50,0	15.09.09				10,9			7,0	0,6	40,0	23,6	45,4	21,8	67,1	0,06		0,070	0,40	1,019	0,8	6,4		
259	19506	O_{2ls-kn}	726170	6579481	19,6	42,0	21.04.89				8,0			26,5	20,5	100,0	6,4	33,3		372,0	0,02				0,620	0,8	12,5		
260	19513	O_{2ls-kn}	724001	6575830	23,0	50,0	02.06.89				7,9			40,7	19,1	20,0	4,8	20,2	12,0	244,1	0,19					3,6	13,5		
261	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	28.08.18				6,9			110,0	39,0	13,0	7,6	37,0	0,1	510,0	3,40		1,500	0,10	0,016	8,7			
262	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	12.04.89				7,7			97,2	34,1	11,0	8,0	6,7	2,0	512,6	0,80		0,050	2,50	0,006	7,3	28,6		
263	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	13.09.10				7,2			108,0	29,9	12,0	6,7	21,3	3,3	494,1	3,69		0,750	0,40	0,004	10,0	18,9		
264	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	17.09.12				6,7			106,6	34,3	13,0	7,0	35,5	3,3	488,1	3,12		1,180	0,40	0,004	6,6	14,0		
265	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	23.09.13				6,4			106,2	32,2	10,0	5,2	30,1	3,3	494,2	4,54		1,040	0,40	0,004	13,5	16,4		
266	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	14.09.16				6,8			109,4	30,6	11,7	6,0	28,7	3,3	494,1	4,28		1,010	0,40	0,004	9,1	17,2		
267	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	20.09.17				7,0			103,0	28,6	11,0	6,0	15,2	3,3	494,1	4,26		1,350	0,40	0,004	9,5	17,6		
268	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	12.09.11				6,9			104,6	34,9	12,5	7,0	31,9	5,4	488,1	2,85		2,030	0,40	0,004	9,8	16,7		
269	19522	O_{2ls-kn}	726864	6580740	19,7	36,5	18.09.19	8	<0,2	840	6,9	-9,5	-71,7	110,0	39,0	14,0	6,9	31,0	0,0	500,0	3,90	3,70	1,100	<0,20	<0,016	8,7	21,0	0,34	38
270	19522	O_{2ls-kn}	726863	6580741	19,7	37,5	26.03.13																						
271	19532	O_{2ls-kn}	732430	6586026	20,5	26,4	15.09.09				7,6			48,5	33,7	20,0	7,3	10,3	3,3	378,3	0,52		0,440	0,40	0,004	1,0	9,4		
272	19532	O_{2ls-kn}	732430	6586026	20,5	26,4	11.09.12				7,1			67,9	25,4	17,5	7,2	16,7	3,3	372,2	0,42		0,070	0,40	0,004	1,3	9,2		
273	19532	O_{2ls-kn}	732430	6586026	20,5	26,4	28.08.18				7,3			51,0	39,0	22,0	7,7	16,0	9,5	380,0	0,60		0,260	0,10	0,016	1,8			
274	19532	O_{2ls-kn}	732430	6586026	20,5	26,5	18.09.19	9	<0,2	606	7,4	-11,4	-80,8	58,0	36,0	18,0	7,5	13,0	9,9	370,0	0,61	0,59	0,320	<0,20	<0,016	1,1	12,0	0,31	< 20
275	19532	O_{2ls-kn}	732430	6586026	20,5	26,4	05.09.11				7,3			47,3	38,5	19,0	8,0	8,5	16,0	366,1	0,36		0,070	0,40	0,004	0,5	9,0		
276	19532	O_{2ls-kn}	732430	6586026	20,5	26,4	02.11.17																						
277	19540	O_{2ls-kn}	682709	6588846	7,0	14,0	03.07.96																						
278	19540	O_{2ls-kn}	682709	6588846	7,0	14,0	22.10.96																						
279	19541	O-Cm	682760	6588855	31,5	53,0	21.05.96																						
280	19541	O-Cm	682760	6588855	31,5	53,0	03.07.96																						
281	19541	O-Cm	682760	6588855	31,5	53,0	22.10.96																						
282	19541	O-Cm	682760	6588855	31,5	53,0	24.11.96																						
283	19541	O-Cm	682760	6588855	31,5	53,0	22.05.97																						
284	19541	O-Cm	682760	6588855	31,5	53,0	05.08.97																						
285	19541	O-Cm	682760	6588855	31,5	53,0	01.10.97																						
286	19542	O_{2ls-kn}	682719	6589046	4,0	17,8	07.09.20	8,2	0,2	2061	6,8			196,0	30,0	39,0	300,0	180,0	420,0	601,0	3,40	2,80	0,240	<0,09	<0,007	8,6	14,0	0,32	190

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
287	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	21.05.96																						
288	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	03.07.96																						
289	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	22.10.96																						
290	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	24.11.96																						
291	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	22.05.97																						
292	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	05.08.97																						
293	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	01.10.97																						
294	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	21.04.98																						
295	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	27.05.98																						
296	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	28.07.98																						
297	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	29.09.98																						
298	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	04.06.99																						
299	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	28.07.99																						
300	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	22.09.99																						
301	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	07.04.00	7,2		4810																			
302	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	29.06.00	7,8		5320	8,9																		
303	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	22.08.00	7,8		5690	9,3																		
304	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	04.10.00	7,8		5650	8,9																		
305	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	15.05.02	7,6		3199	8,2																		
306	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	02.07.02	7,4		3410	9,6																		
307	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	29.08.02	7,9		3820	10,3																		
308	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	08.10.02	8		3875	9,9																		
309	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	14.05.03	6,3		2520	7,2																		
310	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	29.07.03	8,2		2990																			
311	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	07.10.03	8,6			7,0																		
312	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	06.07.04	7		2930	7,2																		
313	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	02.09.04	7,7		2920	7,2																		
314	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	12.10.04	7,9		3050	6,9																		
315	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	12.07.05	7,1		3110	7,3																		
316	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	31.08.05	7,8		2770	7,1																		
317	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	19.10.05	7,9		2960	7,3																		
318	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	13.06.06	7		2440											318,0	254,0							
319	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	30.08.06	7,4		2200											511,0	375,0							
320	19542	O_{2ls-kn}	682709	6589275	4,0	17,8	13.10.08	8,5		2000	7,0										285,0	206,0							
321	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	22.05.97																						
322	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	04.06.99																						

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
323	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	22.09.99																						
324	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	28.10.99	7,5		904	4,8																		
325	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	07.04.00	7,7		828																			
326	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	22.08.00	8,2		814	7,5																		
327	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	04.10.00	7,7		820	7,6																		
328	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	14.05.03	7,4		840	7,5																		
329	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	29.07.03	8,2		827																			
330	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	06.07.04	8,1		848	7,5																		
331	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	02.09.04	7,6		857	7,4																		
332	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	12.10.04	7,6		855	7,2																		
333	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	12.07.05	7,9		840	7,6																		
334	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	31.08.05	7,5		846	7,4																		
335	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	21.08.08	7,7		553	7,6						11,0	17,0											
336	19543	O-Cm	682943	6589130	27,0	49,0	13.10.08	7,5		596	7,5																		
337	19544	O_{2ls-kn}	682542	6590243	5,0	20,5	02.10.19	8,4	1,52	621	7,1	-11,7	-83,2	109,0	22,0	2,8	2,3	6,0	47,0	383,0	0,15	0,05	<0,013	0,55	0,007	2,9	5,8	0,3	< 10
338	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	22.05.97																						
339	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	04.06.99																						
340	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	28.07.99																						
341	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	22.09.99																						
342	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	28.10.99	7,1		878	6,9																		
343	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	07.04.00	6,7		812																			
344	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	22.08.00	7,2		901	7,3																		
345	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	04.10.00	7,1		919	7,5																		
346	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	29.07.03	7		896																			
347	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	06.07.04	6,5		848	7,4																		
348	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	02.09.04	7,3		895	7,4																		
349	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	12.07.05	6,8		846	7,3																		
350	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	31.08.05	7,2		1470	7,2																		
351	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	30.08.06	7,3		1490																			
352	19544	O_{2ls-kn}	682443	6590304	5,0	20,5	14.10.08	9,8		640	7,1																		
353	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	03.07.96																						
354	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	04.06.99																						
355	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	07.04.00	7,5		769																			
356	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	22.08.00	7,4		780	7,5																		
357	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	06.07.04	7		813	7,6																		
358	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	02.09.04	7,2		814	7,6																		

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
359	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	12.10.04	7		1060	7,3																		
360	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	31.08.05	7,1		1440	7,6																		
361	19545	O-Cm	682486	6590278	27,0	50,0	19.10.05	7		828	7,4																		
362	19548	O_{2ls-kn}	683934	6589364	6,7	26,3	12.07.05	8,4		1740	7,0						10,0	154,0											
363	19548	O_{2ls-kn}	683934	6589364	6,7	26,3	31.08.05	7,9		1680	6,9						10,0	132,0											
364	19548	O_{2ls-kn}	683934	6589364	6,7	26,3	19.10.05	7,7		1700	6,8						9,5	117,0											
365	19548	O_{2ls-kn}	683934	6589364	6,7	26,3	21.11.05	7,7		1600	6,7						6,0	126,0											
366	19548	O_{2ls-kn}	683934	6589364	6,7	26,3	21.08.08	8,3		1528	6,7						16,0	170,0											
367	19548	O_{2ls-kn}	683934	6589364	6,7	26,3	14.10.08	8,2		1575	6,9						16,0	181,0											
368	19549	O-Cm	683678	6589258	33,0	55,0	12.07.05	8,2		839	7,6						9,5	11,0											
369	19549	O-Cm	683678	6589258	33,0	55,0	19.10.05	7,7		857	7,4						9,5	8,3											
370	19549	O-Cm	683678	6589258	33,0	55,0	21.08.08	8,3		584	7,4						11,0	9,5											
371	19550	O_{2ls-kn}	684073	6589427	3,9	26,2	31.08.05	8		2860	6,9						11,0	86,0											
372	19550	O_{2ls-kn}	684073	6589427	3,9	26,2	21.11.05	9,2		1590	6,9						9,0	86,0											
373	19554	O_{2ls-kn}	682436	6587056	8,9	34,0	21.05.96																						
374	19554	O_{2ls-kn}	682436	6587056	8,9	34,0	22.10.96																						
375	19554	O_{2ls-kn}	682436	6587056	8,9	34,0	24.11.96																						
376	19555	O-Cm	682435	6587055	37,0	55,0	21.05.96																						
377	19555	O-Cm	682435	6587055	37,0	55,0	03.07.96																						
378	19555	O-Cm	682435	6587055	37,0	55,0	22.10.96																						
379	19555	O-Cm	682435	6587055	37,0	55,0	24.11.96																						
380	19556	O_{2ls-kn}	681852	6586334	10,0	16,0	04.06.99																						
381	19556	O_{2ls-kn}	681852	6586334	10,0	16,0	14.05.03	5,8		1270	7,1																		
382	19556	O_{2ls-kn}	681852	6586334	10,0	16,0	06.07.04	6,9		1560	7,3																		
383	19556	O_{2ls-kn}	681852	6586334	10,0	16,0	02.09.04	5,9		1260	7,1																		
384	19556	O_{2ls-kn}	681852	6586334	10,0	16,0	12.10.04	6,1		1240	6,9																		
385	19556	O_{2ls-kn}	681852	6586334	10,0	16,0	12.07.05	5,7		1210	7,2																		
386	19556	O_{2ls-kn}	681852	6586334	10,0	16,0	31.08.05	5,9		2240	7,1																		
387	19556	O_{2ls-kn}	681852	6586334	10,0	16,0	20.10.08	6,7		857	7,1																		
388	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	03.07.96																						
389	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	21.04.98																						
390	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	04.06.99																						
391	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	28.07.99																						
392	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	22.08.00	6,9		1270	7,4																		
393	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	02.09.04	6,5		1300	7,3																		
394	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	12.10.04	6,4		1290	6,9																		

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
395	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	31.08.05	6,6		2370	7,1																		
396	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	30.08.06	6,7		2080																			
397	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	20.10.08	6,7		982	7,1																		
398	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	09.05.12	7		1046	7,2																		
399	19557	O-Cm	681877	6586300	40,0	60,0	12.06.13	7		869	7,2																		
400	19558	O_{2ls-kn}	681191	6586502	9,8	35,0	03.09.20	8	0,2	1017	6,9			173,0	28,0	15,0	3,7	25,0	230,0	370,0	2,20	2,10	0,062	<0,09	<0,007	6,0	9,4	0,24	120
401	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	23.08.16				6,9			111,8	15,6	6,5	3,0	15,2	43,2	360,0	0,25		0,150	0,40	0,004	6,5	11,1		
402	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	06.07.17				7,4			87,6	7,0	3,7	2,0	3,5	45,7	262,3	0,44		0,100	0,40	0,004	12,8	9,9		
403	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	18.07.14				6,9			85,4	10,7	5,0	2,5	9,9	48,6	268,5	0,52		0,310	0,40	0,004	7,5	9,9		
404	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	15.07.15				7,3			103,0	14,1	4,8	2,0	5,0	68,7	311,1	0,18		0,070	0,40	0,004	7,8	11,8		
405	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	27.07.09				7,1			105,2	12,5	5,0	3,0	17,0	70,0	305,1	1,01		0,300	0,40	0,004	12,2	13,8		
406	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	12.08.13				7,1			119,0	13,2	6,4	3,0	10,3	80,2	341,6	0,30		0,070	1,90	0,004	9,3	11,8		
407	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	26.09.12				7,1			131,9	16,9	7,5	3,0	13,5	107,4	366,0	0,49		0,070	0,40	0,004	8,5	11,4		
408	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	17.09.18				7,1			120,0	38,0	8,5	2,9	16,0	110,0	390,0	0,30		0,190	0,10	0,016	7,5			
409	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	24.09.19				7,3			130,0	18,0	7,0	2,6	11,0	140,0	320,0	0,42		0,140	0,20	0,016	6,0			
410	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	27.08.19				7,2			130,0	21,0	8,1	2,9	13,4	143,0	315,0	0,49		0,090	0,19	0,007	4,3	12,0		
411	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	38,0	27.08.19	8,1	0,04	680	7,2	-11,9	-85,2	130,0	21,0	8,1	2,9	13,4	143,0	315,0	0,49	0,45	0,090	0,19	<0,007	4,3	12,0	0,33	170
412	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	09.09.10				7,0			143,9	19,4	8,0	3,0	23,0	156,8	366,1	0,42		0,670	0,40	0,013	15,8	13,4		
413	19560	O_{2ls-kn}	681087	6585437	6,0	32,1	20.07.11				7,2			155,7	22,6	9,4	3,0	16,7	197,5	347,7	0,69		0,120	0,40	0,004	5,7	9,8		
414	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	04.05.05				7,9							6,0	40,0	380,0	0,13		0,130	2,40	0,010				
415	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	10.08.10				7,0			293,6	56,5	40,0	18,3	306,7	351,4	353,8	1,33		0,450	0,40	0,004	8,9	6,0		
416	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	03.08.09				6,8			416,6	90,3	30,0	8,0	532,9	458,8	311,1	1,22		0,410	0,40	0,004	14,0	5,4		
417	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	16.08.12				6,8			294,6	69,8	22,0	38,2	215,2	492,9	378,3	1,13		0,670	0,40	0,006	6,7	5,7		
418	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	12.08.13				6,9			302,6	46,9	16,0	37,5	131,5	560,5	335,5	2,78		0,640	0,40	0,004	10,2	6,6		
419	19606	O_{2ls-kn}	665379	6583401	7,0	40,1	23.09.19	7,9	0,036	1718	6,8	-11,3	-82,1	236,0	89,0	9,0	16,0	42,0	600,0	387,0	1,30	1,15	0,105	0,23	<0,007	6,4	7,1	0,27	120
420	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	25.11.14				7,0			300,0	57,2	13,8	25,0	104,2	609,8	341,7	3,17		1,020	0,90	0,004	8,3	6,5		
421	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	20.07.11				6,9			515,0	104,0	44,3	17,9	659,4	625,1	298,9	2,50		0,620	0,40	0,004	14,8	6,3		
422	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	09.10.17												740,0										
423	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	27.08.18				7,0			360,0	67,0	10,0	15,0	31,0	770,0	370,0	1,60		0,120	0,10	0,016	7,6			
424	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	26.10.16				7,0			352,1	65,9	10,0	19,2	104,5	785,6	317,3	1,57		0,070	0,40	0,006	7,7	5,9		
425	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	02.06.15																						
426	19606	O_{2ls-kn}	665372	6583405	7,0	40,1	17.05.16																						
427	19607	O_{3kl-kk}	665391	6583403	1,2	7,0	06.06.12				7,3							11,0	150,0	398,0	0,47		0,040	74,00	0,018				
428	19607	O_{3kl-kk}	665391	6583403	1,2	7,0	21.08.19	7,9	0,26	1547	6,8	-11,0	-80,7	257,0	56,0	9,3	20,0	69,7	470,0	381,0	<0,02	<0,04	0,020	1,80	0,050	12,0	6,0	0,2	41
429	19607	O_{3kl-kk}	665391	6583403	1,2	7,0	19.09.08																						
430	19607	O_{3kl-kk}	665391	6583403	1,2	7,0	11.02.11																						

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
431	19607	O_{3kl-kk}	665391	6583403	1,2	7,0	17.05.06																						
432	19607	O_{3kl-kk}	665391	6583403	1,2	7,0	16.06.16																						
433	19608	O_{2ls-kn}	662743	6583973	6,5	41,0	21.08.19	7,1	0,1	1282	7,1	-11,1	-81,5	177,0	66,0	4,9	7,5	4,6	460,0	298,0	0,13	0,06	0,300	0,10	<0,007	6,9	6,3	0,26	45
434	19608	O_{2ls-kn}	662743	6583973	6,5	41,0	09.06.15																						
435	19608	O_{2ls-kn}	662743	6583973	6,5	41,0	17.05.16																						
436	19608	O_{2ls-kn}	662743	6583973	6,5	41,0	19.09.19																						
437	19609	O_{3kl-kk}	662744	6583971	1,4	6,5	19.09.08																						
438	19609	O_{3kl-kk}	662744	6583971	1,4	6,5	01.11.16																						
439	19610	O_{2ls-kn}	661369	6585769	7,2	41,0	17.05.16																						
440	19611	O_{3kl-kk}	661368	6585783	1,1	6,4	11.02.11																						
441	19611	O_{3kl-kk}	661368	6585783	1,1	6,4	02.06.15																						
442	19612	O_{3kl-kk}	660784	6584676	1,0	9,5	11.02.11																						
443	19612	O_{3kl-kk}	660784	6584676	1,0	9,5	06.10.11																						
444	19612	O_{3kl-kk}	660784	6584676	1,0	9,5	23.10.12																						
445	19613	O_{3kl-kk}	662590	6583640	2,2	14,3	06.11.11				7,3							9,5	71,0	354,0	0,12		0,020	0,18	0,007				
446	19613	O_{3kl-kk}	662590	6583640	2,2	14,3	04.05.05																						
447	19613	O_{3kl-kk}	662590	6583640	2,2	14,3	19.09.08																						
448	19613	O_{3kl-kk}	662590	6583640	2,2	14,3	11.02.11																						
449	19613	O_{3kl-kk}	662590	6583640	2,2	14,3	17.05.16																						
450	19615	O_{3kl-kk}	665474	6583165	0,9	13,0	11.02.11				8,0							190,0	5,0	180,0	0,72		0,210	0,20					
451	19620	O_{2ls-kn}	670208	6584897	6,3	23,7	01.09.20	10,3	0,4	1016	6,9			168,0	18,0	30,0	7,3	63,0	120,0	400,0	0,04	<0,02	<0,013	11,00	0,008	2,5	7,3	0,23	<10
452	19631P	O_{2ls-kn}	674063	6582219	13,5	36,0	16.12.19	7,2	0,2	702	8,4								39,0		2,70								
453	19635	O_{2ls-kn}	679632	6585060	5,0	36,6	03.09.20	9,3	0,6	522	6,9			89,0	31,0	7,1	9,0	9,5	56,0	375,0	0,44	0,40	0,065	0,13	<0,007	1,4	8,2	0,35	16
454	19652	O_{2kn-vl}	672303	6588285	13,6	17,4	02.09.20	7,7	3,4	496,4	7,2			84,0	13,0	3,9	0,8	5,4	33,0	281,0	1,90	1,80	0,071	0,24	<0,007	2,4	7,2	0,21	89
455	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	22.05.97																						
456	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	05.08.97																						
457	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	01.10.97																						
458	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	07.12.97																						
459	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	21.04.98																						
460	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	27.05.98																						
461	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	29.09.98																						
462	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	04.06.99																						
463	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	28.07.99																						
464	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	22.09.99																						
465	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	28.10.99	7		7380	4,0																		
466	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	07.10.03	7,5		3790	10,8																		

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
467	19768	O_{2ls-kn}	682114	6587975	10,0	18,2	13.06.06	7,8		3760																			
468	19769	O	681287	6587750	7,1	15,8	27.05.98																						
469	19769	O	681287	6587750	7,1	15,8	04.06.99																						
470	19769	O	681287	6587750	7,1	15,8	28.07.99																						
471	19769	O	681287	6587750	7,1	15,8	22.09.99																						
472	19769	O	681287	6587750	7,1	15,8	28.10.99	6,7		1090	4,5																		
473	19770	O_{2ls-kn}	680863	6587698	7,6	15,5	01.10.97																						
474	19770	O_{2ls-kn}	680863	6587698	7,6	15,5	04.06.99																						
475	19770	O_{2ls-kn}	680863	6587698	7,6	15,5	28.10.99	7,3		1330	4,4																		
476	19770	O_{2ls-kn}	680863	6587698	7,6	15,5	07.10.03	7,6		1220	7,1																		
477	19770	O_{2ls-kn}	680863	6587698	7,6	15,5	31.08.05	7			7,1																		
478	19770	O_{2ls-kn}	680863	6587698	7,6	15,5	30.08.06	7,7		1180																			
479	19770	O_{2ls-kn}	680863	6587698	7,6	15,5	13.10.08	7,5		933	7,2																		
480	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	22.05.97																						
481	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	05.08.97																						
482	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	01.10.97																						
483	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	07.12.97																						
484	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	21.04.98																						
485	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	27.05.98																						
486	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	28.07.98																						
487	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	29.09.98																						
488	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	04.06.99																						
489	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	28.07.99																						
490	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	22.09.99																						
491	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	07.04.00	7,1		3740																			
492	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	29.06.00	7		3490	6,8																		
493	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	22.08.00	6,9		3590	7,2																		
494	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	04.10.00	7,1		3600	7,0																		
495	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	15.05.02	7,5		2570	7,0																		
496	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	02.07.02	7		2660	7,0																		
497	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	29.08.02	7,2		2660	7,1																		
498	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	08.10.02	7,1		2670	6,9																		
499	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	14.05.03	6,9		2720	7,0																		
500	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	29.07.03	7,3		2680																			
501	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	07.10.03	7,6		2760	7,0																		
502	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	06.07.04	6,6		2650	7,2																		

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
503	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	02.09.04	6,7		2730	7,3																		
504	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	12.10.04	6,7		2830	7,2																		
505	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	12.07.05	6,8		2660	7,7																		
506	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	31.08.05	6,8		2860	7,7																		
507	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	19.10.05	7		3530	7,6																		
508	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	05.06.06	7,1		2780																			
509	19771	O	681767	6587958	7,4	11,0	30.08.06	6,9		2150																			
510	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	22.05.97																						
511	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	27.05.98																						
512	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	28.07.98																						
513	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	04.06.99																						
514	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	28.07.99																						
515	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	07.04.00	10,3		752																			
516	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	22.08.00	11,1		736	7,9																		
517	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	04.10.00	10,7		750	7,2																		
518	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	07.10.03	10,4		793	7,8																		
519	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	06.07.04	10,4		771	7,8																		
520	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	02.09.04				7,9																		
521	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	12.10.04	10,1		795	7,5																		
522	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	12.07.05	10,9		771	7,8																		
523	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	31.08.05	11,2		760	7,6																		
524	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	05.06.06	10,4		773																			
525	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	30.08.06	10,5		1200																			
526	19772	O-Cm	683720	6587433	44,0	55,5	13.10.08	10,4		552	7,9																		
527	19818	O_{2ls-kn}	683606	6588609	4,9	14,0	21.08.08	12,7		2000	6,7									1400,0	1200,0								
528	19818	O_{2ls-kn}	683606	6588609	4,9	14,0	14.10.08	12,4		2000	7,3									903,0	1310,0								
529	19818	O_{2ls-kn}	683606	6588609	4,9	14,0	14.06.11	10		8670	10,8																		
530	19818	O_{2ls-kn}	683606	6588609	4,9	14,0	09.05.12	11		575	9,7																		
531	19970	O	681712	6588092			13.10.08	7,3		2000	9,7																		
532	19970	O	681712	6588092			11.07.11	8		2240	6,8																		
533	19970	O	681712	6588092			10.05.12	8		3830	9,6																		
534	19970	O	681712	6588092			12.06.13	7		1953	7,0																		
535	19970	O	681712	6588092			26.06.14	8		2680	8,8																		
536	20105	O_{2ls-kn}	682599	6583550	31,8	39,0	02.09.20	8,2	0,4	1323	6,7			256,0	15,0	15,0	7,6	19,0	340,0	456,0	0,15	0,11	0,023	0,24	<0,007	5,1	6,8	0,19	<10
537	20281	O_{2ls-kn}	660979	6582724	22,0	35,0	04.06.15																						
538	20976	O_{3kl-kk}	682316	6571922	8,5	37,0	16.09.19	6,7	0,349	565	4,0	-11,9	-84,7	100,0	22,0	6,0	2,4	3,9	77,0	310,0	7,00	6,30	0,310	<0,20	<0,016	10,0	14,0	0,46	210

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
539	20977	O_{2ls-kn}	682321	6571924	40,5	71,5	16.09.19	9,1	0,264	453	8,0	-16,2	-119,1	16,0	15,0	70,0	7,9	21,0	1,2	290,0	2,50	1,10	0,180	<0,20	<0,016	0,0	6,2	1,7	< 20
540	20977	O_{2ls-kn}	682334	6571941	40,5	71,5	02.10.14				7,8			14,8	14,5	74,0	8,0	23,8		262,3	1,83				0,006	1,6	5,2		
541	20999	O_{3kl-kk}	700077	6581608	8,5	12,5	09.03.05				6,9			351,5	76,2	13,8	15,0	27,7	882,3	378,2	0,09			2,00		2,8	6,8		
542	21108	O_{3kl-kk}	700082	6581613	5,0	12,5	09.11.10				6,9			213,4	61,4	10,0	9,3	24,8	432,3	427,2				7,10		3,8	4,0		
543	21108	O_{3kl-kk}	700082	6581613	5,0	12,5	01.11.05				7,4			314,0	89,9	10,6	12,5	29,9	801,4	408,8	0,07		0,240	3,60	0,005	2,2	8,2		
544	21187	O_{2ls-kn}	693240	6584403			16.12.19	8,5	1,5	656	7,8																		
545	21583	O_{3kl-kk}	693249	6585629	7,5	15,0	22.08.19	10,1	0,04	1187	7,0	-12,3	-89,2	143,0	38,0	75,0	8,3	102,0	160,0	492,0	0,04	<0,04	<0,013	0,25	0,008	2,9	6,9	0,31	30
546	21849	O_{2ls-kn}	697502	6582716	22,5	40,0	04.09.19	8	0,049	976	7,4	-12,1	-86,4	134,0	16,0	19,0	27,0	32,0	170,0	440,0	3,00	1,80	0,112	0,21	<0,007	3,0	8,5	0,48	48
547	21849	O_{2ls-kn}	697502	6582716	22,5	40,0	09.09.20	8	0,2	1043	7,0			112,0	51,0	19,0	20,0	34,0	180,0	392,0	3,10	2,20	0,223	0,30	0,012	3,7	8,4	0,55	41
548	22410	O_{2ls-kn}	668847	6586201	5,3	26,0	15.10.19	8,1	0,1	654	7,0	-11,7	-82,9	100,0	27,0	6,0	3,4	6,2	78,0	353,0	0,43	0,40	0,109	0,11	<0,007	4,2	7,3	0,42	36
549	23176		689200	6590023			28.11.19							161,3	40,1	54,8	8,0	111,3	242,0	378,3									
550	23176		689200	6590023			28.11.19							161,3	40,1	54,8	8,0	111,3	242,0	378,3									
551	23373	O_{2ls-kn}	671718	6583188	7,0	15,0	01.09.20	7,3	0,3	873	6,9			156,0	15,0	20,0	3,3	33,0	140,0	360,0	0,28	0,04	0,031	<0,09	<0,007	1,6	6,9	0,36	22
552	24211	O_{2ls-kn}	673802	6583809	6,4	27,0	22.08.19	7,7	0,03	1567	6,9	-11,4	-82,4	267,0	39,0	7,6	11,0	13,6	540,0	368,0	3,10	2,97	3,500	0,21	<0,007	14,0	8,1	0,21	260
553	24943	O_{3kl-kk}	688530	6564656	30,0	60,0	12.09.19	6,9	0,087	610	7,1	-10,1	-75,1	112,0	16,0	4,3	3,0	<3,5	63,0	357,0	9,80	8,30	0,936	<0,09	0,009	21,0	21,0	1,3	960
554	24943	O_{3kl-kk}	688530	6564656	30,0	60,0	16.04.20	6,7	4,5	594,4	6,9	-10,4	-76,2	108,0	24,0	4,6	3,4	<3,5	64,0	387,0			0,536	1,10	<0,007				
555	25612	O_{3nb-rk}	665223	6542243	41,0	100,0	08.08.16				7,2			71,7	29,9	15,0	6,0	10,3	3,3	427,1	0,81		0,200	0,50	0,004	3,8	11,6		
556	25612	O_{3nb-rk}	665223	6542243	41,0	100,0	06.07.10				7,4			73,3	28,3	12,8	5,3	6,7		427,0	0,55		0,180			3,6	9,9		
557	25612	O_{3nb-rk}	665223	6542243	41,0	100,0	08.08.12				7,4			74,1	27,5	15,5	7,0	5,0		414,8	1,71					3,1	10,0		
558	25612	O_{3nb-rk}	665223	6542243	41,0	100,0	01.08.13				7,1			74,3	27,7	10,0	4,0	6,7		396,5	5,63					3,4	10,6		
559	25612	O_{3nb-rk}	665223	6542243	41,0	100,0	24.07.14				7,0			70,7	27,3	12,9	4,5	23,4		353,9	0,73		0,340			3,1	10,0		
560	25622	O_{3jh-kk}	697292	6580345	35,7	39,7	11.03.10				6,9			204,4	57,7	34,0	6,0	61,0	396,7	427,0	0,67			1,20	0,005	3,1	7,2		
561	25622	O_{3jh-kk}	697292	6580345	35,7	39,7	12.10.10				7,0			192,4	63,8	12,0	10,0	18,1	403,3	427,1	0,09		0,130	0,80		2,4	6,5		
562	25622	O_{3jh-kk}	697292	6580345	35,7	39,7	13.07.10				6,9			214,2	55,3	7,0	7,2	16,7	409,4	445,3	0,11			3,60		3,8	6,1		
563	25622	O_{3jh-kk}	697292	6580345	35,7	39,7	15.06.10				6,9			210,2	57,1	6,5	8,7	14,9	411,1	451,4	0,12			4,00	0,006	3,4	7,0		
564	25622	O_{3jh-kk}	697292	6580345	35,7	39,7	10.02.10				7,0			212,2	55,3	36,7	9,3	52,8	412,7	433,1	0,55			2,20	0,008	3,4	7,3		
565	25622	O_{3jh-kk}	697292	6580345	35,7	39,7	10.08.10				7,0			208,4	58,9	10,0	9,2	16,7	416,4	433,1	0,09			3,20		4,1	6,0		
566	25622	O_{3jh-kk}	697292	6580345	35,7	39,7	09.11.10				6,9			202,4	63,2	11,7	10,0	18,1	416,8	421,0			0,200	6,30		2,8	4,6		
567	25622	O_{3jh-kk}	697292	6580345	35,7	39,7	28.04.10				6,8			220,2	61,4	31,7	6,9	54,2	418,9	457,5	0,89			2,40	0,007	2,9	7,2		
568	25659	O_{3nb}	680700	6546057			03.07.19	10,4	1,1	420	7,9																		
569	25959	O_{2ls-kn}	661913	6583008	24,5	57,0	19.09.08																						
570	25959	O_{2ls-kn}	661913	6583008	24,5	57,0	30.09.09																						
571	25959	O_{2ls-kn}	661913	6583008	24,5	57,0	16.05.16																						
572	26251	O_{3id-kk}	693274	6586114	25,1		16.08.17				6,9			200,0	51,3	3,8	4,4	6,7	256,4	518,5	0,04			41,80	0,016	2,6	4,6		
573	26251	O_{3id-kk}	693274	6586114	25,1		27.07.16				6,8			231,7	53,5	10,8	4,5	37,2	329,2	512,5	0,13		0,230	23,90	0,005	3,2	5,3		
574	26251	O_{3kl-kk}	693274	6586114	5,0	25,0	28.08.19	8,1	0,08	1244	7,2	-11,7	-82,5	260,0	37,0	8,6	4,7	19,0	336,0	530,0	0,09	<0,04	<0,013	28,00	0,048	3,5	5,2	0,19	30

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
575	26254	O_{3id-kk}	693345	6581669	25,0	45,0	05.09.19	9,3	0,25	1173	7,0	-11,9	-85,2	162,0	32,0	59,0	5,0	130,0	120,0	427,0	<0,02	<0,04	0,046	4,00	0,039	1,6	6,4	0,18	< 10
576	26256	O_{3kl-kk}	700905	6569949	25,0	75,0	05.09.19	7	<0,2	553	7,5	-12,4	-88,3	53,0	37,0	9,0	6,8	9,6	33,0	310,0	0,16	0,16	0,280	<0,20	<0,016	< 1	8,1	0,47	< 20
577	26264	O_{2ls-kn}	715028	6573201	30,0	55,0	18.09.19	8	<0,2	1946	8,1	-18,7	-138,4	16,0	12,0	88,0	5,5	49,0	1,6	240,0	10,00	8,30	0,120	<0,20	0,020	14,0	9,0	0,61	46
578	26266	O_{3kl-kk}	665495	6584312	3,0	15,0	08.09.20	6,9	0,2	2802	6,8			375,0	42,0	40,0	240,0	660,0	380,0	306,0	7,80	7,70	<0,013	<0,09	<0,007	32,0	7,0	0,26	250
579	26267	O_{2ls-kn}	665492	6584322	20,0	40,0	08.09.20	6,9	0,1	3351	6,9			319,0	120,0	140,0	160,0	790,0	360,0	367,0	2,70	2,60	<0,013	0,42	<0,007	9,7	8,2	0,56	98
580	30410	O	683379	6592346		12,0	21.08.19	6,9	0,13	685	7,1	-11,9	-84,8	123,0	30,6	6,9	13,0	3,8	83,0	357,0	<0,02	<0,04	0,020	6,10	0,099	6,1	9,5	0,38	16
581	50273	O_{3kk}	666902	6584132	1,4	6,4	08.09.20	8,5	0,5	2567	6,9			117,0	8,8	46,0	460,0	360,0	240,0	547,0	3,10	2,90	0,278	<0,09	<0,007	20,0	11,0	0,77	140
582	50273	O_{3kk}	666902	6584132	1,4	6,4	03.06.13	8		18530	7,0																		
583	50273	O_{3kk}	666902	6584132	1,4	6,4	12.03.14	6,3		2210	7,1																		
584	50273	O_{3kk}	666902	6584132	1,4	6,4	14.10.14	9		2610	7,1																		
585	50274	O_{3kk}	666243	6583513	1,5	6,5	03.06.13	12		6270	6,8																		
586	50274	O_{3kk}	666243	6583513	1,5	6,5	12.03.14	11,8		7170	6,8																		
587	50275	O_{3kk}	666887	6583618	2,5	10,5	08.09.20	7,6	0,9	1492	6,7			210,0	21,0	30,0	77,0	52,0	340,0	428,0	0,57	0,48	0,022	0,34	<0,007	3,5	17,0	0,45	24
588	50275	O_{3kk}	666887	6583618	1,5	6,5	03.06.13	8		1334	7,0																		
589	50275	O_{3kk}	666887	6583618	1,5	6,5	12.03.14	8,4		1669	7,1																		
590	50275	O_{3kk}	666887	6583618	1,5	6,5	14.10.14	8,4		1540	7,2																		
591	52055	O_{3vv}	667532	6583661	3,4	9,1	01.07.13				7,9																		
592	52619	O_{3kk}	666302	6583487	4,5	6,5	23.10.14	6,4		3910	7,0																		
593	53032	O-Cm	724562	6577006	52	61,20	02.10.19	8,3	0,05	1278	7,1	-12,2	-91,0	131	8,22	55	26	6,5	< 5	582	6,40	5,30	0,176	15	<0,007	14	14	0,16	130
594	53032	O-Cm	724562	6577006	52	61,20	15.04.20	8,1	0,2	1253	7,0	-12,0	-90,9	135	65	58	24	202	< 5	578			0,353	1,4	<0,007				
595	53527	O-Cm	672722	6586753	24,0	40,0	18.09.19	12,5	0,2	1073	7,3																		
596	54422	O-Cm	692031	6560747	112	130,00	12.09.19	8,4	0,02	558	8,4	-19,1	-140,6	13	6,3	130	5,1	69	18	244	0,46	0,410	0,141	<0,09	<0,007	2,5	6	0,58	11
597	54441	O_{3kk}	659820	6583920	11,0	13,5	17.05.16																						
598	54441	O_{3kk}	659820	6583920	11,0	13,5	30.05.17																						
599	54495	O_{3kl-kk}	699856	6565818	17,0	40,0	04.10.19	8,1	4,55	650	7,5	-11,8	-83,2	62,0	27,0	6,3	46,0	9,3	22,0	377,0	0,12	0,04	0,087	21,00	<0,007	1,0	5,5	<0,1	< 10
600	54765	O-Cm	681802	6579561	65,5	88,00	27.08.19	8,3	0,04	551	7,9	-14,5	-106,2	35	23	73	8,6	22,4	< 5	354	1,90	1,42	0,14	0,32	<0,007	2,4	6,6	0,56	65
601	55461	O_{2ls-kn}	697832	6579083			14.08.19	10,2	1,4	862	7,6																		
602	61708	O_{3kk}	689607	6588641			17.08.20							203,0	77,0	71,0	1400,0	220,0	1700,0	726,0									
603	61708	O_{3kk}	689607	6588641			25.11.20							230,0	87,0	69,0	1700,0	260,0	1900,0	742,0									
604	61708	O_{3kk}	689607	6588641			28.10.20							230,0	92,0	72,0	1500,0	260,0	2000,0	740,0									
605	61708	O_{3kk}	689607	6588641			07.05.20							431,5	224,0	142,8	4258,0	944,1	5571,6	866,4									
606	61766	O_{3kk}	689783	6588618			07.05.20							239,1	95,5	63,3	1872,0	421,5	2252,0	781,0									
607	61766	O_{3kk}	689783	6588618			28.10.20							320,0	140,0	160,0	5700,0	920,0	6300,0	1330,0									
608	61766	O_{3kk}	689783	6588618			17.08.20							388,0	170,0	190,0	6400,0	910,0	7300,0	1310,0									
609	61766	O_{3kk}	689783	6588618			25.11.20							390,0	170,0		7300,0	1000,0	7700,0	1460,0									
610	61767	O_{3kk}	689744	6588498			07.05.20							217,6	84,8	28,5	768,0	168,8	1239,2	537,0									

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
611	61767	O_{3kk}	689744	6588498			17.08.20							286,0	110,0	66,0	1900,0	330,0	2600,0	751,0									
612	61767	O_{3kk}	689744	6588498			28.10.20							310,0	130,0	95,0	3300,0	540,0	4100,0	1030,0									
613	61767	O_{3kk}	689744	6588498			25.11.20							290,0	130,0	130,0	4600,0	600,0	5000,0	1070,0									
614	61768	O_{3kk}	689591	6588585			25.11.20							220,0	83,0	120,0	1700,0	330,0	2000,0	659,0									
615	61768	O_{3kk}	689591	6588585			28.10.20							250,0	110,0	93,0	2100,0	370,0	2600,0	841,0									
616	61768	O_{3kk}	689591	6588585			17.08.20							246,0	110,0	88,0	2200,0	370,0	3000,0	802,0									
617	61768	O_{3kk}	689591	6588585			07.05.20							371,4	206,3	97,9	3385,0	674,3	4542,0	805,4									
618	61769	O_{3kk}	689606	6588799			07.05.20							180,8	55,4	55,8	503,9	168,8	747,3	573,6									
619	300001		689342	6585929	29,3		03.09.19	7,3	11,8	527	8,0	-12,3	-87,0	112,0	34,0	2,6	2,3	<3,5	130,0	350,0	0,19	<0,04	0,024	0,63	<0,007	5,2	8,0	0,53	46
620	2763S		675285	6575699			16.07.19	11,3	8,4	705	7,6																		
621	2885S		661881	6581264			28.05.19	9,3	8,3	203	7,1								8,0										
622	2922S		700861	6587481			22.05.19	10,6	10,6	446	7,5								33,0										
623	2963S		673349	6585431			17.07.19	10,4	8,7	551	7,2																		
624	3046S		689338	6589922			03.06.19	8	2,5	553	8,2								22,0		0,02								
625	3049S		689325	6589973			03.06.19	8,6	8,2	525	9,3								28,0										
626	3112S		672622	6591604			11.06.19	9,8	2,8	529	8,5								78,0		5,40								
627	3125S		676559	6592547			12.06.19	9,5	3,7	593	8,7								24,0		0,48								
628	Aro		691106	6583200	43,8		27.08.19	9	1,35	1028	7,1	-12,2	-87,3	144,0	49,0	28,0	7,1	73,0	185,0	418,0	0,28	<0,04	0,050	1,70	<0,007	2,4	7,5	0,43	21
629	EGT0300000		690134	6588761			07.10.19							212,6	31,4	25,0	14,0	27,0	233,0	561,4									
630	EGT0300003		689813	6588775			17.04.19							471,0	34,0			8,6	6,0	1714,0									
631	EGT0300003		689813	6588775			28.11.19							184,6	6,0	4,0	111,7	67,4	15,6	683,4									
632	EGT0300501		689011	6590217			28.11.19							112,8	27,1	3,9	3,5	10,3	86,4	390,5									
633	Jõe kinnistu	O_{2uh}	679659	6585047			03.09.20																						
634	Jüri	O_{2ls-kn}	675728	6588820			02.09.20	8,2	0,3	756	6,8			96,0	36,0	10,0	5,5	29,0	79,0	355,0	1,40	1,20	0,041	0,22	<0,007	4,0	5,9	0,17	74
635	Kiviõli tee 7	O_{2ls-kn}	673847	6586103			02.09.20							99,0	21,0	3,7	5,8	5,2	45,0	360,0	0,05	0,03	0,096	0,10	<0,007	3,7	6,6	0,4	22
636	Nvp 1		683392	6588681			04.08.11	19		9490						12,8													
637	Nvp 1		683392	6588681			02.11.11	15,6		8870						12,7													
638	Nvp 1		683392	6588681			09.05.12	16		17920						13,0													
639	Nvp 1		683392	6588681			13.11.12	13,7		3620						12,1													
640	Nvp 1		683392	6588681			13.06.13	15		9950						12,8													
641	Nvp 2		682864	6588545			04.08.11	18		3270						12,0													
642	Nvp 2		682864	6588545			02.11.11	13								11,9													
643	Nvp 2		682864	6588545			09.05.12	15,7		3260						11,9													
644	Nvp 2		682864	6588545			13.11.12	12,3		10670						11,9													
645	PV 1		683409	6589271			20.12.10	0,4	7,4		12,4							640,0	306,0						310,0			
646	PV 1		683409	6589271			01.11.11	8	6,4		12,2							362,0	358,0						251,0			

Nr	Kat. nr.	Veekiht	x	y	Filtri algus	Filtri lõpp	Proovi võtu kuupäev	Temp	O_2	El. juht	pH	$\delta^{18}O$	$\delta^{2}H$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl^{-}	SO_4^{2-}	HCO_3^{-}	$Fe_{üld}$	Fe^{2+}	NH_4^{+}	NO_3^{-}	NO_2^{-}	PHT	SiO_2	F^{-}	Mn
					m			ºC	mg/l	µS/cm		‰		mg/l															
647	PV 1		683409	6589271			04.12.13	0,5	7,2		12,8								424,0						440,0			
648	PV 1		683409	6589271			13.06.11	19,9	3,9		11,1							250,0	430,0						170,0			
649	PV 1		683409	6589271			10.05.12	19	7,5		11,8							232,0	435,0						57,7			
650	PV 1		683409	6589271			12.12.11	4,8	5,3									221,0	466,0						296,0			
651	PV 2		680981	6586981			05.12.13	1,6	10,1		8,2							35,0	217,0						96,0			
652	PV 2		680981	6586981			12.06.13	18	2,4		7,5							160,0	364,0						56,0			
653	PV 2		680981	6586981			09.05.12	14	13,7		8,5							173,0	418,0						38,5			
654	PV 2		680981	6586981			20.12.10	0,1	1		9,7							430,0	460,0						200,0			
655	PV 2		680981	6586981			02.11.11	9,4	2,9		8,0							196,0	463,0						55,8			
656	PV 2		680981	6586981			14.06.11	21,3	1,5		7,4							530,0	590,0						90,0			
657	PV 2		680981	6586981			29.10.14	8	3,1		8,0							330,0	605,0						170,0			
658	PV 3		682532	6586940			01.11.11	8,6	0,5		9,4								402,0						930,0			
659	PV 3		682532	6586940			09.05.12	15,1	0,7		10,0							161,0	512,0						510,0			
660	PV 3		682532	6586940			13.06.11	18,7			11,0							8,4	620,0						860,0			
661	PV 3		682532	6586940			20.12.10	0,1	3,3		11,2							830,0	640,0						450,0			
662	PV 3		682532	6586940			26.06.14	17,2	3,7		7,6							92,0	1230,0						340,0			
663	PV 3		682532	6586940			29.10.14	8	5,2		7,6							720,0	1230,0						140,0			
664	RA-KJ-5		683087	6588205			04.08.11	18		16250																		
665	RA-KJ-5		683087	6588205			02.11.11	14		9825																		
666	RA-KJ-5		683087	6588205			12.11.11																					
667	RA-KJ-5		683087	6588205			09.05.12	16		15300																		
668	RA-KJ-5		683087	6588205			13.11.12	13,7		10790																		
669	RA-KJ-5		683087	6588205			13.06.13	16		10940																		
670	RA-KJ-5		683087	6588205			05.12.13	14		12140																		
671	RA-KJ-5		683087	6588205			26.06.14	16,6		9750																		
672	RA-KJ-5		683087	6588205			25.09.14	15,8		11830																		

Lisa 1 järg. Käesolevas uuringus kasutatud 1- ja 2-aluseliste fenoolide analüüsitulemused

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
1	2148	V_{2vr+gd}	01.10.19												
2	2251P		03.07.19												
3	2332P		04.06.19		0,36				0,98		1,34				
4	2366	O_{2ls-kn}	28.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
5	2373	O-Cm	28.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
6	2374P		01.10.19												
7	2414	O-Cm	22.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
8	2481P		05.06.19												
9	2581	O_{3kk}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
10	2582	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
11	2586	O_{3kl-kk}	24.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	<4	
12	2589	O_{2ls-kn}	24.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	<4	
13	2590	O_{3kl-kk}	24.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	<4	
14	2593	O_{3kl-kk}	10.10.17									3,4			3,4
15	2594	O_{2rk}	27.07.16												
16	2594	O_{2rk}	13.08.13								1,4				
17	2594	O_{2rk}	15.09.15												
18	2595	O_{2ls-kn}	13.08.13								4,1				
19	3004P		15.07.19												
20	3008	O_{3kl-kk}	14.08.13								4,6				
21	3027P		29.05.19												
22	3139P		02.07.19					3,8			3,8				
23	3190	O_{3nb-rk}	12.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	3,6	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
24	3196	O_{3nb-rk}	10.09.19		< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
25	3198	O_{2ls-kn}	10.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	<4	
26	3280	O_{3kl-kk}	10.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	<3	<3	
27	3537	O_{3kl-kk}	19.10.17												
28	3537	O_{3kl-kk}	17.07.14								3,4				
29	3537	O_{3kl-kk}	20.09.10								1,8				
30	3537	O_{3kl-kk}	13.07.11								1,8				
31	3537	O_{3kl-kk}	13.08.13								9,4				
32	3537	O_{3kl-kk}	19.07.16												
33	3648	O_{2ls-kn}	14.07.11								4,3				
34	3648	O_{2ls-kn}	10.08.10								1,0				
35	3648	O_{2ls-lk}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,56	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	<4	
36	3651	O_{3prg}	24.07.14								5,1				
37	3655	O_{3kl-kk}	03.10.19												
38	3656	O_{2ls-kn}	03.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
39	3659	O_{2ls-kn}	09.11.10								2,5				
40	3659	O_{2ls-kn}	01.11.05								10,0				
41	3660	O_{3kl-kk}	04.11.04								2,0				

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
42	3660	O_{3kl-kk}	09.11.10								1,9				
43	3660	O_{3kl-kk}	01.11.05								8,0				
44	3662	O_{2ls-kn}	27.07.16								1,5				
45	3662	O_{2ls-kn}	01.11.05								6				
46	3662	O_{2ls-kn}	22.11.11								1,6				
47	3662	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
48	3662	O_{2ls-kn}	29.08.18	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
49	3662	O_{2ls-kn}	15.08.12								1				
50	3662	O_{2ls-kn}	08.10.13								1				
51	3662	O_{2ls-kn}	20.07.11								4,5				
52	3662	O_{2ls-kn}	09.11.10								3,7				
53	3662	O_{2ls-kn}	10.08.10								12,3				
54	3667	O_{3kl-kk}	09.11.10								1,3				
55	3667	O_{3kl-kk}	22.11.11								1,1				
56	3667	O_{3kl-kk}	25.09.19												
57	3667	O_{3kl-kk}	01.11.05								5,0				
58	3721	O_{2ls-kn}	03.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
59	3732	O_{2ls-kn}	16.09.14								1,1				
60	3732	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
61	3733	O_{3kl-kk}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
62	3733	O_{3kl-kk}	16.09.14								1,5				
63	3734	O_{2ls-kn}	03.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
64	3734	O_{2ls-kn}	16.09.14								1,5				
65	3735	O_{3kl-kk}	16.09.14								1,0				
66	3738	O_{2ls-kn}	22.08.19												
67	3862	O_{3kl-kk}	30.07.13					2,2			2,2				
68	3862	O_{3kl-kk}	14.10.15												
69	3862	O_{3kl-kk}	27.07.16												
70	3875	O_{3kl-kk}	07.08.13								6,3				
71	3875	O_{3kl-kk}	17.07.14								1,3				
72	3960	O_{3kl-kk}	16.09.14								1,2				
73	3963	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
74	3963	O_{3kl-kk}	23.08.16												
75	3963	O_{3kl-kk}	08.10.13								1,5				
76	3963	O_{3kl-kk}	05.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
77	3964	O_{3nb-rk}	23.08.16												

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
78	3964	O_{3nb-rk}	16.10.18	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
79	3964	O_{3nb-rk}	04.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
80	3964	O_{3nb-rk}	13.08.13								3,4				
81	3964	O_{3nb-rk}	24.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
82	3964	O_{3nb-rk}	15.04.20												
83	3966	O_{3kl-kk}	13.08.13								2,2				
84	3966	O_{3kl-kk}	23.08.16												
85	3966	O_{3kl-kk}	18.10.17												
86	3969	O_{2ls-kn}	15.10.19	< 0,3	3,2	< 0,3	< 0,3	1,2	< 0,3	10		1,2	< 1	2	
87	3972	O_{3kl-kk}	20.09.10								2,2				
88	3972	O_{3kl-kk}	30.08.11								1,8				
89	3972	O_{3kl-kk}	19.07.16								1				
90	3972	O_{3kl-kk}	02.11.17												
91	3980	O_{3kl-kk}	19.07.16												
92	3980	O_{3kl-kk}	19.10.17												
93	4002	O-Cm	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
94	4008	O_{3kl-kk}	11.08.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
95	4009	O_{3kl-kk}	11.08.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
96	4010	O_{2ls-kn}	14.10.15												
97	4010	O_{2ls-kn}	11.08.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
98	4015	O_{2rk}	16.08.17												
99	4016	O_{3nb-rk}	31.08.11								2,1				
100	4016	O_{3nb-rk}	23.08.16								1,2				
101	4016	O_{3nb-rk}	11.09.19												
102	4016	O_{3nb-rk}	16.08.17												
103	4017	O_{3kl-kk}	02.10.14												
104	4017	O_{3kl-kk}	18.10.17					5,3		2,8	8,1			7,2	7,2
105	4017	O_{3kl-kk}	26.09.12								2,9				
106	4017	O_{3kl-kk}	23.08.16								2,2				
107	4017	O_{3kl-kk}	15.09.15												
108	4017	O_{3kl-kk}	21.09.10								1,2				
109	4025	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
110	4026	O_{3kl-kk}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
111	4073P		24.09.19												
112	4079P		23.09.19												
113	4083P		04.10.19												

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
114	4085P		11.11.19												
115	4123	O_{2ls-kn}	11.12.19												
116	5069	O_{3kl-kk}	27.08.18												
117	5069	O_{3kl-kk}	06.07.17												
118	5069	O_{3kl-kk}	14.07.15												
119	5123	O_{3kl-kk}	28.08.19												
120	5133	O_{2ls-kn}	28.08.19												
121	5162	O_{2ls-kn}	20.11.19												
122	5731	O_{2ls-kn}	21.11.19												
123	5963	O_{2ls-kn}	04.09.19												
124	5963	O_{2ls-kn}	21.11.19												
125	8309	O_{2ls-kn}	20.11.19												
126	9003	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
127	12292	O_{2ls-kn}	11.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
128	13459	O_{3kl-kk}	11.02.11								4,3				17
129	13459	O_{3kl-kk}	22.10.12								4,8				9,8
130	13459	O_{3kl-kk}	26.09.13								5				47
131	13475	O_{2ls-kn}	28.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
132	13507	O_{2uh}	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
133	13518	O_{2ls-kn}	03.09.19												
134	13568	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
135	13591	O_{2kn}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
136	13592	O-Cm+ O_{2ls-kn}	27.08.19												
137	14267	O-Cm	12.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
138	15711	O_{2ls-kn}	22.08.19												
139	15952	O_{2ls-kn}	17.12.19												
140	15954	O_{2ls-kn}	21.08.19												
141	16037P		17.12.19												
142	16042	O_{2ls-kn}	13.09.19												
143	16043	O_{3kl-kk}	13.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
144	16044	O_{3nb-rk}	07.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
145	16044	O_{3nb-rk}	13.09.19												
146	16077	O_{2ls-kn}	17.12.19	0,82							0,82				
147	16078	O_{2ls-kn}	17.12.19					2,4			2,4				
148	16117	O_{3nb-rk}	03.10.19												
149	16122	O_{3kl-kk}	09.11.10								1,5				

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
150	16122	O_{3kl-kk}	23.09.19												
151	16123	O_{2ls-kn}	23.11.06								6,5				
152	16123	O_{2ls-kn}	04.11.04								4,0				
153	16123	O_{2ls-kn}	09.11.10								1,7				
154	16123	O_{2ls-kn}	22.11.11								9,5				
155	16153	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
156	16233	O_{2ls-kn}	11.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
157	16387	O_{3kl-kk}	12.06.14								1,1				
158	16387	O_{3kl-kk}	16.09.14								1,0				
159	16391	O-Cm	04.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
160	16590	O_{2ls-kn}	01.11.05								5,0				
161	16590	O_{2ls-kn}	09.11.10								1,5				
162	16590	O_{2ls-kn}	22.11.11								1,9				
163	16591	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
164	16592	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
165	16664	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
166	16672	O_{3kl-kk}	25.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
167	16703	O_{3kl-kk}	31.10.02								1,9				
168	16703	O_{3kl-kk}	01.11.05								6,0				
169	16703	O_{3kl-kk}	09.11.10								3,1				
170	16749	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
171	16837	O_{2ls-kn}	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
172	16914	O_{2ls-kn}	14.08.19												
173	16919	O_{2ls-kn}	09.11.10								1,7				
174	18399	O_{2ls-kn}	24.11.96								16200				2620
175	18399	O_{2ls-kn}	22.05.97								19600				43200
176	18399	O_{2ls-kn}	05.08.97								5540				1290
177	18399	O_{2ls-kn}	01.10.97								14130				3050
178	18399	O_{2ls-kn}	07.12.97								24400				2930
179	18399	O_{2ls-kn}	21.04.98								21800				9490
180	18399	O_{2ls-kn}	27.05.98								22900				8330
181	18399	O_{2ls-kn}	28.07.98								21500				6400
182	18399	O_{2ls-kn}	29.09.98								15100				3190
183	18399	O_{2ls-kn}	04.06.99								26200				1200
184	18399	O_{2ls-kn}	28.07.99								9520				18200
185	18399	O_{2ls-kn}	22.09.99								37000				7430

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
186	18399	O_{2ls-kn}	07.04.00								14900				14000
187	18399	O_{2ls-kn}	29.06.00								21800				4150
188	18399	O_{2ls-kn}	22.08.00								11300				1610
189	18399	O_{2ls-kn}	04.10.00								16300				2970
190	18399	O_{2ls-kn}	15.05.02	121	25,8	68,7	156	2772	536	1915	5595	31,9	683		715
191	18399	O_{2ls-kn}	02.07.02	447	189	241	548	6210	1510	5430	14575	180	1870		2050
192	18399	O_{2ls-kn}	29.08.02								11300				1700
193	18399	O_{2ls-kn}	08.10.02								12900				3660
194	18399	O_{2ls-kn}	14.05.03	62		36,8	81,7	2930	449	1880	5435,5		480		480
195	18399	O_{2ls-kn}	29.07.03	552	446	478	482	4140	853	3330	10277	418	1620	126	2164
196	18399	O_{2ls-kn}	07.10.03	174	220	503		2450	104	1700	5147	422	1030		1452
197	18399	O_{2ls-kn}	06.07.04	169	201	93		2370	476	2470	5779	44,7	762	53,2	859,9
198	18399	O_{2ls-kn}	02.09.04								6600				527
199	18399	O_{2ls-kn}	12.10.04								9860				1640
200	18399	O_{2ls-kn}	12.07.05	1820	274	101	500	4500	818	4870	12883	110	2410	111	2631
201	18399	O_{2ls-kn}	31.08.05								7350				2810
202	18399	O_{2ls-kn}	19.10.05								14900				2990
203	18399	O_{2ls-kn}	05.06.06				283	6730	138	2470	9621		722	445	1167
204	18399	O_{2ls-kn}	30.08.06								13600				3630
205	18399	O_{2ls-kn}	13.10.08				469	3680	578	2610	7337	6360	1050	2520	9930
206	18400	O-Cm	24.11.96								7,7				
207	18400	O-Cm	22.05.97								40				
208	18400	O-Cm	05.08.97								4				
209	18400	O-Cm	01.10.97								17				
210	18400	O-Cm	07.12.97								36				15
211	18400	O-Cm	21.04.98								55				
212	18400	O-Cm	27.05.98								83,7				24
213	18400	O-Cm	28.07.98								17				
214	18400	O-Cm	29.09.98								10,7				
215	18400	O-Cm	04.06.99								33				
216	18400	O-Cm	28.07.99								32,9				108
217	18400	O-Cm	22.09.99								53,8				43,6
218	18400	O-Cm	28.10.99								25,3				28,2
219	18400	O-Cm	07.04.00								101				28,9
220	18400	O-Cm	29.06.00								80				30,6
221	18400	O-Cm	22.08.00								190				579

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
222	18400	O-Cm	04.10.00								5				
223	18400	O-Cm	15.05.02								89,5				10,2
224	18400	O-Cm	02.07.02								3,1				
225	18400	O-Cm	29.08.02								4,7				
226	18400	O-Cm	08.10.02								2,9				
227	18400	O-Cm	14.05.03								20,3				
228	18400	O-Cm	29.07.03								16,1				15,5
229	18400	O-Cm	07.10.03								13,7				
230	19028	O_{2ls-kn}	10.08.17					1,7		6,2	7,9				
231	19028	O_{2ls-kn}	19.10.17												
232	19028	O_{2ls-kn}	08.08.18					0,95		1,2	2,15				
233	19028	O_{2ls-kn}	23.08.16												
234	19028	O_{2ls-kn}	05.09.19					0,41			0,41				
235	19028	O_{2ls-kn}	17.09.13								2,1				
236	19028	O_{2ls-kn}	10.08.10								5,2				
237	19028	O_{2ls-kn}	14.07.11								2,6				
238	19028	O_{2ls-kn}	15.08.12								4,5				
239	19028	O_{2ls-kn}	04.11.15								22,9				
240	19063	O_{3kl-kk}	27.08.19												
241	19079	O_{3kl-kk}	12.06.14								1,2				
242	19079	O_{3kl-kk}	16.09.14								1,4				
243	19081	O_{3kl-kk}	03.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
244	19082	O_{2ls-kn}	03.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
245	19084	O_{2ls-kn}	16.09.14								1,1				
246	19084	O_{2ls-kn}	12.06.14								1,2				
247	19498	O_{3kl-kk}	03.09.19												
248	19498	O_{3kl-kk}	15.08.12								3,1				
249	19498	O_{3kl-kk}	20.07.11								4,9				
250	19498	O_{3kl-kk}	01.11.05								3				
251	19499	O_{2ls-kn}	28.08.18												
252	19499	O_{2ls-kn}	14.09.10								2,8				
253	19499	O_{2ls-kn}	13.09.11								1,5				
254	19499	O_{2ls-kn}	18.09.12								1,2				
255	19499	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
256	19499	O_{2ls-kn}	14.09.16								1,2				
257	19499	O_{2ls-kn}	20.09.17					0,43		1,1	1,53				

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
258	19499	O_{2ls-kn}	15.09.09								4,1				
259	19506	O_{2ls-kn}	21.04.89								5500,0				
260	19513	O_{2ls-kn}	02.06.89								2600,0				
261	19522	O_{2ls-kn}	28.08.18												
262	19522	O_{2ls-kn}	12.04.89								3,6				
263	19522	O_{2ls-kn}	13.09.10								6,2				
264	19522	O_{2ls-kn}	17.09.12								2,1				
265	19522	O_{2ls-kn}	23.09.13								1,6				
266	19522	O_{2ls-kn}	14.09.16								1,6				
267	19522	O_{2ls-kn}	20.09.17												
268	19522	O_{2ls-kn}	12.09.11								28,6				
269	19522	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	<2	<4	
270	19522	O_{2ls-kn}	26.03.13												
271	19532	O_{2ls-kn}	15.09.09								4				
272	19532	O_{2ls-kn}	11.09.12								3,4				
273	19532	O_{2ls-kn}	28.08.18					0,35			0,35				
274	19532	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,53	< 0,3	< 0,3	0,53	< 1	< 1	< 1	
275	19532	O_{2ls-kn}	05.09.11								5,4				
276	19532	O_{2ls-kn}	02.11.17					0,5			0,5				
277	19540	O_{2ls-kn}	03.07.96								8270				220
278	19540	O_{2ls-kn}	22.10.96								4270				120
279	19541	O-Cm	21.05.96												
280	19541	O-Cm	03.07.96								8680				430
281	19541	O-Cm	22.10.96								5130				280
282	19541	O-Cm	24.11.96								3740				320
283	19541	O-Cm	22.05.97								2700				6400
284	19541	O-Cm	05.08.97								5130				390
285	19541	O-Cm	01.10.97								3700				700
286	19542	O_{2ls-kn}	07.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,67	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
287	19542	O_{2ls-kn}	21.05.96												
288	19542	O_{2ls-kn}	03.07.96								18600				430
289	19542	O_{2ls-kn}	22.10.96								9900				270
290	19542	O_{2ls-kn}	24.11.96								133				62
291	19542	O_{2ls-kn}	22.05.97								6080				140
292	19542	O_{2ls-kn}	05.08.97								1960				
293	19542	O_{2ls-kn}	01.10.97								3270				350

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
294	19542	O_{2ls-kn}	21.04.98								53				
295	19542	O_{2ls-kn}	27.05.98								1570				385
296	19542	O_{2ls-kn}	28.07.98								1800				230
297	19542	O_{2ls-kn}	29.09.98								2150				100
298	19542	O_{2ls-kn}	04.06.99								906				3630
299	19542	O_{2ls-kn}	28.07.99								1260				1520
300	19542	O_{2ls-kn}	22.09.99								10700				6730
301	19542	O_{2ls-kn}	07.04.00								90,2				138
302	19542	O_{2ls-kn}	29.06.00								2510				5110
303	19542	O_{2ls-kn}	22.08.00								2160				597
304	19542	O_{2ls-kn}	04.10.00								2650				107
305	19542	O_{2ls-kn}	15.05.02	21,1	24	97,6	67,6	261	126	261	858		87,3		87
306	19542	O_{2ls-kn}	02.07.02	106	62		130	2490	534	1760	5082		118		118
307	19542	O_{2ls-kn}	29.08.02								6070				24,2
308	19542	O_{2ls-kn}	08.10.02								10400				302
309	19542	O_{2ls-kn}	14.05.03					8,4	2,3	25,3	36				
310	19542	O_{2ls-kn}	29.07.03			107	69,1	301	139	224	922,6		985	75,3	1060,3
311	19542	O_{2ls-kn}	07.10.03								95,8				16,9
312	19542	O_{2ls-kn}	06.07.04					2,4		5,6	8				
313	19542	O_{2ls-kn}	02.09.04								599				16,4
314	19542	O_{2ls-kn}	12.10.04								592				45,3
315	19542	O_{2ls-kn}	12.07.05					28,6	18,2	27	73,8		13,7		13,7
316	19542	O_{2ls-kn}	31.08.05								43,2				
317	19542	O_{2ls-kn}	19.10.05								78,3				96,3
318	19542	O_{2ls-kn}	13.06.06					2,2	6,2		8,5				
319	19542	O_{2ls-kn}	30.08.06								16,2				145
320	19542	O_{2ls-kn}	13.10.08					44,1			44,1				
321	19543	O-Cm	22.05.97								20				60
322	19543	O-Cm	04.06.99								3				
323	19543	O-Cm	22.09.99												30
324	19543	O-Cm	28.10.99								29,7				47,3
325	19543	O-Cm	07.04.00								2,6				6,1
326	19543	O-Cm	22.08.00								2,5				
327	19543	O-Cm	04.10.00												10,9
328	19543	O-Cm	14.05.03								4,4				
329	19543	O-Cm	29.07.03	0,1							0,1				

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
330	19543	O-Cm	06.07.04								3,8				
331	19543	O-Cm	02.09.04								5,9				
332	19543	O-Cm	12.10.04								358				251
333	19543	O-Cm	12.07.05								17,8				
334	19543	O-Cm	31.08.05								21,1				
335	19543	O-Cm	21.08.08								10,4				
336	19543	O-Cm	13.10.08					27			27				
337	19544	O_{2ls-kn}	02.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
338	19544	O_{2ls-kn}	22.05.97								50				60
339	19544	O_{2ls-kn}	04.06.99								42,2				43
340	19544	O_{2ls-kn}	28.07.99								28,2				34,6
341	19544	O_{2ls-kn}	22.09.99												19,8
342	19544	O_{2ls-kn}	28.10.99								4,89				
343	19544	O_{2ls-kn}	07.04.00												6
344	19544	O_{2ls-kn}	22.08.00								6				
345	19544	O_{2ls-kn}	04.10.00												23,7
346	19544	O_{2ls-kn}	29.07.03								7,1				
347	19544	O_{2ls-kn}	06.07.04								2,6				
348	19544	O_{2ls-kn}	02.09.04								48				
349	19544	O_{2ls-kn}	12.07.05								24,9				
350	19544	O_{2ls-kn}	31.08.05								5,8				
351	19544	O_{2ls-kn}	30.08.06								3,5				
352	19544	O_{2ls-kn}	14.10.08					28,9			28,9				
353	19545	O-Cm	03.07.96								7				
354	19545	O-Cm	04.06.99								204				25,7
355	19545	O-Cm	07.04.00								2,6				9,3
356	19545	O-Cm	22.08.00								4,4				
357	19545	O-Cm	06.07.04								3,1				
358	19545	O-Cm	02.09.04								5890				7260
359	19545	O-Cm	12.10.04								16,7				
360	19545	O-Cm	31.08.05								2,2				
361	19545	O-Cm	19.10.05								19				
362	19548	O_{2ls-kn}	12.07.05					23,6		10,5	34,1				
363	19548	O_{2ls-kn}	31.08.05								57,5				
364	19548	O_{2ls-kn}	19.10.05								11,9				
365	19548	O_{2ls-kn}	21.11.05								16,5				

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
366	19548	O_{2ls-kn}	21.08.08								14,7				
367	19548	O_{2ls-kn}	14.10.08								9,8				
368	19549	O-Cm	12.07.05							3,1	3,1				
369	19549	O-Cm	19.10.05								2,4				
370	19549	O-Cm	21.08.08								4,5				
371	19550	O_{2ls-kn}	31.08.05								31,3				
372	19550	O_{2ls-kn}	21.11.05								4,4				
373	19554	O_{2ls-kn}	21.05.96												
374	19554	O_{2ls-kn}	22.10.96								28				67
375	19554	O_{2ls-kn}	24.11.96												
376	19555	O-Cm	21.05.96												
377	19555	O-Cm	03.07.96								30				
378	19555	O-Cm	22.10.96								89				12
379	19555	O-Cm	24.11.96												
380	19556	O_{2ls-kn}	04.06.99								39				10,7
381	19556	O_{2ls-kn}	14.05.03								15,5				
382	19556	O_{2ls-kn}	06.07.04								20,3				
383	19556	O_{2ls-kn}	02.09.04								1930				701
384	19556	O_{2ls-kn}	12.10.04								5,2				
385	19556	O_{2ls-kn}	12.07.05								34				
386	19556	O_{2ls-kn}	31.08.05								33,1				
387	19556	O_{2ls-kn}	20.10.08					54,4			54,4				
388	19557	O-Cm	03.07.96								20				
389	19557	O-Cm	21.04.98								4,9				
390	19557	O-Cm	04.06.99								13				16,8
391	19557	O-Cm	28.07.99												14,9
392	19557	O-Cm	22.08.00								2,4				
393	19557	O-Cm	02.09.04								18				
394	19557	O-Cm	12.10.04								57,9				
395	19557	O-Cm	31.08.05								29,1				
396	19557	O-Cm	30.08.06								2,1				
397	19557	O-Cm	20.10.08					39,8			39,8				
398	19557	O-Cm	09.05.12								17,2				
399	19557	O-Cm	12.06.13								3,5				
400	19558	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,38	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
401	19560	O_{2ls-kn}	23.08.16								1,4				

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
402	19560	O_{2ls-kn}	06.07.17												
403	19560	O_{2ls-kn}	18.07.14								2,6				
404	19560	O_{2ls-kn}	15.07.15								2,2				
405	19560	O_{2ls-kn}	27.07.09								3,5				
406	19560	O_{2ls-kn}	12.08.13								3,4				
407	19560	O_{2ls-kn}	26.09.12								4,6				
408	19560	O_{2ls-kn}	17.09.18	0,94	< 0,3	< 0,3	0,53	< 0,3	< 0,3	< 0,3	1,47				
409	19560	O_{2ls-kn}	24.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3					
410	19560	O_{2ls-kn}	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3					
411	19560	O_{2ls-kn}	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
412	19560	O_{2ls-kn}	09.09.10												
413	19560	O_{2ls-kn}	20.07.11								6,2				
414	19606	O_{2ls-kn}	04.05.05								1				1
415	19606	O_{2ls-kn}	10.08.10								2,6				
416	19606	O_{2ls-kn}	03.08.09								3,4				
417	19606	O_{2ls-kn}	16.08.12								1,6				
418	19606	O_{2ls-kn}	12.08.13								1,9				
419	19606	O_{2ls-kn}	23.09.19												
420	19606	O_{2ls-kn}	25.11.14								2,9				
421	19606	O_{2ls-kn}	20.07.11								8				
422	19606	O_{2ls-kn}	09.10.17												
423	19606	O_{2ls-kn}	27.08.18												
424	19606	O_{2ls-kn}	26.10.16												
425	19606	O_{2ls-kn}	02.06.15								0,32				
426	19606	O_{2ls-kn}	17.05.16												
427	19607	O_{3kl-kk}	06.06.12												6
428	19607	O_{3kl-kk}	21.08.19												
429	19607	O_{3kl-kk}	19.09.08								9,8				
430	19607	O_{3kl-kk}	11.02.11												15
431	19607	O_{3kl-kk}	17.05.06												
432	19607	O_{3kl-kk}	16.06.16												4,5
433	19608	O_{2ls-kn}	21.08.19												
434	19608	O_{2ls-kn}	09.06.15								1				
435	19608	O_{2ls-kn}	17.05.16												
436	19608	O_{2ls-kn}	19.09.19								6,9				
437	19609	O_{3kl-kk}	19.09.08								4,6				

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
438	19609	O_{3kl-kk}	01.11.16												
439	19610	O_{2ls-kn}	17.05.16												
440	19611	O_{3kl-kk}	11.02.11								4,5				
441	19611	O_{3kl-kk}	02.06.15								0,46				
442	19612	O_{3kl-kk}	11.02.11												9,2
443	19612	O_{3kl-kk}	06.10.11								6,5				
444	19612	O_{3kl-kk}	23.10.12												9
445	19613	O_{3kl-kk}	06.11.11								4,3				4,8
446	19613	O_{3kl-kk}	04.05.05								1				1
447	19613	O_{3kl-kk}	19.09.08								6,6				
448	19613	O_{3kl-kk}	11.02.11												7
449	19613	O_{3kl-kk}	17.05.16												
450	19615	O_{3kl-kk}	11.02.11												7
451	19620	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
452	19631P	O_{2ls-kn}	16.12.19												
453	19635	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
454	19652	O_{2kn-vl}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
455	19768	O_{2ls-kn}	22.05.97								8280				1060
456	19768	O_{2ls-kn}	05.08.97								12600				3390
457	19768	O_{2ls-kn}	01.10.97								19080				6700
458	19768	O_{2ls-kn}	07.12.97								45270				11300
459	19768	O_{2ls-kn}	21.04.98								24840				15880
460	19768	O_{2ls-kn}	27.05.98								35600				22300
461	19768	O_{2ls-kn}	29.09.98								46200				5830
462	19768	O_{2ls-kn}	04.06.99								32200				6080
463	19768	O_{2ls-kn}	28.07.99								5970				21000
464	19768	O_{2ls-kn}	22.09.99								34700				6630
465	19768	O_{2ls-kn}	28.10.99								16000				919
466	19768	O_{2ls-kn}	07.10.03								6910				1850
467	19768	O_{2ls-kn}	13.06.06								4990				1060
468	19769	O	27.05.98								11,8				
469	19769	O	04.06.99								23				31,6
470	19769	O	28.07.99												11
471	19769	O	22.09.99								5				17,5
472	19769	O	28.10.99								9,8				13,8
473	19770	O_{2ls-kn}	01.10.97								72				98

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
474	19770	O_{2ls-kn}	04.06.99								19,1				10,3
475	19770	O_{2ls-kn}	28.10.99								5,78				
476	19770	O_{2ls-kn}	07.10.03								3,5				
477	19770	O_{2ls-kn}	31.08.05								55,5				
478	19770	O_{2ls-kn}	30.08.06								8,7				
479	19770	O_{2ls-kn}	13.10.08					70,8			70,8				
480	19771	O	22.05.97								1900				1700
481	19771	O	05.08.97								3200				870
482	19771	O	01.10.97								750				530
483	19771	O	07.12.97								3720				540
484	19771	O	21.04.98								3130				1750
485	19771	O	27.05.98								6650				5980
486	19771	O	28.07.98								7890				1540
487	19771	O	29.09.98								3320				1950
488	19771	O	04.06.99								1690				449
489	19771	O	28.07.99								718				501
490	19771	O	22.09.99								12200				2340
491	19771	O	07.04.00								2790				1390
492	19771	O	29.06.00								1660				1290
493	19771	O	22.08.00								190				579
494	19771	O	04.10.00								945				395
495	19771	O	15.05.02	67,8	2	60,6	171	195	66,9	244	805	22	119		141
496	19771	O	02.07.02	62,2	23,3	6,8	159	271	90,7	350	973	10,4	139		139
497	19771	O	29.08.02								1670				215
498	19771	O	08.10.02								2270				246
499	19771	O	14.05.03	133		21,1	57,3	698	188	621	1714,4		174		174
500	19771	O	29.07.03	344	245	307	385	558	244	748	3150	250	339	77,3	666,3
501	19771	O	07.10.03								1380				201
502	19771	O	06.07.04	159	159		133	322	128	462	1363	19,6	202	34,5	256,1
503	19771	O	02.09.04								6210				1430
504	19771	O	12.10.04								3230				1580
505	19771	O	12.07.05	1260	633		605	1560	247	2230	6535	32,8	1060		1092,8
506	19771	O	31.08.05								3040				386
507	19771	O	19.10.05								2900				149
508	19771	O	05.06.06	273			296	4560	135	2300	7564	248	1370	89,8	1707,8
509	19771	O	30.08.06								6800				2750

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
510	19772	O-Cm	22.05.97												20
511	19772	O-Cm	27.05.98								16,4				58,7
512	19772	O-Cm	28.07.98								2,9				6,1
513	19772	O-Cm	04.06.99								7,86				
514	19772	O-Cm	28.07.99								6,76				
515	19772	O-Cm	07.04.00								4,3				4,6
516	19772	O-Cm	22.08.00								2,4				
517	19772	O-Cm	04.10.00												11
518	19772	O-Cm	07.10.03								7,4				
519	19772	O-Cm	06.07.04								13,3				
520	19772	O-Cm	02.09.04								27,5				
521	19772	O-Cm	12.10.04								5,6				
522	19772	O-Cm	12.07.05								13,9				
523	19772	O-Cm	31.08.05								146				17,6
524	19772	O-Cm	05.06.06								2,2				
525	19772	O-Cm	30.08.06								2,8				
526	19772	O-Cm	13.10.08					36,3			36,3				
527	19818	O_{2ls-kn}	21.08.08								4650				441
528	19818	O_{2ls-kn}	14.10.08								2220				343
529	19818	O_{2ls-kn}	14.06.11								14700				1450
530	19818	O_{2ls-kn}	09.05.12												
531	19970	O	13.10.08					684	3880	782	3470	8816	9080	1280	2620	12980
532	19970	O	11.07.11								340				40
533	19970	O	10.05.12								5220				1560
534	19970	O	12.06.13												
535	19970	O	26.06.14								3700				960
536	20105	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
537	20281	O_{2ls-kn}	04.06.15												
538	20976	O_{3kl-kk}	16.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
539	20977	O_{2ls-kn}	16.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
540	20977	O_{2ls-kn}	02.10.14								1,3				
541	20999	O_{3kl-kk}	09.03.05								7500,0				
542	21108	O_{3kl-kk}	09.11.10								1,1				
543	21108	O_{3kl-kk}	01.11.05								4,0				
544	21187	O_{2ls-kn}	16.12.19												
545	21583	O_{3kl-kk}	22.08.19												

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
546	21849	O_{2ls-kn}	04.09.19												
547	21849	O_{2ls-kn}	09.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
548	22410	O_{2ls-kn}	15.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
549	23176		28.11.19												
550	23176		28.11.19						0,3	0,3				1	
551	23373	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
552	24211	O_{2ls-kn}	22.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
553	24943	O_{3kl-kk}	12.09.19												
554	24943	O_{3kl-kk}	16.04.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 2	
555	25612	O_{3nb-rk}	08.08.16								1				
556	25612	O_{3nb-rk}	06.07.10								13,9				
557	25612	O_{3nb-rk}	08.08.12								2,8				
558	25612	O_{3nb-rk}	01.08.13								7,2				
559	25612	O_{3nb-rk}	24.07.14								2,2				
560	25622	O_{3jh-kk}	11.03.10								2,2				
561	25622	O_{3jh-kk}	12.10.10								12,4				
562	25622	O_{3jh-kk}	13.07.10								3,0				
563	25622	O_{3jh-kk}	15.06.10								3,0				
564	25622	O_{3jh-kk}	10.02.10								1,3				
565	25622	O_{3jh-kk}	10.08.10								10,0				
566	25622	O_{3jh-kk}	09.11.10								4,5				
567	25622	O_{3jh-kk}	28.04.10								2,5				
568	25659	O_{3nb}	03.07.19												
569	25959	O_{2ls-kn}	19.09.08								4,5				
570	25959	O_{2ls-kn}	30.09.09												8,3
571	25959	O_{2ls-kn}	16.05.16												
572	26251	O_{3id-kk}	16.08.17												
573	26251	O_{3id-kk}	27.07.16								1,3				
574	26251	O_{3kl-kk}	28.08.19												
575	26254	O_{3id-kk}	05.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
576	26256	O_{3kl-kk}	05.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
577	26264	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
578	26266	O_{3kl-kk}	08.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 3	
579	26267	O_{2ls-kn}	08.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 3	
580	30410	O	21.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
581	50273	O_{3kk}	08.09.20	1,1	0		0,99	0,64	0,47	0		0		0	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
582	50273	O_{3kk}	03.06.13								2,2				
583	50273	O_{3kk}	12.03.14												
584	50273	O_{3kk}	14.10.14								0,78				
585	50274	O_{3kk}	03.06.13								6				10
586	50274	O_{3kk}	12.03.14								8,1				
587	50275	O_{3kk}	08.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
588	50275	O_{3kk}	03.06.13								6,4				
589	50275	O_{3kk}	12.03.14								2,4				
590	50275	O_{3kk}	14.10.14								4				
591	52055	O_{3vv}	01.07.13								7060,0				
592	52619	O_{3kk}	23.10.14								5,2				10
593	53032	O-Cm	02.10.19	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9	<0,9		<3	<3	<3	
594	53032	O-Cm	15.04.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	<3	
595	53527	O-Cm	18.09.19												
596	54422	O-Cm	12.09.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
597	54441	O_{3kk}	17.05.16												
598	54441	O_{3kk}	30.05.17												
599	54495	O_{3kl-kk}	04.10.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
600	54765	O-Cm	27.08.19	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
601	55461	O_{2ls-kn}	14.08.19												
602	61708	O_{3kk}	17.08.20				0,6								
603	61708	O_{3kk}	25.11.20												
604	61708	O_{3kk}	28.10.20	0,5		0,31		0,4		0,41		1,4			
605	61708	O_{3kk}	07.05.20												
606	61766	O_{3kk}	07.05.20	0,98	1,9		0,36		0,69	0,68		1			
607	61766	O_{3kk}	28.10.20	0,83	1,3	1,2	0,56		0,79	0,71					
608	61766	O_{3kk}	17.08.20	1,2	1,5		0,41		0,71						
609	61766	O_{3kk}	25.11.20	1,2	1,5										
610	61767	O_{3kk}	07.05.20		0,41										
611	61767	O_{3kk}	17.08.20	0,45											
612	61767	O_{3kk}	28.10.20	1	0,83	1,6			0,45	0,43					
613	61767	O_{3kk}	25.11.20												
614	61768	O_{3kk}	25.11.20												
615	61768	O_{3kk}	28.10.20												
616	61768	O_{3kk}	17.08.20												
617	61768	O_{3kk}	07.05.20							0,38					

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
618	61769	O_{3kk}	07.05.20				0,54			0,36					
619	300001		03.09.19												
620	2763S		16.07.19												
621	2885S		28.05.19												
622	2922S		22.05.19												
623	2963S		17.07.19												
624	3046S		03.06.19		0,33						0,33				
625	3049S		03.06.19		0,39						0,39				
626	3112S		11.06.19												
627	3125S		12.06.19												
628	Aro		27.08.19												
629	EGT0300000		07.10.19												
630	EGT0300003		17.04.19	0,36				4,9	0,81	1,2				9,5	
631	EGT0300003		28.11.19					1,2	0,65	1,1			5		
632	EGT0300501		28.11.19												
633	Jõe kinnistu	O_{2uh}	03.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
634	Jüri	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
635	Kiviõli tee 7	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3		< 1	< 1	< 1	
636	Nvp 1		04.08.11												
637	Nvp 1		02.11.11								77,6				
638	Nvp 1		09.05.12								38,2				
639	Nvp 1		13.11.12												
640	Nvp 1		13.06.13												
641	Nvp 2		04.08.11								20,5				
642	Nvp 2		02.11.11								385				
643	Nvp 2		09.05.12								18				
644	Nvp 2		13.11.12												
645	PV 1		20.12.10								3200				749
646	PV 1		01.11.11								3880				
647	PV 1		04.12.13								5500				590
648	PV 1		13.06.11								215				35
649	PV 1		10.05.12								1830				11,3
650	PV 1		12.12.11								2310				
651	PV 2		05.12.13								2,2				
652	PV 2		12.06.13								3,4				
653	PV 2		09.05.12								16				

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	2,3-dimetüül-fenool	2,6-dimetüül-fenool	3,4-dimetüül-fenool	3,5-dimetüül-fenool	Fenool	o-kresool	p-/m-kresool	1-aluseliste summa	2,5-dimetüül-resortsiin	5-metüül-resortsiin	Resortsiin	2-aluseliste summa
				µg/l											
654	PV 2		20.12.10								1200				135
655	PV 2		02.11.11								6,9				
656	PV 2		14.06.11												33
657	PV 2		29.10.14								1700				390
658	PV 3		01.11.11								12000				
659	PV 3		09.05.12								12300				1330
660	PV 3		13.06.11								11400				2180
661	PV 3		20.12.10								861				302
662	PV 3		26.06.14								10				
663	PV 3		29.10.14								2,4				7,2
664	RA-KJ-5		04.08.11								232000				63500
665	RA-KJ-5		02.11.11								316000				41000
666	RA-KJ-5		12.11.11												
667	RA-KJ-5		09.05.12												
668	RA-KJ-5		13.11.12												
669	RA-KJ-5		13.06.13												
670	RA-KJ-5		05.12.13												
671	RA-KJ-5		26.06.14												
672	RA-KJ-5		25.09.14												

Lisa 1 järg. Käesolevas uuringus kasutatud PAH-ide analüüsitulemused

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
1	2148	V_{2vr+gd}	01.10.19															0,006		0,006
2	2251P		03.07.19										0,011		0,008			0,006	0,006	0,031
3	2332P		04.06.19	0,052	0,029	0,35	0,01	0,003	0,003		0,005		0,3	0,081	0,093		0,012	0,24	0,057	1,235
4	2366	O_{2ls-kn}	28.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,08
5	2373	O-Cm	28.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,08
6	2374P		01.10.19															0,006		0,006
7	2414	O-Cm	22.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,08
8	2481P		05.06.19										0,008							0,008
9	2581	O_{3kk}	23.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,004	0,032	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,026	
10	2582	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
11	2586	O_{3kl-kk}	24.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
12	2589	O_{2ls-kn}	24.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	0,018	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,009	0,027

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
13	2590	O_{3kl-kk}	24.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,006	< 0,005	< 0,002	0,005	0,005	0,005	0,015
14	2593	O_{3kl-kk}	10.10.17										0,008						0,012	0,02
15	2594	O_{2rk}	27.07.16					0,003		0,002			0,014	0,005		0,002		0,015	0,022	0,063
16	2594	O_{2rk}	13.08.13																	
17	2594	O_{2rk}	15.09.15				0,002						0,02	0,04	0,006			0,05	0,04	0,158
18	2595	O_{2ls-kn}	13.08.13																	
19	3004P		15.07.19										0,026							0,026
20	3008	O_{3kl-kk}	14.08.13																	
21	3027P		29.05.19																0,005	0,005
22	3139P		02.07.19		0,008								0,012		0,006			0,005		0,031
23	3190	O_{3nb-rk}	12.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,013	< 0,005	-
24	3196	O_{3nb-rk}	10.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
25	3198	O_{2ls-kn}	10.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	0,009	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,007	0,009	0,025
26	3280	O_{3kl-kk}	10.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
27	3537	O_{3kl-kk}	19.10.17															0,006		0,006
28	3537	O_{3kl-kk}	17.07.14																	
29	3537	O_{3kl-kk}	20.09.10																	
30	3537	O_{3kl-kk}	13.07.11																	
31	3537	O_{3kl-kk}	13.08.13																	
32	3537	O_{3kl-kk}	19.07.16															0,006	0,018	0,024
33	3648	O_{2ls-kn}	14.07.11																	
34	3648	O_{2ls-kn}	10.08.10																	
35	3648	O_{2ls-lk}	02.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
36	3651	O_{3prg}	24.07.14																	
37	3655	O_{3kl-kk}	03.10.19																	
38	3656	O_{2ls-kn}	03.10.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
39	3659	O_{2ls-kn}	09.11.10																	
40	3659	O_{2ls-kn}	01.11.05																	
41	3660	O_{3kl-kk}	04.11.04																	
42	3660	O_{3kl-kk}	09.11.10																	
43	3660	O_{3kl-kk}	01.11.05																	
44	3662	O_{2ls-kn}	27.07.16										0,005					0,013	0,019	0,037
45	3662	O_{2ls-kn}	01.11.05																	
46	3662	O_{2ls-kn}	22.11.11																	
47	3662	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
48	3662	O_{2ls-kn}	29.08.18	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,005	< 0,005	0,005

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
49	3662	O_{2ls-kn}	15.08.12																	0,25
50	3662	O_{2ls-kn}	08.10.13																	
51	3662	O_{2ls-kn}	20.07.11																	
52	3662	O_{2ls-kn}	09.11.10																	
53	3662	O_{2ls-kn}	10.08.10																	
54	3667	O_{3kl-kk}	09.11.10																	
55	3667	O_{3kl-kk}	22.11.11																	
56	3667	O_{3kl-kk}	25.09.19																	
57	3667	O_{3kl-kk}	01.11.05																	
58	3721	O_{2ls-kn}	03.10.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
59	3732	O_{2ls-kn}	16.09.14																	
60	3732	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
61	3733	O_{3kl-kk}	01.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,005	< 0,005	
62	3733	O_{3kl-kk}	16.09.14																	
63	3734	O_{2ls-kn}	03.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
64	3734	O_{2ls-kn}	16.09.14																	
65	3735	O_{3kl-kk}	16.09.14																	
66	3738	O_{2ls-kn}	22.08.19																	
67	3862	O_{3kl-kk}	30.07.13																	
68	3862	O_{3kl-kk}	14.10.15										0,006					0,045		0,051
69	3862	O_{3kl-kk}	27.07.16										0,024	0,008					0,037	0,069
70	3875	O_{3kl-kk}	07.08.13																	
71	3875	O_{3kl-kk}	17.07.14																	
72	3960	O_{3kl-kk}	16.09.14																	
73	3963	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,012	0,012
74	3963	O_{3kl-kk}	23.08.16															0,01	0,014	0,024
75	3963	O_{3kl-kk}	08.10.13																	
76	3963	O_{3kl-kk}	05.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,08
77	3964	O_{3nb-rk}	23.08.16		0,005								0,018					0,005	0,02	0,048
78	3964	O_{3nb-rk}	16.10.18	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,005	< 0,005	0,005
79	3964	O_{3nb-rk}	04.10.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,009	< 0,005	0,009
80	3964	O_{3nb-rk}	13.08.13																	
81	3964	O_{3nb-rk}	24.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,006	< 0,005	0,008
82	3964	O_{3nb-rk}	15.04.20																	
83	3966	O_{3kl-kk}	13.08.13																	
84	3966	O_{3kl-kk}	23.08.16										0,017						0,016	0,033

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
85	3966	O_{3kl-kk}	18.10.17															0,006		0,006
86	3969	O_{2ls-kn}	15.10.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	0,005	0,005	< 0,005	< 0,002	0,006	< 0,005	< 0,005	0,016
87	3972	O_{3kl-kk}	20.09.10																	
88	3972	O_{3kl-kk}	30.08.11																	
89	3972	O_{3kl-kk}	19.07.16										0,013					0,013	0,021	0,047
90	3972	O_{3kl-kk}	02.11.17										0,011					0,012		0,023
91	3980	O_{3kl-kk}	19.07.16															0,008		0,008
92	3980	O_{3kl-kk}	19.10.17		0,006									0,013				0,021		0,07
93	4002	O-Cm	23.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-
94	4008	O_{3kl-kk}	11.08.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
95	4009	O_{3kl-kk}	11.08.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
96	4010	O_{2ls-kn}	14.10.15	0,005														0,008		0,013
97	4010	O_{2ls-kn}	11.08.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
98	4015	O_{2rk}	16.08.17															0,01		0,01
99	4016	O_{3nb-rk}	31.08.11																	
100	4016	O_{3nb-rk}	23.08.16																	
101	4016	O_{3nb-rk}	11.09.19																	
102	4016	O_{3nb-rk}	16.08.17															0,009		0,009
103	4017	O_{3kl-kk}	02.10.14										0,02		0,006			0,06	0,01	0,096
104	4017	O_{3kl-kk}	18.10.17	0,007		0,005	0,024	0,005	0,007		0,005			0,041			0,053	0,037	0,011	0,195
105	4017	O_{3kl-kk}	26.09.12																	0,47
106	4017	O_{3kl-kk}	23.08.16										0,008					0,08		0,088
107	4017	O_{3kl-kk}	15.09.15										0,006					0,007		0,013
108	4017	O_{3kl-kk}	21.09.10																	
109	4025	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
110	4026	O_{3kl-kk}	23.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,007	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,007
111	4073P		24.09.19										0,006							0,006
112	4079P		23.09.19															0,005		0,005
113	4083P		04.10.19										0,006					0,008		0,014
114	4085P		11.11.19															0,029		0,029
115	4123	O_{2ls-kn}	11.12.19															0,006		0,006
116	5069	O_{3kl-kk}	27.08.18										0,005					0,011		0,016
117	5069	O_{3kl-kk}	06.07.17											0,011				0,005		0,016
118	5069	O_{3kl-kk}	14.07.15															0,09	0,01	0,1
119	5123	O_{3kl-kk}	28.08.19																	
120	5133	O_{2ls-kn}	28.08.19																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
121	5162	O_{2ls-kn}	20.11.19					0,002												0,002
122	5731	O_{2ls-kn}	21.11.19					0,002												0,002
123	5963	O_{2ls-kn}	04.09.19																	
124	5963	O_{2ls-kn}	21.11.19					0,002												0,002
125	8309	O_{2ls-kn}	20.11.19					0,002												0,002
126	9003	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,014	0,014
127	12292	O_{2ls-kn}	11.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,005	
128	13459	O_{3kl-kk}	11.02.11																	
129	13459	O_{3kl-kk}	22.10.12																	
130	13459	O_{3kl-kk}	26.09.13																	
131	13475	O_{2ls-kn}	28.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,08
132	13507	O_{2uh}	27.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04
133	13518	O_{2ls-kn}	03.09.19																	
134	13568	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
135	13591	O_{2kn}	02.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
136	13592	O-Cm+ O_{2ls-kn}	27.08.19																	
137	14267	O-Cm	12.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,08
138	15711	O_{2ls-kn}	22.08.19																	
139	15952	O_{2ls-kn}	17.12.19					0,002												0,002
140	15954	O_{2ls-kn}	21.08.19		0,007								0,006		0,006					0,019
141	16037P		17.12.19															0,01	0,006	0,016
142	16042	O_{2ls-kn}	13.09.19																	
143	16043	O_{3kl-kk}	13.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
144	16044	O_{3nb-rk}	07.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
145	16044	O_{3nb-rk}	13.09.19																	
146	16077	O_{2ls-kn}	17.12.19															0,052		0,052
147	16078	O_{2ls-kn}	17.12.19		0,008								0,026	0,007	0,012			0,008		0,061
148	16117	O_{3nb-rk}	03.10.19																	
149	16122	O_{3kl-kk}	09.11.10																	
150	16122	O_{3kl-kk}	23.09.19															0,005		0,005
151	16123	O_{2ls-kn}	23.11.06																	
152	16123	O_{2ls-kn}	04.11.04																	
153	16123	O_{2ls-kn}	09.11.10																	
154	16123	O_{2ls-kn}	22.11.11																	
155	16153	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
156	16233	O_{2ls-kn}	11.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04
157	16387	O_{3kl-kk}	12.06.14																	
158	16387	O_{3kl-kk}	16.09.14																	
159	16391	O-Cm	04.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,08
160	16590	O_{2ls-kn}	01.11.05																	
161	16590	O_{2ls-kn}	09.11.10																	
162	16590	O_{2ls-kn}	22.11.11																	
163	16591	O_{3kl-kk}	04.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
164	16592	O_{2ls-kn}	23.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,034	< 0,005	< 0,04
165	16664	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,013	< 0,005	
166	16672	O_{3kl-kk}	25.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
167	16703	O_{3kl-kk}	31.10.02																	
168	16703	O_{3kl-kk}	01.11.05																	
169	16703	O_{3kl-kk}	09.11.10																	
170	16749	O_{2ls-kn}	21.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,08
171	16837	O_{2ls-kn}	27.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
172	16914	O_{2ls-kn}	14.08.19											0,004					0,004	
173	16919	O_{2ls-kn}	09.11.10																	
174	18399	O_{2ls-kn}	24.11.96																	
175	18399	O_{2ls-kn}	22.05.97																	
176	18399	O_{2ls-kn}	05.08.97																	
177	18399	O_{2ls-kn}	01.10.97																	
178	18399	O_{2ls-kn}	07.12.97																	
179	18399	O_{2ls-kn}	21.04.98																	
180	18399	O_{2ls-kn}	27.05.98																	
181	18399	O_{2ls-kn}	28.07.98																	
182	18399	O_{2ls-kn}	29.09.98																	
183	18399	O_{2ls-kn}	04.06.99																	
184	18399	O_{2ls-kn}	28.07.99																	
185	18399	O_{2ls-kn}	22.09.99																	
186	18399	O_{2ls-kn}	07.04.00																	
187	18399	O_{2ls-kn}	29.06.00																	
188	18399	O_{2ls-kn}	22.08.00																	
189	18399	O_{2ls-kn}	04.10.00																	
190	18399	O_{2ls-kn}	15.05.02																1,5	
191	18399	O_{2ls-kn}	02.07.02																5,3	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
192	18399	O_{2ls-kn}	29.08.02																	
193	18399	O_{2ls-kn}	08.10.02																	
194	18399	O_{2ls-kn}	14.05.03															0,5		0,5
195	18399	O_{2ls-kn}	29.07.03															1,6		1,6
196	18399	O_{2ls-kn}	07.10.03															1,9		1,9
197	18399	O_{2ls-kn}	06.07.04															2,37		2,4
198	18399	O_{2ls-kn}	02.09.04															1,86		1,9
199	18399	O_{2ls-kn}	12.10.04																	
200	18399	O_{2ls-kn}	12.07.05																	1,8
201	18399	O_{2ls-kn}	31.08.05																	
202	18399	O_{2ls-kn}	19.10.05																	
203	18399	O_{2ls-kn}	05.06.06																	1,3
204	18399	O_{2ls-kn}	30.08.06																	
205	18399	O_{2ls-kn}	13.10.08																	2,3
206	18400	O-Cm	24.11.96																	
207	18400	O-Cm	22.05.97																	
208	18400	O-Cm	05.08.97																	
209	18400	O-Cm	01.10.97																	
210	18400	O-Cm	07.12.97																	
211	18400	O-Cm	21.04.98																	
212	18400	O-Cm	27.05.98																	
213	18400	O-Cm	28.07.98																	
214	18400	O-Cm	29.09.98																	
215	18400	O-Cm	04.06.99																	
216	18400	O-Cm	28.07.99																	
217	18400	O-Cm	22.09.99																	
218	18400	O-Cm	28.10.99																	
219	18400	O-Cm	07.04.00																	
220	18400	O-Cm	29.06.00																	
221	18400	O-Cm	22.08.00																	
222	18400	O-Cm	04.10.00																	
223	18400	O-Cm	15.05.02																	
224	18400	O-Cm	02.07.02																	
225	18400	O-Cm	29.08.02																	
226	18400	O-Cm	08.10.02																	
227	18400	O-Cm	14.05.03																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
228	18400	O-Cm	29.07.03																	
229	18400	O-Cm	07.10.03																	
230	19028	O_{2ls-kn}	10.08.17																	
231	19028	O_{2ls-kn}	19.10.17															0,006		0,006
232	19028	O_{2ls-kn}	08.08.18																	
233	19028	O_{2ls-kn}	23.08.16										0,014							0,014
234	19028	O_{2ls-kn}	05.09.19																	
235	19028	O_{2ls-kn}	17.09.13																	
236	19028	O_{2ls-kn}	10.08.10																	
237	19028	O_{2ls-kn}	14.07.11																	
238	19028	O_{2ls-kn}	15.08.12																	
239	19028	O_{2ls-kn}	04.11.15																	
240	19063	O_{3kl-kk}	27.08.19																	
241	19079	O_{3kl-kk}	12.06.14																	
242	19079	O_{3kl-kk}	16.09.14																	
243	19081	O_{3kl-kk}	03.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
244	19082	O_{2ls-kn}	03.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
245	19084	O_{2ls-kn}	16.09.14																	
246	19084	O_{2ls-kn}	12.06.14																	
247	19498	O_{3kl-kk}	03.09.19																	
248	19498	O_{3kl-kk}	15.08.12																	
249	19498	O_{3kl-kk}	20.07.11																	
250	19498	O_{3kl-kk}	01.11.05																	
251	19499	O_{2ls-kn}	28.08.18																	
252	19499	O_{2ls-kn}	14.09.10																	
253	19499	O_{2ls-kn}	13.09.11																	
254	19499	O_{2ls-kn}	18.09.12																	
255	19499	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	0,005	< 0,002	< 0,005	0,01	< 0,005	0,015
256	19499	O_{2ls-kn}	14.09.16																	
257	19499	O_{2ls-kn}	20.09.17																	
258	19499	O_{2ls-kn}	15.09.09																	
259	19506	O_{2ls-kn}	21.04.89																	
260	19513	O_{2ls-kn}	02.06.89																	
261	19522	O_{2ls-kn}	28.08.18															0,007		0,007
262	19522	O_{2ls-kn}	12.04.89																	
263	19522	O_{2ls-kn}	13.09.10																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
264	19522	O_{2ls-kn}	17.09.12																	
265	19522	O_{2ls-kn}	23.09.13																	
266	19522	O_{2ls-kn}	14.09.16																	
267	19522	O_{2ls-kn}	20.09.17															0,025		0,025
268	19522	O_{2ls-kn}	12.09.11																	
269	19522	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04
270	19522	O_{2ls-kn}	26.03.13															0,01		0,01
271	19532	O_{2ls-kn}	15.09.09																	
272	19532	O_{2ls-kn}	11.09.12																	
273	19532	O_{2ls-kn}	28.08.18																	
274	19532	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,009	< 0,005	0,009
275	19532	O_{2ls-kn}	05.09.11																	
276	19532	O_{2ls-kn}	02.11.17																	
277	19540	O_{2ls-kn}	03.07.96																	
278	19540	O_{2ls-kn}	22.10.96																	
279	19541	O-Cm	21.05.96															5,9		
280	19541	O-Cm	03.07.96																	
281	19541	O-Cm	22.10.96																	
282	19541	O-Cm	24.11.96																	
283	19541	O-Cm	22.05.97																	
284	19541	O-Cm	05.08.97																	
285	19541	O-Cm	01.10.97																	
286	19542	O_{2ls-kn}	07.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	0,007	< 0,002	< 0,005	0,007	< 0,005	0,014
287	19542	O_{2ls-kn}	21.05.96															33,4		
288	19542	O_{2ls-kn}	03.07.96																	
289	19542	O_{2ls-kn}	22.10.96																	
290	19542	O_{2ls-kn}	24.11.96																	
291	19542	O_{2ls-kn}	22.05.97																	
292	19542	O_{2ls-kn}	05.08.97																	
293	19542	O_{2ls-kn}	01.10.97																	
294	19542	O_{2ls-kn}	21.04.98																	
295	19542	O_{2ls-kn}	27.05.98																	
296	19542	O_{2ls-kn}	28.07.98																	
297	19542	O_{2ls-kn}	29.09.98																	
298	19542	O_{2ls-kn}	04.06.99																	
299	19542	O_{2ls-kn}	28.07.99																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
300	19542	O_{2ls-kn}	22.09.99																	
301	19542	O_{2ls-kn}	07.04.00																	
302	19542	O_{2ls-kn}	29.06.00																	
303	19542	O_{2ls-kn}	22.08.00																	
304	19542	O_{2ls-kn}	04.10.00																	
305	19542	O_{2ls-kn}	15.05.02																	
306	19542	O_{2ls-kn}	02.07.02																	5,3
307	19542	O_{2ls-kn}	29.08.02																	
308	19542	O_{2ls-kn}	08.10.02																	
309	19542	O_{2ls-kn}	14.05.03																	
310	19542	O_{2ls-kn}	29.07.03																	
311	19542	O_{2ls-kn}	07.10.03																	
312	19542	O_{2ls-kn}	06.07.04															0,53		0,5
313	19542	O_{2ls-kn}	02.09.04															0,78		0,8
314	19542	O_{2ls-kn}	12.10.04																	
315	19542	O_{2ls-kn}	12.07.05																	0,61
316	19542	O_{2ls-kn}	31.08.05																	
317	19542	O_{2ls-kn}	19.10.05																	
318	19542	O_{2ls-kn}	13.06.06																	0,5
319	19542	O_{2ls-kn}	30.08.06																	
320	19542	O_{2ls-kn}	13.10.08																	
321	19543	O-Cm	22.05.97																	
322	19543	O-Cm	04.06.99																	
323	19543	O-Cm	22.09.99																	
324	19543	O-Cm	28.10.99																	
325	19543	O-Cm	07.04.00																	
326	19543	O-Cm	22.08.00																	
327	19543	O-Cm	04.10.00																	
328	19543	O-Cm	14.05.03																	
329	19543	O-Cm	29.07.03																	
330	19543	O-Cm	06.07.04																	
331	19543	O-Cm	02.09.04																	
332	19543	O-Cm	12.10.04																	
333	19543	O-Cm	12.07.05																	
334	19543	O-Cm	31.08.05																	
335	19543	O-Cm	21.08.08																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
336	19543	O-Cm	13.10.08																	
337	19544	O_{2ls-kn}	02.10.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
338	19544	O_{2ls-kn}	22.05.97																	
339	19544	O_{2ls-kn}	04.06.99																	
340	19544	O_{2ls-kn}	28.07.99																	
341	19544	O_{2ls-kn}	22.09.99																	
342	19544	O_{2ls-kn}	28.10.99																	
343	19544	O_{2ls-kn}	07.04.00																	
344	19544	O_{2ls-kn}	22.08.00																	
345	19544	O_{2ls-kn}	04.10.00																	
346	19544	O_{2ls-kn}	29.07.03																	
347	19544	O_{2ls-kn}	06.07.04																	
348	19544	O_{2ls-kn}	02.09.04																	
349	19544	O_{2ls-kn}	12.07.05																	
350	19544	O_{2ls-kn}	31.08.05																	
351	19544	O_{2ls-kn}	30.08.06																	
352	19544	O_{2ls-kn}	14.10.08																	
353	19545	O-Cm	03.07.96																	
354	19545	O-Cm	04.06.99																	
355	19545	O-Cm	07.04.00																	
356	19545	O-Cm	22.08.00																	
357	19545	O-Cm	06.07.04																	
358	19545	O-Cm	02.09.04																	
359	19545	O-Cm	12.10.04																	
360	19545	O-Cm	31.08.05																	
361	19545	O-Cm	19.10.05																	
362	19548	O_{2ls-kn}	12.07.05																	
363	19548	O_{2ls-kn}	31.08.05																	
364	19548	O_{2ls-kn}	19.10.05																	
365	19548	O_{2ls-kn}	21.11.05																	
366	19548	O_{2ls-kn}	21.08.08																	
367	19548	O_{2ls-kn}	14.10.08																	
368	19549	O-Cm	12.07.05																	
369	19549	O-Cm	19.10.05																	
370	19549	O-Cm	21.08.08																	
371	19550	O_{2ls-kn}	31.08.05																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
372	19550	O_{2ls-kn}	21.11.05																	
373	19554	O_{2ls-kn}	21.05.96															3,8		11,5
374	19554	O_{2ls-kn}	22.10.96																	
375	19554	O_{2ls-kn}	24.11.96															2,2		15,4
376	19555	O-Cm	21.05.96															1,8		19,8
377	19555	O-Cm	03.07.96																	
378	19555	O-Cm	22.10.96																	
379	19555	O-Cm	24.11.96																	9,6
380	19556	O_{2ls-kn}	04.06.99																	
381	19556	O_{2ls-kn}	14.05.03																	
382	19556	O_{2ls-kn}	06.07.04																	
383	19556	O_{2ls-kn}	02.09.04																	
384	19556	O_{2ls-kn}	12.10.04																	
385	19556	O_{2ls-kn}	12.07.05																	
386	19556	O_{2ls-kn}	31.08.05																	
387	19556	O_{2ls-kn}	20.10.08																	
388	19557	O-Cm	03.07.96																	
389	19557	O-Cm	21.04.98																	
390	19557	O-Cm	04.06.99																	
391	19557	O-Cm	28.07.99																	
392	19557	O-Cm	22.08.00																	
393	19557	O-Cm	02.09.04																	
394	19557	O-Cm	12.10.04																	
395	19557	O-Cm	31.08.05																	
396	19557	O-Cm	30.08.06																	
397	19557	O-Cm	20.10.08																	
398	19557	O-Cm	09.05.12															0,02		0,02
399	19557	O-Cm	12.06.13																	
400	19558	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0
401	19560	O_{2ls-kn}	23.08.16	0,35	1,4	3,8							0,56	0,14	1,6		0,005	1,1	0,14	9,095
402	19560	O_{2ls-kn}	06.07.17	0,13										0,056				0,42		0,606
403	19560	O_{2ls-kn}	18.07.14	0,07	0,35	0,71							0,13	0,02	0,48			0,22	0,03	2,01
404	19560	O_{2ls-kn}	15.07.15																	3,1
405	19560	O_{2ls-kn}	27.07.09																	5,6
406	19560	O_{2ls-kn}	12.08.13																	6,3
407	19560	O_{2ls-kn}	26.09.12																	12,9

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
408	19560	O_{2ls-kn}	17.09.18	0,23	1,2	2,6	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,6	0,11	1,8	< 0,002	0,005	2,6	0,11	9,26
409	19560	O_{2ls-kn}	24.09.19	0,32	1,4	4,3	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,36	0,13	1,8	< 0,002	< 0,005	0,35	0,069	8,729
410	19560	O_{2ls-kn}	27.08.19	< 0,005	0,023	0,006	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,041	0,14	0,41	< 0,002	< 0,005	0,024	0,12	0,769
411	19560	O_{2ls-kn}	27.08.19	< 0,005	0,023	0,006	0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,041	0,14	0,41	< 0,002	< 0,005	0,024	0,12	
412	19560	O_{2ls-kn}	09.09.10																	1,29
413	19560	O_{2ls-kn}	20.07.11																	16,1
414	19606	O_{2ls-kn}	04.05.05																	
415	19606	O_{2ls-kn}	10.08.10																	
416	19606	O_{2ls-kn}	03.08.09																	
417	19606	O_{2ls-kn}	16.08.12																	
418	19606	O_{2ls-kn}	12.08.13																	
419	19606	O_{2ls-kn}	23.09.19																	
420	19606	O_{2ls-kn}	25.11.14																	
421	19606	O_{2ls-kn}	20.07.11																	
422	19606	O_{2ls-kn}	09.10.17															0,005		0,005
423	19606	O_{2ls-kn}	27.08.18															0,012		0,012
424	19606	O_{2ls-kn}	26.10.16										0,027	0,01				0,079	0,029	0,145
425	19606	O_{2ls-kn}	02.06.15																	
426	19606	O_{2ls-kn}	17.05.16															0,029		0,029
427	19607	O_{3kl-kk}	06.06.12																	
428	19607	O_{3kl-kk}	21.08.19																	
429	19607	O_{3kl-kk}	19.09.08																	
430	19607	O_{3kl-kk}	11.02.11																	
431	19607	O_{3kl-kk}	17.05.06					0,003					0,005					0,006		0,014
432	19607	O_{3kl-kk}	16.06.16																	
433	19608	O_{2ls-kn}	21.08.19																	
434	19608	O_{2ls-kn}	09.06.15																	
435	19608	O_{2ls-kn}	17.05.16															0,006		0,006
436	19608	O_{2ls-kn}	19.09.19																	
437	19609	O_{3kl-kk}	19.09.08																	
438	19609	O_{3kl-kk}	01.11.16		0,005															0,005
439	19610	O_{2ls-kn}	17.05.16															0,007		0,007
440	19611	O_{3kl-kk}	11.02.11																	
441	19611	O_{3kl-kk}	02.06.15																	
442	19612	O_{3kl-kk}	11.02.11																	
443	19612	O_{3kl-kk}	06.10.11																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
444	19612	O_{3kl-kk}	23.10.12																	
445	19613	O_{3kl-kk}	06.11.11																	
446	19613	O_{3kl-kk}	04.05.05																	
447	19613	O_{3kl-kk}	19.09.08																	
448	19613	O_{3kl-kk}	11.02.11																	
449	19613	O_{3kl-kk}	17.05.16					0,002			0,002							0,006		0,01
450	19615	O_{3kl-kk}	11.02.11																	
451	19620	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
452	19631P	O_{2ls-kn}	16.12.19					0,002												0,002
453	19635	O_{2ls-kn}	03.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
454	19652	O_{2kn-vl}	02.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
455	19768	O_{2ls-kn}	22.05.97																	
456	19768	O_{2ls-kn}	05.08.97																	
457	19768	O_{2ls-kn}	01.10.97																	
458	19768	O_{2ls-kn}	07.12.97																	
459	19768	O_{2ls-kn}	21.04.98																	
460	19768	O_{2ls-kn}	27.05.98																	
461	19768	O_{2ls-kn}	29.09.98																	
462	19768	O_{2ls-kn}	04.06.99																	
463	19768	O_{2ls-kn}	28.07.99																	
464	19768	O_{2ls-kn}	22.09.99																	
465	19768	O_{2ls-kn}	28.10.99																	
466	19768	O_{2ls-kn}	07.10.03																	
467	19768	O_{2ls-kn}	13.06.06																	
468	19769	O	27.05.98																	
469	19769	O	04.06.99																	
470	19769	O	28.07.99																	
471	19769	O	22.09.99																	
472	19769	O	28.10.99																	
473	19770	O_{2ls-kn}	01.10.97																	
474	19770	O_{2ls-kn}	04.06.99																	
475	19770	O_{2ls-kn}	28.10.99																	
476	19770	O_{2ls-kn}	07.10.03																	
477	19770	O_{2ls-kn}	31.08.05																	
478	19770	O_{2ls-kn}	30.08.06																	
479	19770	O_{2ls-kn}	13.10.08																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
480	19771	O	22.05.97																	
481	19771	O	05.08.97																	
482	19771	O	01.10.97																	
483	19771	O	07.12.97																	
484	19771	O	21.04.98																	
485	19771	O	27.05.98																	
486	19771	O	28.07.98																	
487	19771	O	29.09.98																	
488	19771	O	04.06.99																	
489	19771	O	28.07.99																	
490	19771	O	22.09.99																	
491	19771	O	07.04.00																	
492	19771	O	29.06.00																	
493	19771	O	22.08.00																	
494	19771	O	04.10.00																	
495	19771	O	15.05.02																	
496	19771	O	02.07.02																	1,3
497	19771	O	29.08.02																	
498	19771	O	08.10.02																	
499	19771	O	14.05.03																	0,1
500	19771	O	29.07.03																	
501	19771	O	07.10.03																	
502	19771	O	06.07.04				0,02	0,03	0,12	0,02					0,27					0,4
503	19771	O	02.09.04																	
504	19771	O	12.10.04																	
505	19771	O	12.07.05																	0,9
506	19771	O	31.08.05																	
507	19771	O	19.10.05																	
508	19771	O	05.06.06																	0,22
509	19771	O	30.08.06																	
510	19772	O-Cm	22.05.97																	
511	19772	O-Cm	27.05.98																	
512	19772	O-Cm	28.07.98																	
513	19772	O-Cm	04.06.99																	
514	19772	O-Cm	28.07.99																	
515	19772	O-Cm	07.04.00																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
516	19772	O-Cm	22.08.00																	
517	19772	O-Cm	04.10.00																	
518	19772	O-Cm	07.10.03																	
519	19772	O-Cm	06.07.04																	
520	19772	O-Cm	02.09.04																	
521	19772	O-Cm	12.10.04																	
522	19772	O-Cm	12.07.05																	
523	19772	O-Cm	31.08.05																	
524	19772	O-Cm	05.06.06																	
525	19772	O-Cm	30.08.06																	
526	19772	O-Cm	13.10.08																	0,1
527	19818	O_{2ls-kn}	21.08.08																	
528	19818	O_{2ls-kn}	14.10.08																	
529	19818	O_{2ls-kn}	14.06.11	0,01									0,04					0,02		0,1
530	19818	O_{2ls-kn}	09.05.12															0,02		0,02
531	19970	O	13.10.08																	0,9
532	19970	O	11.07.11	0,01									0,02		0,01			0,04		0,08
533	19970	O	10.05.12															0,4		0,4
534	19970	O	12.06.13																	0,18
535	19970	O	26.06.14																	0,4
536	20105	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,006	< 0,005	0,006
537	20281	O_{2ls-kn}	04.06.15																	0,1
538	20976	O_{3kl-kk}	16.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,011	< 0,005	0,011
539	20977	O_{2ls-kn}	16.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,008	< 0,005	0,008
540	20977	O_{2ls-kn}	02.10.14																	
541	20999	O_{3kl-kk}	09.03.05																	
542	21108	O_{3kl-kk}	09.11.10																	
543	21108	O_{3kl-kk}	01.11.05																	
544	21187	O_{2ls-kn}	16.12.19					0,002												0,002
545	21583	O_{3kl-kk}	22.08.19																	
546	21849	O_{2ls-kn}	04.09.19																	
547	21849	O_{2ls-kn}	09.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
548	22410	O_{2ls-kn}	15.10.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04
549	23176		28.11.19															0,005		
550	23176		28.11.19															0,005	0,005	0,04
551	23373	O_{2ls-kn}	01.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
552	24211	O_{2ls-kn}	22.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04
553	24943	O_{3kl-kk}	12.09.19																	
554	24943	O_{3kl-kk}	16.04.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,005	< 0,005	
555	25612	O_{3nb-rk}	08.08.16																	
556	25612	O_{3nb-rk}	06.07.10																	
557	25612	O_{3nb-rk}	08.08.12																	
558	25612	O_{3nb-rk}	01.08.13																	
559	25612	O_{3nb-rk}	24.07.14																	
560	25622	O_{3jh-kk}	11.03.10																	
561	25622	O_{3jh-kk}	12.10.10																	
562	25622	O_{3jh-kk}	13.07.10																	
563	25622	O_{3jh-kk}	15.06.10																	
564	25622	O_{3jh-kk}	10.02.10																	
565	25622	O_{3jh-kk}	10.08.10																	
566	25622	O_{3jh-kk}	09.11.10																	
567	25622	O_{3jh-kk}	28.04.10																	
568	25659	O_{3nb}	03.07.19										0,011		0,008			0,006	0,006	0,031
569	25959	O_{2ls-kn}	19.09.08																	
570	25959	O_{2ls-kn}	30.09.09																	
571	25959	O_{2ls-kn}	16.05.16		0,005			0,002										0,006		0,013
572	26251	O_{3id-kk}	16.08.17															0,009		0,009
573	26251	O_{3id-kk}	27.07.16																	
574	26251	O_{3kl-kk}	28.08.19																	
575	26254	O_{3id-kk}	05.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
576	26256	O_{3kl-kk}	05.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,04
577	26264	O_{2ls-kn}	18.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-
578	26266	O_{3kl-kk}	08.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
579	26267	O_{2ls-kn}	08.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
580	30410	O	21.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04
581	50273	O_{3kk}	08.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04
582	50273	O_{3kk}	03.06.13																	
583	50273	O_{3kk}	12.03.14					0,002	0,002	0,002			0,005			0,003		0,01		0,024
584	50273	O_{3kk}	14.10.14																	0,04
585	50274	O_{3kk}	03.06.13																	
586	50274	O_{3kk}	12.03.14																	
587	50275	O_{3kk}	08.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
588	50275	O_{3kk}	03.06.13																	
589	50275	O_{3kk}	12.03.14															0,01		0,01
590	50275	O_{3kk}	14.10.14																	
591	52055	O_{3vv}	01.07.13																	0,52
592	52619	O_{3kk}	23.10.14																	18,3
593	53032	O-Cm	02.10.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-
594	53032	O-Cm	15.04.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,003	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
595	53527	O-Cm	18.09.19															0,006		0,006
596	54422	O-Cm	12.09.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-
597	54441	O_{3kk}	17.05.16															0,009		0,009
598	54441	O_{3kk}	30.05.17															0,005		0,005
599	54495	O_{3kl-kk}	04.10.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,04
600	54765	O-Cm	27.08.19	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,002	< 0,005	< 0,001	< 0,005	< 0,002	< 0,005	0,12	< 0,005	0,12
601	55461	O_{2ls-kn}	14.08.19															0,007		0,007
602	61708	O_{3kk}	17.08.20	0,18	0,61	0,058	0,03	0,009	0,004	0,004	0,002		0,015	0,031	0,38		0,01	0,044	0,11	
603	61708	O_{3kk}	25.11.20	0,23	0,63	0,074	0,1	0,042	0,012	0,017	0,01	0,008	0,015	0,06	0,36	0,009	0,032	0,038	0,17	
604	61708	O_{3kk}	28.10.20	2,6	2,6	0,36	1,9	0,75	0,26	0,31	0,19	0,15	0,23	0,89	0,84	0,14	0,85	0,038	3	
605	61708	O_{3kk}	07.05.20	0,21	0,61	0,056	0,061	0,025	0,009	0,01	0,006	0,005	0,021	0,042	0,32	0,006	0,018	0,033	0,14	1,6
606	61766	O_{3kk}	07.05.20	0,74	0,7	0,098	0,44	0,21	0,075	0,092	0,059	0,032	0,83	0,22	1	0,051	0,15	0,29	0,81	5,8
607	61766	O_{3kk}	28.10.20		0,51	0,066	0,081	0,031	0,01	0,01	0,008	0,004	0,49	0,1	0,9	0,007	0,027	0,21	0,27	
608	61766	O_{3kk}	17.08.20	0,5	0,51	0,072	0,098	0,045	0,016	0,016	0,013	0,005	0,43	0,099	0,85	0,01	0,033	0,18	0,31	
609	61766	O_{3kk}	25.11.20	0,36	0,82	0,096	0,038	0,01	0,003	0,002	0,003		0,33	0,073	0,69	0,002		0,15	0,17	
610	61767	O_{3kk}	07.05.20	0,089	0,18	0,028	0,018	0,008	0,003	0,002	0,003		0,008	0,053	0,16		0,009	0,011	0,13	0,7
611	61767	O_{3kk}	17.08.20	0,18	0,27	0,035	0,022	0,008	0,003	0,003	0,002		0,013	0,049	0,33		0,011	0,021	0,2	
612	61767	O_{3kk}	28.10.20	0,19	0,33	0,036	0,029	0,009	0,003	0,002	0,002		0,015	0,057	0,37		0,011	0,036	0,15	
613	61767	O_{3kk}	25.11.20	0,3	0,48	0,046	0,055	0,024	0,007	0,01	0,006	0,003	0,02	0,085	0,48	0,006	0,023	0,04	0,26	
614	61768	O_{3kk}	25.11.20	1,5	1,7	0,22	0,7	0,33	0,11	0,13	0,079	0,058	0,24	0,37	1,2	0,068	0,27	0,049	1,4	
615	61768	O_{3kk}	28.10.20	0,57	0,83	0,091	0,083	0,031	0,01	0,011	0,007	0,006	0,57	0,065	0,91	0,007	0,028	0,11	0,23	
616	61768	O_{3kk}	17.08.20	0,87	0,8	0,086	0,29	0,15	0,052	0,059	0,037	0,024	0,72	0,14	0,85	0,027	0,09	0,11	0,6	
617	61768	O_{3kk}	07.05.20	0,34	0,89	0,078	0,11	0,044	0,017	0,018	0,011	0,008	0,22	0,08	0,59	0,01	0,037	0,055	0,25	2,8
618	61769	O_{3kk}	07.05.20		0,017										0,006					0
619	300001		03.09.19																	
620	2763S		16.07.19															0,007		0,007
621	2885S		28.05.19										0,005							0,005
622	2922S		22.05.19															0,009		0,009
623	2963S		17.07.19															0,01		0,01

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
624	3046S		03.06.19															0,005		0,005
625	3049S		03.06.19																	
626	3112S		11.06.19															0,005		0,005
627	3125S		12.06.19																0,017	0,017
628	Aro		27.08.19																	
629	EGT0300000		07.10.19															0,013		
630	EGT0300003		17.04.19	0,005						0,002			0,052	0,01	0,02			0,005	0,009	0,1
631	EGT0300003		28.11.19															0,013		
632	EGT0300501		28.11.19															0,006		
633	Jõe kinnistu	O_{2uh}	03.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
634	Jüri	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
635	Kiviõli tee 7	O_{2ls-kn}	02.09.20	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
636	Nvp 1		04.08.11			0,01											0,01	0,8		0,84
637	Nvp 1		02.11.11															0,1		0,1
638	Nvp 1		09.05.12															0,02		
639	Nvp 1		13.11.12	0,01	0,02		0,02	0,01	0,01	0,01	0,005		0,06	0,03	0,01	0,01	0,03	0,08	0,05	0,36
640	Nvp 1		13.06.13										0,01					0,16	0,01	0,18
641	Nvp 2		04.08.11					0,01	0,01	0,01	0,01		0,02	0,01		0,01	0,01	0,03	0,02	0,16
642	Nvp 2		02.11.11	0,27	0,03	0,02	0,09	0,07	0,11	0,07	0,01	0,03		0,15	0,03	0,03	0,18	0,08	0,36	1,67
643	Nvp 2		09.05.12			0,01	0,01		0,01				0,02	0,02			0,05	0,03	0,04	0,2
644	Nvp 2		13.11.12										0,01					0,03		0,04
645	PV 1		20.12.10																	
646	PV 1		01.11.11																	
647	PV 1		04.12.13																	
648	PV 1		13.06.11																	
649	PV 1		10.05.12																	
650	PV 1		12.12.11																	
651	PV 2		05.12.13																	
652	PV 2		12.06.13																	
653	PV 2		09.05.12																	
654	PV 2		20.12.10																	
655	PV 2		02.11.11																	
656	PV 2		14.06.11																	
657	PV 2		29.10.14																	
658	PV 3		01.11.11																	
659	PV 3		09.05.12																	

Nr	Kat. Nr.	Veekiht	Proovi võtu kuupäev	Antra-tseen	Atse-nafteen	Atse-naftüleen	Benso(a) antratseen	Benso(a) püreen	Benso(b) fluoranteen	Benso(g,h,i) perüleen	Benso(k) fluoranteen	Dibenso(a,h) antratseen	Fenan-treen	Fluoranteen	Fluoreen	Indeno (1,2,3-cd) püreen	Krüseen	Naftaleen	Püreen	PAH summa
				µg/l																
660	PV 3		13.06.11																	
661	PV 3		20.12.10																	
662	PV 3		26.06.14																	
663	PV 3		29.10.14																	
664	RA-KJ-5		04.08.11	0,06	0,11	0,05	0,06						0,32	0,08	0,05		0,07	2,61		3,51
665	RA-KJ-5		02.11.11	0,09	0,2	0,09	0,05	0,01	0,01				0,51	0,13	0,1		0,05	4,58	0,23	6
666	RA-KJ-5		12.11.11	0,05	0,08	0,03	0,03		0,01				0,19	0,04	0,05		0,09	1,33	0,12	2,02
667	RA-KJ-5		09.05.12	0,07	0,22	0,09	0,02	0,01	0,01				0,4	0,1	0,08		0,03	5,2	0,18	6,41
668	RA-KJ-5		13.11.12	0,1	0,2	0,1							0,5	0,1	0,1			5,7	0,1	6,9
669	RA-KJ-5		13.06.13				0,02						0,17	0,03	0,08			3,7	0,03	4
670	RA-KJ-5		05.12.13	0,05	0,13	0,09							0,21	0,02	0,1			3,8	0,04	4,4
671	RA-KJ-5		26.06.14	0,03	0,1	0,05	0,01						0,2	0,01	0,08		0,01	3,8	0,04	4,3
672	RA-KJ-5		25.09.14	0,09	0,2	0,11	0,02						0,37	0,07	0,17		0,02	1,1	0,11	2,3

Lisa 2. Käesoleva uuringu raames 2019. aastal kogutud veeproovide pestitsiidide analüüsitulemused

Puurkaevu kat. nr	16749	16664	2366	13475	3963	3963	3198	3280	12292	3190	19499	2582	2581	2590	2589	2414	54765	2373	16391	14267	54422	4002	53032
Veekiht	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3nb-rk}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm
Tetraklorometaan						< 0,1					< 0,1												
1,1,1-trikloroetaan						< 0,1					< 0,1												
1,2,3,4-Tetraklorobenseen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
1,2,3,5-/1,2,4,5-Tetraklorobenseen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
1,2,3-Triklorobenseen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
1,2,4-Triklorobenseen	<0,0025	< 0,0025	< 0,0025	<0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	<0,0025	< 0,0025	< 0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	< 0,0025
1,2-Dikloroetaan						< 0,06					< 0,06												
1,3,5-Triklorobenseen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2,4-D 2-EHE	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
2,4-D	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022
AMPA	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Aklonifeen	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Alakloor	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Aldriin	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ametrüün	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007
Amidosulfuroon	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022	< 0,022
Asitromütsiin	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Atrasiin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Atseetamipriid	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011
Bentasoon	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017	< 0,017
Bifenoks	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Bifentriin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Boskaliid	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Bromodiklorometaan						< 0,1					< 0,1												
Deltametriin	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Desetüül-atrasiin	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026	< 0,0026
Diasinoon	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Dibromoklorometaan						< 0,1					< 0,1												
Dieldriin	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Diflubensuroon	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012
Diflufenikaan	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069	< 0,0069
Dikamba	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172	< 0,172
Diklobeniil	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Diklofenak	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039	< 0,039
Diklorofoss	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032	<0,00032
Diklorometaan						< 0,1					< 0,1												
Dikloroprop-P	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076	< 0,0076

Puurkaevu kat. nr	16749	16664	2366	13475	3963	3963	3198	3280	12292	3190	19499	2582	2581	2590	2589	2414	54765	2373	16391	14267	54422	4002	53032
Veekiht	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3nb-rk}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm
Dikofool	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dimetakloor	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Dimeteenamiid-P	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047	< 0,0047
Dimetoaat	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016	< 0,0016
Dimoksüstrobiin	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095	<0,00095
Diuroon	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065	< 0,0065
Endosulfaansulfaat	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Endriin	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Epoksikonasool	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Erütromütsiin	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013
Esfenvaleraat	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ethopropos	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066	< 0,0066
Etofeenproks	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042	< 0,0042
Etüülbenseen						< 0,1					< 0,1												
Fenitrotioon	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenpropatriin	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Fenpropidiin	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035
Fenpropimorf	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fenpüroksimaat	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098	< 0,0098
Fenvaleraat	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluroksüpüür	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018
Flutsütrinaat	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fosfamidoon	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Glüfosaat	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Heksaklorobenseen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Heksaklorobutadieen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Heptakloor-eksoepoksiid	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Heptakloor-endoepoksiid	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
Heptakloor	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Imidaklopriid	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041	< 0,0041
Isobensaan	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Isodriin	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Isoprokarb	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014
Isoproturoon	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
Kinoksüfeen	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Klaritromütsiin	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097	<0,00097
Kloormekvaat kloriid	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Klopüraliid	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018	< 0,018
Kloridasoon-desfenüül	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	**0,54**	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04	< 0,04
Kloridasoon	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

Puurkaevu kat. nr	16749	16664	2366	13475	3963	3963	3198	3280	12292	3190	19499	2582	2581	2590	2589	2414	54765	2373	16391	14267	54422	4002	53032
Veekiht	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3nb-rk}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm
Klorofenvinfoss	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Kloroksuroon	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007	< 0,0007
Kloropürifoss	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Klorotoluroon	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014	< 0,0014
Klotianidiin	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031	< 0,0031
Krimidiin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kvintoseen	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Linuroon	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
MCPA	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012	< 0,012
Malatioon	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Mepikvaat kloriid	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Metabenstiasuroon	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006
Metakrifoss	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Metamitroon	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Metasakloor	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012
Metiokarb	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025
Metobromuroon	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067	< 0,0067
Metoksuroon	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
Metoksükloor	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Metolakloor	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Metribusiin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mireks	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Monolinuroon	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008
Napropamiid	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011
Nikosulfuroon	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038	< 0,0038
Oksüklordaan	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Ometoaat	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008	< 0,0008
Pentaklorobenseen	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Permetriin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pinoksadeen	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048	< 0,0048
Prometriin	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Propaam	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Propakvisafop	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Propamokarb-hüdrokloriid	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011	< 0,0011
Propasiin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Propikonasool	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Protiokonasool-destio	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Püridabeen	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063	< 0,0063
Sebutüülasiin	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Simasiin	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027	< 0,0027

Puurkaevu kat. nr	16749	16664	2366	13475	3963	3963	3198	3280	12292	3190	19499	2582	2581	2590	2589	2414	54765	2373	16391	14267	54422	4002	53032
Veekiht	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3nb-rk}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm
Spiroksamiin	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032	< 0,0032
Stüreen						< 0,1					< 0,1												
Tebukonasool	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013	< 0,0013
Teflubensuroon	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028	< 0,0028
Terbutriin	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015	< 0,0015
Terbutüülasiin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tiaklopriid	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012	< 0,0012
Tiametoksaam	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
Tolueen						< 0,1					< 0,1												
Triadimenool	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046	< 0,0046
Triallaat	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Tribromometaan (Bromoform)						< 0,1					< 0,1												
Trifluralin	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Tritosulfuroon	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034	< 0,0034
Tsüaanasiin	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tsübutriin	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066	<0,00066
Tsüflutriin	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Tsüpermetriin (isomeeride segu)	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
alfa-Endosulfaan	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003	< 0,0003
alfa-Heksaklorotsükloheksaan	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
alfa-Klordaan	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
beeta-Endosulfaan	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
beeta-Heksaklorotsükloheksaan	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
delta-Heksaklorotsükloheksaan	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
epsilon-Heksaklorotsükloheksaan	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
gamma-Heksaklorotsükloheksaan	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
gamma-Klordaan	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
lambda-Tsühalotriin	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
m/p-Ksüleen						< 0,1					< 0,1												
metüül-Kloropürifoss	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
metüül-Pirimifoss	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
o,p´-DDD	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
o,p´-DDE	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
o,p´-DDT	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
o-Ksüleen						< 0,1					< 0,1												
p,p´-DDD	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025

Puurkaevu kat. nr	16749	16664	2366	13475	3963	3963	3198	3280	12292	3190	19499	2582	2581	2590	2589	2414	54765	2373	16391	14267	54422	4002	53032
Veekiht	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O_{3nb-rk}	O_{2ls-kn}	O_{2ls-kn}	O_{3kk}	O_{3kl-kk}	O_{2ls-kn}	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm	O-Cm
p,p´-DDE	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
p,p´-DDT	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025	< 0,0025
tau-Fluvalinaat	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

Elektrooniliste lisade nimekiri (Lisad 3–7 on eraldi esitatud pdf-failid)

Lisa 3. Geofüüsikaliste mõõtmiste tulemused seirekaevus nr 3662. Litoloogiline ja hüdrogeoloogiline läbilõige, looduslik gammakiirgus, gamma-gamma kiirgus (kivimi tihedus), kavernomeetria, inklinatsioon, puurkaevu konstruktsioon, vee voolukiirus, optiline kaamera

Lisa 4. Geofüüsikaliste mõõtmiste tulemused seirekaevus nr 3662. Litoloogiline ja hüdrogeoloogiline läbilõige, puurkaevu konstruktsioon, akustiline kaamera (sisepinna tekstuur) koos kavernomeetriaga, arvutuslik metallikulu, seismoakustiline logi ehk FWS (tsementatsiooni kvaliteet) , optiline kaamera (3D puurkaevust)

Lisa 5. Geofüüsikaliste mõõtmiste tulemused seirekaevus nr 26251. Litoloogiline ja hüdrogeoloogiline läbilõige, looduslik gammakiirgus, gamma-gamma kiirgus (kivimi tihedus), kavernomeetria, puurkaevu konstruktsioon, optiline kaamera, inklinatsioon

Lisa 6. Geofüüsikaliste mõõtmiste tulemused seirekaevus nr 4016. Litoloogiline ja hüdrogeoloogiline läbilõige, looduslik gammakiirgus, gamma-gamma kiirgus (kivimi tihedus), kavernomeetria, puurkaevu konstruktsioon, optiline kaamera, inklinatsioon

Lisa 7. Geofüüsikaliste mõõtmiste tulemused seirekaevus nr 4017. Litoloogiline ja hüdrogeoloogiline läbilõige, looduslik gammakiirgus, gamma-gamma kiirgus (kivimi tihedus), kavernomeetria, puurkaevu konstruktsioon, optiline kaamera, inklinatsioon