

Hajaasustuspiirkondade joogivee kvaliteedi ja - süsteemide uuring

Tallinn 2020





Töö nimetus: Hajaasustuspiirkondade joogivee kvaliteedi ja -süsteemide uuring.

Töö autorid: Vallo Kõrgmaa, Eve Usin, Ülle Leisk, Mailis Laht, Vahur Värk, Sven Otsmaa, Karin Pachel, Jaak Jaaku, Mait Kriipsalu, Kaur Pehme, Indrek Tamm, Leena Albreht, Märten Lukk, Lauri Liepkalns, Andres Marandi, Joonas Pärn, Valle Raidla, Katri Vooro

Töö tellija: Keskkonnaministeerium

Töös osalenud asutused ja ettevõtted:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

www.klab.ee

BalRock OÜ

Üksnurme tee 16, Üksnurme küla

Saku vald, 75513

Tel. 670 5077

www.balrock.ee

Eesti Maaülikool

Friedrich Reinhold Kreutzwaldi 1

Tartu, 51014

Tel. 731 3001

www.emu.ee

Terviseamet

Paldiski mnt 81

Tallinn, 10617

Tel. 794 3500

www.terviseamet.ee

Tallinna Tehnikaülikool

Ehitajate tee 5

Tallinn, 19086

Tel. 620 2002

www.ttu.ee

Entec Eesti OÜ

Pärnu mnt 160

Tallinn, 11317

Tel. 617 7430

www.entec.ee

Eesti Geoloogiateenistus

F. R. Kreutzwaldi 5

Rakvere, 44314

Tel. 630 2333

www.egt.ee

Sweco Projekt AS

Valukoja tn 8

Tallinn, 11415

Tel. 674 4000

www.sweco.ee



Lepingu nr: 4-1/18/129

Töö valmimisaeg: 28.08.2020

Töö on teostatud SA Keskkonnainvesteeringute Keskus toetusel.



Sisukord

1	Sissejuhatus	6
2	Seadusandlik taust.....	7
3	Metoodika	9
3.1	Valimi koostamine	9
3.2	Ida-Virumaa valim	11
3.3	Küsimustik	13
3.4	Välitööd	13
3.5	Keemilised ja mikrobioloogilised analüüsid	14
3.6	Tulemuste edastamine ja nõustamine	15
3.7	Andmeanalüüs.....	15
4	Ülevaade omaveevärkidest	16
4.1	Andmed kaevude kohta	16
4.2	Kaevude seisukord ja kaitstus reostuse eest.....	17
4.2.1	Salvkaevude seisukord	18
4.2.2	Puurkaevude seisukord	19
4.2.3	Kaevude lähiümbrus.....	20
4.3	Torustik ja veevõtt.....	21
4.4	Veetöötlus	22
5	Omaveevärkide joogivee kvaliteet.....	25
5.1	Uuringus peamiselt käsitletud joogivee kvaliteedinäitajate iseloomustus	25
5.1.1	<i>Escherichia coli</i>	25
5.1.2	<i>Coli</i> -laadsed bakterid	25
5.1.3	Soolestiku enterokokid	26
5.1.4	Kolooniate arv 22 °C juures	27
5.1.5	Rauaühendid.....	27
5.1.6	Mangaan.....	28
5.1.7	Vee karedus	28
5.2	Ülevaade omaveevärkide joogivee kvaliteedist.....	29
5.3	Järeldused.....	31
6	Mis mõjutab joogivee kvaliteeti?	32



6.1	Eesti põhjavee iseloomustus	33
6.1.1	Klindiesine madalik.....	34
6.1.2	Siluri ja Ordoviitsiumi karbonaatkivimite avamusala.....	35
6.1.3	Devoni liivakivide avamusala.....	38
6.2	Veetöötlus	39
6.3	Mikrobioloogiline saastus ja selle põhjused.....	41
6.3.1	Reostunud pinnavee sattumine kaevu.....	42
6.3.2	Seisev vesi.....	42
6.3.3	Väikeloomade sattumine kaevuvette.....	42
6.3.4	Keskkonnatingimused	42
6.3.5	Pinnase omadused ja põhjavee kaitstus	42
6.3.6	Reovee sattumine kaevuvette.....	44
6.4	Statistiline analüüs – tegurid, mis mõjutavad bakteriaalset reostust.....	45
6.5	Järeldused.....	47
7	Põllumajanduse mõju joogiveele	49
7.1	Tulemused	50
7.1.1	Lämmastikuühendid	50
7.1.2	Pestitsiidid	54
7.2	Järeldused.....	56
8	Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi inventariseeritud kaevud	57
9	Põhjavee (O ₂ Is-kn) kvaliteet Ida-Virumaa suletud kaevanduste piirkonnas	65
9.1	Analüüside tulemused	66
9.1.1	Sulfaatide sisaldus	66
9.1.2	Baarium	70
9.1.3	Ohtlikud ained	70
9.2	Järeldused.....	77
10	Põlevkivitööstuse mõju joogivee kvaliteedile	79
10.1	Analüüsitulemused	80
10.1.1	Fenoolid	81
10.1.2	Polüaromaatsed süsivesinikud (PAH-id).....	83
10.1.3	Aromaatsed süsivesinikud – BTEX	85
10.1.4	Naftasaadused (C ₁₀ – C ₄₀ süsivesinikud)	86
10.1.5	Baarium	88



10.1.6	Sulfaadid	89
10.2	Järeldused.....	90
11	Ettepanekud olukorra parendamiseks	92
12	Kokkuvõte.....	99
Viited		101
LISAD		105



1 Sissejuhatus

Enamasti on hajaasustusega piirkondades elanike joogiveega varustamiseks kasutusel salvkaevud või puurkaevud. Kokku saab eraveevärkidest vett ligikaudu 12,4 % Eesti elanikkonnast (ca 160 000 inimest), mille üle riik (Terviseamet) ei teosta riiklikku järelevalvet (Terviseamet, 2018). Nimetatud kaeve on Eestis rajatud erinevatel aegadel ja nende hulgas on vanu ja amortiseerunud lahendusi, millest joogiks võetav vesi võib ohustada tervist.

Alates 2007. aastast on riik hajaasustuse programmi kaudu suunanud rohkem kui 39 MEUR hajaasustusega piirkondade veevõrkide- ja kanalisatsioonisüsteemide kaasajastamisele. Toetused on elukvaliteeti parandanud umbes 20 000 elaniku jaoks, kuid ei ole olnud võimalik toetada kõiki projekte. Toetuste tõhusamaks suunamiseks oli vaja läbi viia tervet Eestit haarav uuring puur- ja salvkaevudest võetava joogivee kvaliteedi ja -süsteemide kohta, sest siiani pärinesid andmed üksikute piirkondade põhistel uuringutel.

Käesoleva uuringu eesmärgiks oli saada üleriigiline ja terviklik ülevaade hajaasustusega piirkondade kaevude ja joogivesüsteemide seisukorra ja nendest võetava joogivee kvaliteedi kohta, et vajadusel suunata meetmeid (järelevalve, nõustamine, rahastamine) hajaasustuspiirkondade joogivesüsteemide korrastamisele tagamaks kvaliteetne ja tervisele ohutu joogivesi. Käesoleva töö raames tehti muuhulgas järeldusi hajukoormuse (sh pestitsiidid) mõjust hajaasustuse joogivee kvaliteedile ja uuriti Ida-Virumaal hajaasustuspiirkondade joogiveekaevude veekvaliteeti suletud kaevanduste alal.

Samuti oli uuringu eesmärgiks tõsta elanike teadlikkust tarbitava joogivee kvaliteedist ning vajadusel suunata meetmeid selle parendamise poole.

Töö tulemusena koostati ühisveevärgiga katmata ja perspektiivselt mittekaetavatel aladel elavate elanike poolt kasutatavate kaevude ja nende joogivee kvaliteedi hinnang ning elanikele suunatud juhendmaterjal nende kaevude ja joogivee nõuetekohasuse saavutamiseks ning terviseohutuse tagamiseks.



2 Seadusandlik taust

Hajaasustuse omaveevärkide seisukohast on olulised järgmised seadused ja määrused:

- **Veeseadus**, mille alusel on välja töötatud sotsiaal- ja keskkonnaministri määrused, milles on reguleeritud joogivee tootmiseks kasutatava vee ja joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded. Veeseaduse § 17 kohaselt on joogivesi defineeritud kui vesi, algkujul või pärast töötlemist, mis on mõeldud joomiseks, keetmiseks, toiduvalmistamiseks või muuks olmeotstarbeks, olenemata päritolust ning sellest, kas see toimetatakse kätte jaotusvõrgu kaudu, paagiga, pudelites või mahutites. Joogiveeks nimetatakse ka vett, mida mis tahes toidukäitleja (Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruse (EÜ) nr 178/2002 artikli 3 lõikes 3 sätestatud isik) kasutab inimtarbimiseks mõeldud toodete või ainete tootmiseks, töötlemiseks, säilitamiseks või turustamiseks, välja arvatud juhul, kui Veterinaar- ja Toiduamet on kindlaks teinud, et vee kvaliteet ei saa mõjutada tarbimisvalmis toiduainete ohutust. Veeseadus kehtestab kriteeriumid joogivee kvaliteedile (vt sotsiaalministri 24.09.2019. a määrus nr 61) ning sätestab nõuded nii põhjavee kui ka pinnavee kvaliteedile. Lisaks sätestab veeseadus sanitaarkaitsealade moodustamise jt põhimõtted, mille eesmärgiks on joogivee kaitse saastatuse eest (nt, § 127 seab joogivee otstarbeks kasutatava salvkaevu hooldusala piiri ja imbväljaku vaheliseks piiranguks 50 meetrit, § 154 kehtestab nii puurkaevu kui ka salvkaevu ümber hooldusala 10 m). Veeseaduse § 85 lõike 2 üle teeb riiklikku joogivee kvaliteedi alast järelevalvet Terviseamet (määratud pädevaks asutuseks veeseaduse § 92 alusel), kuid ameti kohustuseks ei ole teha järelevalvet isiklikule veevärgile, kust võetakse vett alla 10 m³ ööpäevas või mida kasutab vähem kui 50 inimest (välja arvatud juhul, kui joogiveega varustamine on osa ettevõtja majandustegevusest või avalik-õiguslikust tegevusest). Omaveevärkide osas on Terviseametile seatud vaid nõustamise kohustus.
- Kuigi **kohaliku omavalitsuse korralduse seaduse** § 6 lõige 1 seab omavalitsusüksuste ülesandeks korraldada veevarustust ja kanalisatsiooni oma territooriumil ning **Keskkonnajärelevalve seaduse** § 6 lõige 1 koos veeseaduse §250 lõikega 5 annab KOV-ile õiguse teostada ka riiklikku järelevalvet Veeseaduse alusel reovee kohtkäitluse ja äraveo nõuete täitmise hindamiseks, ei ole joogivee kvaliteedi alane järelevalve käesoleval ajal nende kohustuseks.
- Sotsiaalministri 24.09.2019. a määrus nr 61 „**Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid**“, millega on määratud joogivee uuringute kord ning näitajad, mille sisalduse alusel hinnatakse joogivee kvaliteeti. Määruse nõuded ei laiene isiklikule veevärgile, kust võetakse vett alla 10 m³ ööpäevas või mida kasutab vähem kui 50 inimest, välja arvatud juhul, kui joogiveega varustamine on osa ettevõtja majandustegevusest või avalik-õiguslikust tegevusest. Määruses toodud nõudeid ja piirsisaldusi mikrobioloogilistele ja keemilistele kvaliteedinäitajatele ning indikaatoritele on võimalik kasutada erakaevude joogivee kvaliteedi ja terviseohutuse hindamiseks.
- 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“, mille eesmärgiks on tagada põhjavee kaitse põhjavee seisundi hindamise kaudu ning põhjaveekogumite seisundiklasside määramine viisil, mis võimaldab veekaitsemeetmete tõhusat planeerimist ja rakendamist.

- **Ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni seadus**, milles on ühisveevärg defineeritud ning määratud piir ühisveevärgi ja kinnistu veevärgi vahel. Hajaasustusega piirkond on käesolevas uuringus ala, mis ei asu kehtival reoveekogumisalal ning kus ei ole toimivat ühisveevärki või mis ei ole vastavalt ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni seaduse §-le 4 määratletud ühisveevärgiga kaetavaks alaks ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni arendamise kava või planeeringu alusel.
- **Ehitusseadustik**, mille sätteid kohaldatakse puurkaevu ja salvkaevu projekteerimisele, rajamisele, kasutusele võtmisele, konserveerimisele ja lammutamisele.
- Keskkonnaministri 09.07.2015 määrus nr 43 „**Nõuded salvkaevu konstruktsiooni, puurkaevu või -augu ehitusprojekti ja konstruktsiooni ning lammutamise ja ümberehitamise ehitusprojekti kohta, puurkaevu või -augu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, ümberehitamise, lammutamise ja konserveerimise korra ning puurkaevu või -augu asukoha kooskõlastamise, ehitusloa ja kasutusloa taotluste, ehitus- või kasutusteatise, puurimispäeviku, salvkaevu ehitus- või kasutusteatise, puurkaevu või -augu ja salvkaevu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu või -augu ja salvkaevu lammutamise teatise vormid**“, millega on kehtestatud nõuded salv- ja puurkaevudele.
- Eraldi tähelepanu tuleb juhtida keskkonnaministri 31.07.2019.a. määrusele nr 31 „**Kanalisatsiooniehitise planeerimise, ehitamise ja kasutamise nõuded ning kanalisatsiooniehitise kuja täpsustatud ulatus**“, millega kehtestatakse reovee kogumiseks, puhastamiseks või heitvee suublasse juhtimiseks rajatud kanalisatsioonitorustiku, reoveepuhasti, pumpla või muu reovee kogumise, puhastamise ja heitvee suublasse juhtimisega seotud hoone või rajatise planeerimise, ehitamise ja kasutamise nõuded. Kõnealuse määrusega kehtestatakse nõuded omapuhasti kujale (§ 5), kuid antud töö kontekstis on määruse § 6 on rakendatav üksnes salvkaevule, mida ei kasutata joogivee otstarbeks. **Määruse rakendamisel tuleb arvestada, et veeseaduse § 127 seab joogivee otstarbeks kasutatava salvkaevu hooldusala ja imbväljaku vaheliseks piiranguks 50 meetrit ning määruse § 6 toodud leevendused kehtivad vaid juhul, kui salvkaevu vett ei kasutata joogiveeks.**



3 Metoodika

Selleks, et saada ülevaade Eesti hajaasustuspiirkondades tarbitava joogivee kvaliteedist ning – süsteemidest, koostati töö tegemise metoodika, mis koosneb järgmistest osadest:

- Sobilike kaevude väljavalimine (vt ptk 3.1);
- Välitööde käigus (vt ptk 3.4) info kogumine joogiveesüsteemi kohta (vt ptk 3.3) ja veeproovide võtmine, millest analüüsiti keemilisi ning mikrobioloogilisi näitajaid (vt ptk 3.5) vastavalt töö lähteülesandes toodud tingimustele;
- Välitööde käigus kogutud andmete (joogiveesüsteemide kohta ning veeproovide analüüsitulemused) koondamine ning analüüsimine kasutades statistilise analüüsi meetodeid (vt ptk 3.6), tulemuste koondamine aruandesse (vt ptk 5-10);

3.1 Valimi koostamine

Vastavalt töö lähteülesandele tuli moodustada valim kaevudest, kust võetakse aastaringselt joogivett. Valim pidi igas maakonnas ühisveevärgiga kaetud ja perspektiivis kaetavatest aladest väljapoole jääma. Valimis pidi olema igas maakonnas uuritavate kaevude hulgas puurkaeve ja salvkaeve võrdselt, välja arvatud Ida-Virumaal, kus lähteülesande kohaselt tuli uurida 115 puurkaevu ja 40 salvkaevu. Maakondades, kus on ette nähtud paaritu arvu kaevude uurimine tuli puurkaeve uurida 1 võrra rohkem. Kokku tuli lähteülesande kohaselt uurida minimaalselt 1000 kaevu. Minimaalselt 95 % kõikidest uuritavatest erakaevudest pidid olema need, millest võetakse vett kuni 5 m³ ööpäevas ning ülejäänud valimi andmed tuleb saada erakaevudest, millest võetakse 5 – 10 m³ vett ööpäevas.

Lisaülesannetena oli antud uuringu raames ette nähtud joogivee pestitsiidide, nitraadi, nitriti ja ammooniumi sisalduse uuring 50-st kaevust. 20 puur- ja 20 salvkaevu inventariseerimine Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumis, Ida-Virumaa suletud kaevanduste (Ahtme, Tammiku, Sompa, kaevandus nr 4, kaevandus nr 2, Käva, Käva 2, Kohtla, Kiviõli ning Kukruse) aladele jäävate puurkaevude põhjavee kvaliteedi hindamine ning põlevkivitööstusest mõjutatud Virumaa piirkonna individuaalsete puurkaevude joogivee uuring.

Valimi moodustamiseks saadi infot järgmistest allikatest:

- **Eesti Looduse Infosüsteem (EELIS)** – tehti väljavõtte kõigi registrisse kantud puurkaevude kohta. Salvkaevude kohta on EELIS-es infot vaid 20 kaevu osas. Registrisse kantud kaevude seast arvati välja need puurkaevud, mis asusid reoveekogumisaladel, tiheasustuspiirkondades, ei olnud tarbepuurkaevud (nt, seire- või maaküttekaevud) ning kuulusid juriidilistele isikutele (nt, vee-ettevõtted ja tööstusettevõtted).
- **Ehitisregister** – esialgne väljavõtte saadi päringuna Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumist ning sisaldas kõikide kaevude andmeid, mis olid registreeritud kasutamise otstarbega „22226 Salvkaev“. Alates 01.01.2013 kehtima hakanud majandus- ja kommunikatsiooniministri 04.12.2012.a. määruse nr 78 kohaselt on kasutamise otstarvete loetelus kood 22226 antud salvkaevudele ja lisandus kood 22228 puurkaevudele. Enne 01.01.2013 kehtinud kasutusotstarvete loetelus oli koodi 22226 nimetuseks lihtsalt "Kaev"



ning täpsustus kaevu täpsema tüübi kohta puudus. Kuigi registri esmane väljavõte sisaldas 53 008 ühikut, õnnestus sealt välja selekteerida vaid 343 salvkaevu.

- **Avalik pöördumine** hajaasustuse elanikkonna poole – selleks, et saada infot salvkaevude kohta ning innustada puurkaevuomanikke uuringus osalema, tehti avalik pöördumine andmete kogumiseks (EKUK, 2018; Maaleht, 2018). Andmeid koguti perioodil 03.-17. detsember 2018.a. Inimeste huvi joogivee analüüside järgi oli väga suur, kokku registreeriti 3 637 sooviavaldust. Kokkuvõtte sooviavaldustest on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Kokkuvõtte sooviavalduste registreerimisest maakondade lõikes

Maakond	Registreeritud kaevud		Tarbivad joogivett		Tarbivad joogivett kogu aasta vältel		Vaja oli lähteülesande kohaselt	
	Salv-kaev	Puur-kaev	Salv-kaev	Puur-kaev	Salv-kaev	Puur-kaev	Salvkaev	Puurkaev
Harjumaa	170	368	152	353	108	319	45	46
Hiiumaa	15	29	14	27	13	17	11	11
Ida-Virumaa	70	73	64	64	51	57	40	115
Jõgevamaa	153	83	140	77	114	67	27	28
Järvamaa	29	83	23	80	16	66	26	26
Läänemaa	52	117	42	111	29	89	25	26
Lääne-Virumaa	145	189	128	174	94	152	40	40
Põlvamaa	219	22	209	22	169	21	22	23
Pärnumaa	202	147	179	143	139	124	50	51
Raplamaa	49	164	44	153	25	138	31	31
Saaremaa	93	114	84	107	53	81	31	31
Tartumaa	431	53	407	49	348	46	31	32
Valgamaa	117	6	111	6	93	3	21	22
Viljandimaa	161	33	147	33	119	32	36	36
Võrumaa	226	24	215	24	176	22	24	24
KOKKU	2 132	1 505	1 959	1 423	1 547	1 234	460	542
KOKKU kaevusid	3 637		3 382		2 781		1 002	

Avaliku pöördumise tulemused näitasid, et inimeste huvi oma joogivee kvaliteedi vastu oli väga suur. Valimi koostamisel eelistati neid kaevuomanikke, kes vastasid järgmistele kriteeriumitele:

- Igapäevased veetarbijad – uuringus osalemise soovist andsid teada nii püsielanikud, kes tarbivad kaevuvett joogiveena igapäevaselt, kui ka suvekodude omanikud. Paraku viimaseid ei olnud võimalik uuringusse kaasata. Mõningates maakondadest (Raplamaa, Järvamaa) ei laekunud inimeste sooviavaldusi igapäevastelt tarbijatelt salvkaevude uurimiseks piisavalt. Neis maakondades kaasati valimisse ka neid kaeve, mida joogivee saamiseks kasutati enamus aastast.
- Kaevud, mis asusid hajaasustuspiirkondades väljaspool ühisveevärgi ja –kanalisatsiooni teeninduspiirkondades – sooviavaldusi laekus ka tiheasustusaladel (nt, Tartu ja Tallinn) paiknevate kaevude joogivee kvaliteedi hindamiseks. Vastavalt töö lähteülesandele neid kaeve



uuringusse kaasata ei saa ning tiheasustusaladel asuvad kaevud selekteeriti välja kasutades Maa-ameti ja keskkonnaregistri kaardikihte.

- Eelistati suurema püsielanikest tarbijaskonnaga kaeve – mõningates maakondades (nt, Tartumaa ja Võrumaa) oli inimeste huvi uuringus osalemise vastu kordades suurem, kui lähteülesandest tulenevalt selleks võimalusi oli. Nendes maakondades eelistati neid kaeve, mille vett tarbib suurem hulk inimesi. Juhul, kui suure tarbijaskonnaga kaeve oli piirkonnas mitu, eelistati valimi moodustamisel neid peresid, kus olid lapsed.
- Uuringu lähteülesandest tulenevalt välistati need kaevud, mida oli juba varasemalt uuritud ja millest võetavat joogivett on hinnatud järgnevates Terviseameti poolt korraldatud uuringutes: 1) „Virumaa kaevude joogivee kvaliteedi uuring (Karajeva jt, 2015); 2) „Joogivee kvaliteedi ja terviseohutuse hindamine salvkaevudes ja isiklikes veevärkides“ (Järvamaa, Jõgevamaa, Raplamaa, Põlvamaa, Viljandimaa ja Harjumaa).
- Mõningates maakondades (Põlvamaa, Valgamaa, Viljandimaa, Võrumaa) ei laekunud inimeste soovivaaldusi puurkaevude uurimiseks piisavalt, kuid soovivaaldusi salvkaevude osas oli kordades rohkem, kui uuringu lähteülesande kohaselt analüüsi võimalik teha on. Neis maakondades helistati puuduvate puurkaevude leidmiseks läbi juba registreerunud salvkaevude omanikud. Soovivaalduste läbitöötamisel selgus, et paljudel inimestel on olemas mõlemad kaevud, kuid registreeriti vaid üks. Juhul, kui sellisel viisil vajaolevaid puurkaeve kokku ei saadud, otsiti neid juurde keskkonnaregistrist.
- Seoses ilmnunud takistustega Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda põhjavee kvaliteedi kirjeldamiseks vajalike põhjavee proovide kogumisel (vt ptk 3.2) otsustati töö lõpufaasis asendada puuduv maht (45 põhjavee proovi ja 32 Ida-Virumaa joogivee proovi) kogumaksumusega täiendavate pestitsiidide ning lämmastikuühendite joogivee analüüsidesga Tartu, Viljandi, Põlva, Valga ja Võru maakondade salvkaevudes (lähtudes Keskkonnaministeeriumi sellekohasest ettepanekust), kokku 38 joogivee proovi. Paraku jõudsid Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ töötajad kokkulepitud kaevudest enne COVID-19 seotud eriolukorra kehtestamist vaid 16 proovi võtta. Eriolukorra ajal proove ei võetud.

Registrite ning avaliku pöördumise kaudu saadud andmed koondati kokku andmebaasiks (VALIM_joogivee uuring), mis esitati Tellijale ja kasutati töötappide kooskõlastamisel.

3.2 Ida-Virumaa valim

Lähteülesande kohaselt tehti Ida-Virumaal kolm omavahel osaliselt kattuvat uuringut:

- a) Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumis inventariseeriti 20 puurkaevu ja 20 salvkaevu (koos kohapealsete reovee kohtkäitlussüsteemidega), mis ei ole keskkonnaregistrisse kantud.
- b) Ida-Virumaa suletud kaevanduste (Ahtme, Tammiku, Somp, kaevandus nr 4, kaevandus nr 2, Käva, Käva 2, Kohtla, Kiviõli ning Kukruse) aladele jäävate puurkaevude vee uuringud. Nendel aladel on kaevandamine praeguseks lõpetatud ja kaevandused on veega täitunud. Nendelt aladelt oli eesmärgiks võtta proove 75 Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaevust, seejuures puurkaevude valimi tegemisel (nii arvulise kui ka asukoha osas) pidi arvesse võtma, et analüüsitavad kaevud paikneks igal nimetatud suletud kaevanduse alal ja



puurkaevude arv, mis valimisse võeti, pidi tagama tulemuste analüüsimise piisava usaldusväärsuse.

- c) Põlevkivitööstusest mõjutatud Virumaa piirkonna individuaalsete puurkaevude joogivee kvaliteedi uuring. Analüüsi pidi kaasama 80 Ida-Virumaal ja 80 Lääne-Virumaal uuritud kaevu (mõlemas maakonnas 40 puurkaevu ja 40 salvkaevu), mis jagunesid põlevkivitööstuse piirkonnas ja kontrollaladel võrdselt. Seega uuriti maakonnas 20 puurkaevu põlevkivitööstuse piirkonnas, 20 puurkaevu kontrollaladel, 20 salvkaevu põlevkivitööstuse piirkonnas ja 20 salvkaevu kontrollaladel. Ida-Virumaal pidi joogivee uurimiseks ja analüüsimiseks valima 20 puurkaevu, mida uuriti ja analüüsiti ka punktis (b). Ida-Virumaal pidi joogivee uurimiseks ja analüüsimiseks valima 20 salvkaevu, mida inventariseeriti punktis (a).

Vastavalt lähteülesandele oli vajalik Ida-Virumaa kaevudest joogivee proovide võtmine, maakonnas tuli uuringusse kaasata 115 puurkaevu ja 40 salvkaevu.

Töö käigus ilmnedid järgmised takistused:

- Ida-Virumaalt laekus uuringus osalemiseks sooviavaldusi kokku 143 kaevu kohta (73 puurkaevu ja 70 salvkaevu), kuid puurkaevu vett tarbiti joogiveeks vaid 64 juhul (9 sooviavaldajat kaevu vett joogiveeks ei kasutanud). Lisaks ei saanud uuringusse kaasata ka viit puurkaevu ja nelja salvkaevu, mida on juba varasemalt uuritud (Karajeva jt, 2015).
- Ida-Virumaal leiti esialgsel hinnangul kokku 56 Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihi olmevee puurkaevu, millest 37 asusid altkaevandatud aladel. Sooviavaldusi uuringus osalemise kohta ei laekunud nendest majapidamistest, mis olid seotavad keskkonnaregistrisse kantud Lasnamäe-Kunda veekihi kaevudega suletud kaevanduste aladel. Hilisema töö käigus korregeeriti valimit lähtudes Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi alal läbiviidud inventuurist (Keskkonnatervise Uuringute Keskus (2015), Exceli Virumaa kaevude uuringutabel koos koordinaatidega), keskkonnaregistri (EELIS) ja kohalike omavalitsuste kaevude andmetest (rajatud joogivee torustike andmed). EELIS kaevudest tehti kaevandatud alal paiknevate Lasnamäe-Kunda veekihi kaevude valik, millesse jäi 168 kaevu. Neist 26 kaevu jäi reoveekogumisalale ja ei vastanud hajaasustuse kriteeriumile.
- Kohalike omavalitsuste teabe ja kaardiandmete ülevaatuse põhjal (kui kaevu asukohas polnud elamut) jäi alles 119 Lasnamäe-Kunda veekihi kaevu, mis kavandati nii joogi- kui ka põhjaveeproovide võtmiseks. Välitööde käigus selgus aga, et 72 majapidamises kasutatakse joogivee saamiseks sinna rajatud ühisveevärgi vett, 15 kaevu juures enam ei elata või puudub juurdepääs, 20 kaevu juures olevasse majapidamisse jäeti küll kiri kontakti sooviga, kuid kaevuomanikud ei võtnud ühendust. Tekkinud olukorrast teavitati ka tellijat.
- 12. novembril 2019.a. toimunud kohtumisel Terviseameti ning Keskkonnaministeeriumi esindajatega otsustati, et kuigi töö lähteülesande kohaselt oleks pidanud võtma täiendavaid Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihi põhjavee proove vaid neist kaevudest, mille vett elanikud tarbivad joogiveeks ja mis vastavad hajaasustuse kriteeriumitele, teha põhjavee uuringuid ka veevärki ühendatud majapidamiste puurkaevudest, mille vett joomiseks ei tarvitata. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ töötajad käisid täiendavalt veel läbi 79 objekti, neist 53-s kohas ei olnud võimalik kaevu asukohta enam tuvastada, neljas majapidamises



puudusid elanikud, ühel juhul oli tegemist hoopis salvkaevuga, 11 juhul ei õnnestunud omanikega kontakti saada ning ühel juhul ei mahtunud proovivõtupump suurkaevu sisse. Täiendavate välitööde tulemusena õnnestus 9 kaevust proovi võtta.

- Kokku võeti Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihi põhjavee proove 32, mis moodustab aga ca 40 % töö lähteülesandes sätestatud mahust. Võttes arvesse, et käesoleva tööga paralleelselt oli ka Eesti Geoloogiateenistus 2019.a. võtnud LIFE IP projekti CleanEst raames proove Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihist altkaevandatud aladel (mõlemale uuringu läbiviijale oli Keskkonnaministeeriumi poolt antud suunised kaevude dubleerimise vältimiseks), otsustati anda hinnang altkaevandatud alade põhjavee kvaliteedile kahe töö tulemuste kombineerimisel, lisades juurde ka põhjaveekogumite keemilise seisundi seire analüüsitulemused selle veekihi kohta.

3.3 Küsimustik

Käesoleva töö raames töötati välja joogivesüsteemide hindamise metoodika. Töö raames koostati veebi-põhine andmete kogumissüsteem, mida kasutati välitööde käigus. Küsimustiku täitmise ajal ei genereeritud hinnanguid joogivesüsteemile automaatselt, kuid kogutavad andmed võimaldasid hilisema statistilise analüüsi käigus võrrelda erinevate joogivesüsteemide tõhusust ja kirjeldada nende olukorda. Küsimustiku üheks eesmärgiks oli välja selgitada probleemsed kohad igas joogivesüsteemis, et hilisema andmetöötluse käigus oleks võimalik hinnata nende mõju joogivee kvaliteedile ning koondada andmeid Eesti hajaasustuses kasutatavate tehniliste lahenduste kohta.

Küsimustikuga koguti andmeid joogivesüsteemi ehituse, hoolduse ning inimtervise ohutuse seisukohalt tähtsamatest aspektidest, mis võivad mõjutada joogivee kvaliteeti. Iga uuritava veekäitlussüsteemi puhul võeti vaatluse alla vaid need tehnoloogilised lahendused, mis on sellele süsteemile omased. Iga omaveevärgi kohta koostati tööleht, mis võimaldas paikülevaatluse käigus andmeid operatiivselt koguda. Töölehtede täitmiseks kasutati nii objekti esindaja antud vastuseid kui visuaalset vaatlust. Töölehed jagunesid järgmiselt:

- Üldinfo (k.a. sanitaarkaitseala nõuete ja veevõtukoha hooldusnõuete täitmine);
- Veevõtt (eraldi vaadeldakse salv- ja suurkaevu);
- Vee viimine ja käitlemine (vaadeldakse vee viimist kaevust hoonesse ja selle edasist käitlemist enne lõpp-tarbimist);
- Joogivee kvaliteet.

Paikvaatluse käigus täideti vaid need küsimustiku osad, mis olid kirjeldatavale veevärgile omased. Küsimustik kogu mahus on toodud käesoleva töö Lisas 1 ning kogutud andmed Lisas 3.

3.4 Välitööd

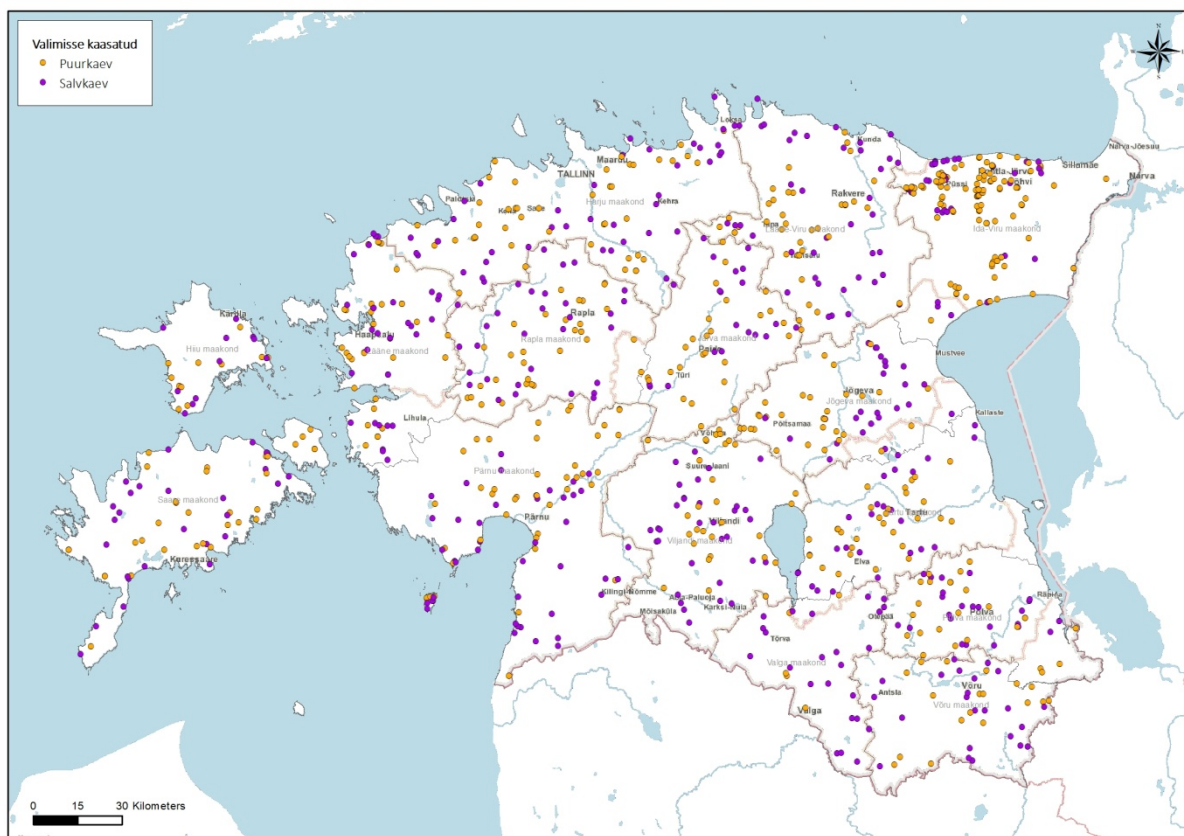
Joogivee proovid võeti vastavalt standarditele EVS-ISO 5667-5 ja EVS-EN ISO 19458 ning sotsiaalministri 24.09.2019 määrusele nr 61. Mikrobioloogia proovivõtu puhul lähtuti EVS-EN ISO 19458 toodud proovivõtueesmärgist c, mille kohaselt kirjeldati joogivee kvaliteeti sellisena nagu vett tarbitakse. Põhjavee proovid võeti vastavalt standardile EVS-ISO 5667-11 ja keskkonnaministri määrusele nr 49 (03.10.2019).



3.5 Keemilised ja mikrobioloogilised analüüsid

Uuringu käigus võeti kõigist omaveevärkidest joogivee üldanalüüsid. Lähtuvalt erinevatest riiklikest kohustustest (nt, Veemajanduskavad 2015-2021, Põlevkivi kasutamise riiklik arengukava 2016-2030) tehti teatud piirkondades ka lisaanalüüse, mida on kirjeldatud allpool.

Joogivee üldanalüüs – kõigist uuritavatest omaveevärkidest võeti joogivee proov, kust analüüsiti järgimisi näitajaid: mangaan, raud (üldraud), pH, hädusus, lõhn, värvus, *Escherichia coli*, enterokokid ja coli-laadsed bakterid. Joonisel 1 on toodud ülevaade kõigist uuringusse kaasatud kaevudest.



Joonis 1. Joogivee uuringu kaevud.

Põllumajanduse mõju hindamine – lisaks joogivee üldanalüüsile määrati ka joogivee pestitsiidide, nitraadi, nitriti ja ammooniumi sisaldus.

Keskkonnaregistrisse kandmata kaevud Ida-Virumaal – Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumis inventariseeriti 20 puurkaevu ja 20 salvkaevu (koos kohapealsete reovee kohtkäitlussüsteemidega), mis ei ole keskkonnaregistrisse kantud. Keskkonnaregistrisse kandmata 20 puurkaevust võeti lisaks joogiveele ka põhjavee proov, millest määrati pH, elektrijuhtivus, lahustunud hapniku sisaldus, KHT (permaganaatne hapnikutarve), kuivjäägi, Ba, Mn, Fe, mikroobide üldarvu 22 °C juures, ja nitraadi, nitriti, ammooniumi, As, Cd, Pb, Hg, trikloroetüleeni, tetrakloroetüleeni, triklorometaani, naftasaaduste, ühe- ja kahealuseliste fenoolide, benseeni, PAH, Na, K, Mg, Ca, SO₄, Cl⁻, HCO₃, CO₃ sisaldused.

Põlevkivikaevanduste mõju põhjaveele – Ida-Virumaa suletud kaevanduste (Ahtme, Tammiku, Somp, kaevandus nr 4, kaevandus nr 2, Käva, Käva 2, Kohtla, Kiviõli ning Kukruse) aladele jääva



Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaevudest võeti lisaks joogivee üldanalüüsile ka põhjavee proovid, millest määrati baariumi, sulfaatide, fenoolide, PAH-ide ja benseeni sisaldus.

Põlevkivitööstuse mõju joogiveele– lisaks joogivee üldanalüüsile analüüsiti töö raames Ida- ja Lääne-Virumaal joogiveest baariumi, fenoole (1- ja 2-aluselised), sulfaate, PAH-e, benseeni ja naftasaadusi ning mikroobide üldarvu 22 °C juures.

3.6 Tulemuste edastamine ja nõustamine

Proovide analüüsitulemused edastati omaveevärkide kasutajatele kohe peale analüüside valmimist. Koos analüüsitulemustega saadeti välja ka infolehed (vt lisa 2) ning Terviseamet nõustas kaevuomanikke täiendavate küsimuste korral.

3.7 Andmeanalüüs

Välitööde käigus kogutud andmed koondati ühtseks andmebaasiks (xlsx-formaadis), mida kasutati aruande koostamisel. Kogutud andmeid analüüsiti statistiliselt, kasutades peamiselt järgmisi statistilise analüüsi meetodeid:

- regressioonianalüüs (põhiliselt tunnuste omavahelise sõltuvuse leidmiseks);
- χ^2 -test (ka Chi-test, tunnuste seotuse statistilise olulisuse leidmiseks);
- ANOVA (mitme tunnuse keskväärtuste võrdlemiseks);

Statistiliste meetodite valimisel lähtuti andmete iseloomust ning küsimuse püstitusest. Selleks, et hinnata, kas statistilise analüüsi tulemid on olulised, või juhuslikud, kasutati hüpoteeside kontrollimiseks p -väärtust. P -väärtus on statistilist olulisust väljendav väärtus, mis mahub 0 ja 1 vahelistesse piiridesse (tõenäosus). Tavaliselt loetakse (nt, inseneriteadustes) $p=0,05$ tulemuste statistilise olulisuse piiriks¹, kuid kasutusel on ka väärtused $p=0,1$ (nt, sotsiaalteaduses) ja $p=0,01$ (nt, meditsiiniteaduses).

Andmete töötlemise käigus asendati analüüsitulemused, mis olid alla määramispiiri (LOQ) väärtusega $x = \frac{LOQ}{\sqrt{2}}$.

¹ <http://skaaladjameetodid.weebly.com/statistika-sotildenaraamat.html>



4 Ülevaade omaveevärgidest

Töö käigus koguti andmeid 998 omaveevärgi (510 puurkaevu, 475 salvkaevu ja 13 kombineeritud kaevu) ning 40 omapuhasti kohta. Tehnilistest probleemidest tulenevalt läksid küsitluste andmed kaduma 38 kaevu kohta. Nende kaevude analüüsitulemused on küll kaasatud edasisse joogivee vastavushindamisse (vt ptk. 5), kuid käesolevas peatükis ei hinnata kõnealuste kaevude seisukorda. Lisaks ei olnud välitööde käigus võimalik leida piisaval hulgal Ida-Virumaa suletud kaevanduste (Ahtme, Tammiku, Somp, kaevandus nr 4, kaevandus nr 2, Käva, Käva 2, Kohtla, Kiviõli ning Kukruse) aladele jäävaid Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaeve (vt ka ptk. 8), mistõttu asendati puuduv maht täiendava põllumajanduse mõju uuringuga Lõuna-Eesti salvkaevudes (vt ka ptk. 7).

4.1 Andmed kaevude kohta

Käesoleval ajal puuduvad täpsed andmed selle kohta, kui palju inimesi kasutab omaveevärgi vett. Keskkonnaministeeriumi hinnangul saab eraveevärgidest vett ligikaudu 12,4 % Eesti elanikkonnast (ca 160 000 inimest) ehk ca 70 000 leibkonda (Terviseamet, 2018).

Paraku ei võimalda kasutusel olevad registrid (EELIS ja Ehitisregister) saada ühest ülevaadet sellest, kui palju kasutatakse hajaasustuspriirkondades joogivee saamiseks nii salv- kui ka puurkaeve:

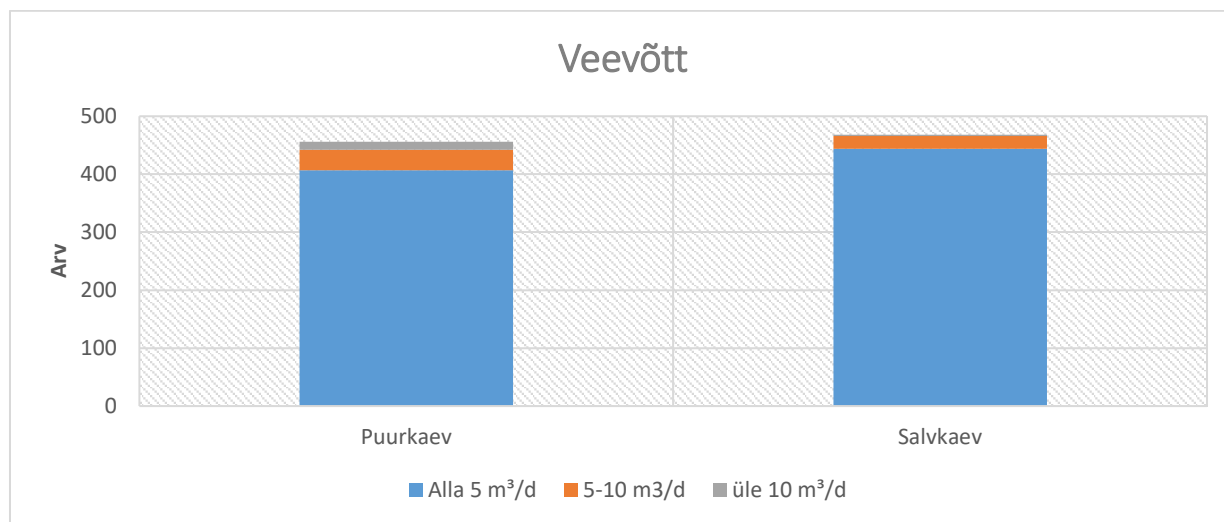
- **Ehitisregister** – esialgne väljavõte saadi päringuna Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumist ning sisaldas kõikide kaevude andmeid, mis olid registreeritud kasutamise otstarbega „22226 Salvkaev“. Alates 01.01.2013 kehtima hakanud majandus- ja kommunikatsiooniministri määruse nr 78 (04.12.2012) kohaselt on kasutamise otstarvete loetelus kood 22226 antud salvkaevudele ja lisandus kood 22228 puurkaevudele. Enne 01.01.2013 kehtinud kasutusotstarvete loetelus oli koodi 22226 nimetuseks lihtsalt "Kaev" ning täpsustus kaevu täpsema tüübi kohta puudus. Kuigi registri esmane väljavõte sisaldas 53 008 nimetust, mille baasil õnnestus sealt välja selekteerida vaid 343 salvkaevu ning 7 894 puurkaevu. Ülejäänud 44 771 kaevu puhul ei olnud võimalik eristada nende kasutusotstarvet ega tüüpi (jäi arusaamatuks, mis on nt. ½ kaev või kaev+el.pump).
- **Eesti Looduse Infosüsteem (EELIS)** – tehti väljavõtte kõigi registrisse kantud puurkaevude kohta. Salvkaevude kohta on EELIS-es infot vaid 20 kaevu osas. Registrisse kantud kaevude seast arvati välja need puurkaevud, mis asusid reoveekogumisaladel, tiheasustuspriirkondades, ei olnud tarbepuurkaevud (nt, seire- või maaküttekaevud) ning kuulusid juriidilistele isikutele (nt, vee-ettevõtted ja tööstusettevõtted). Nii saadi tulemuseks, et hajaasustuspriirkondades on registrisse kantud ca 5 000 tarbevee puurkaevu.

Salvkaevude kohta ülevaade puudub, sest kuigi ehitusseadustik sätestab nõuded puurkaevu ja salvkaevu projekteerimisele, rajamisele, kasutusele võtmisele, konserveerimisele ja lammutamisele ning seab kohustuseks teha vastavasisulised sissekanded ka ehitisregistrisse, ei ole register standardiseeritud ning selle väljavõtetest ei ole enamasti võimalik eristada kaevu tüüpi ega kasutuseesmärki.

Käesoleva töö raames selgus, et kasutusteatis (või kasutusluba) oli omanike sõnul esitatud 10,1 % salvkaevude ning 40,7 % puurkaevude kohta. 38,5 % puurkaevuomanikest väitis, et neil on olemas

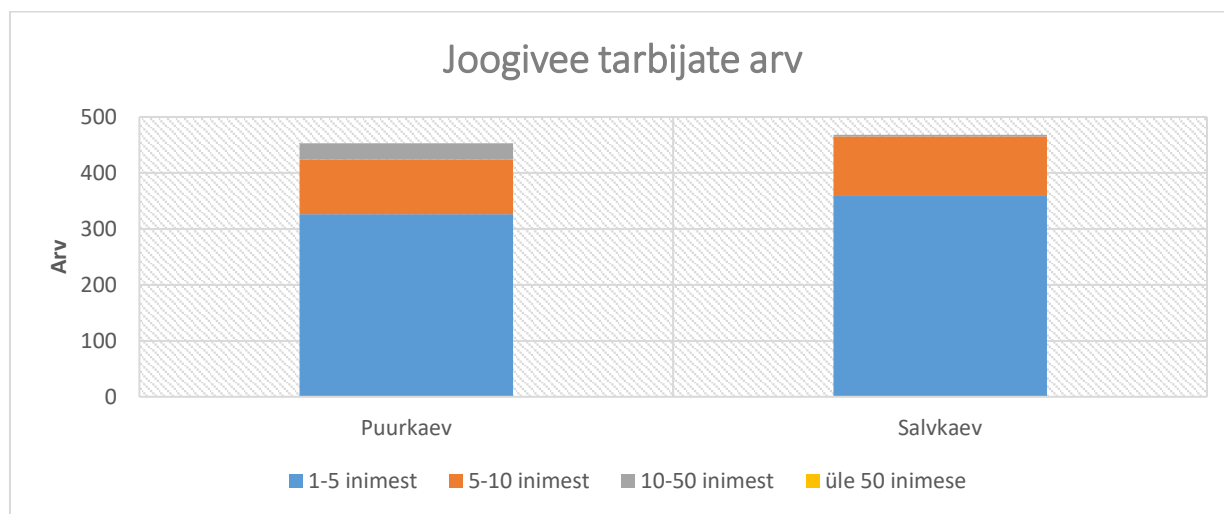


kaevu pass ning 35,0 % juhtudest ka puurkaevu projekt. Keskkonnaregistri andmetega õnnestus uuritud kaevudest siduda vaid 9 % väljaspool Ida-Virumaad asuvatest puurkaevudest (Ida-Virumaal viidi läbi mitmeid täiendavaid uuringuid, mille tõttu eelistati seal eelkõige registrisse kantud kaeve).



Joonis 2. Veevõtt uuritud kaevudes.

Joonisel 2 on toodud andmed veevõtu kohta uuritud kaevudes ning joonisel 3 kasutajate arvud. Joonistelt on näha, et valdav osa uuringusse kaasatud leibkondadest kasutas alla 5 m³/päevas vett ning 74 % kaevudest varustas joogiveega 1-5 inimest.



Joonis 3. Joogivee tarbijate arv.

4.2 Kaevude seisukord ja kaitstus reostuse eest

Kaevude seisukorda hinnati salvkaevude ja puurkaevude osas eraldi. Kaevude seisukorra hindamisel võeti eelkõige aluseks keskkonnaministri 09.07.2015 määrus nr 43 „Nõuded salvkaevu konstruktsiooni, puurkaevu või -augu ehitusprojekti ja konstruktsiooni ning lammutamise ja ümberehitamise ehitusprojekti kohta, puurkaevu või -augu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, ümberehitamise, lammutamise ja konserveerimise korra ning puurkaevu või -augu asukoha kooskõlastamise, ehitusloa ja kasutusloa taotluste, ehitus- või kasutusteate, puurimispäeviku,



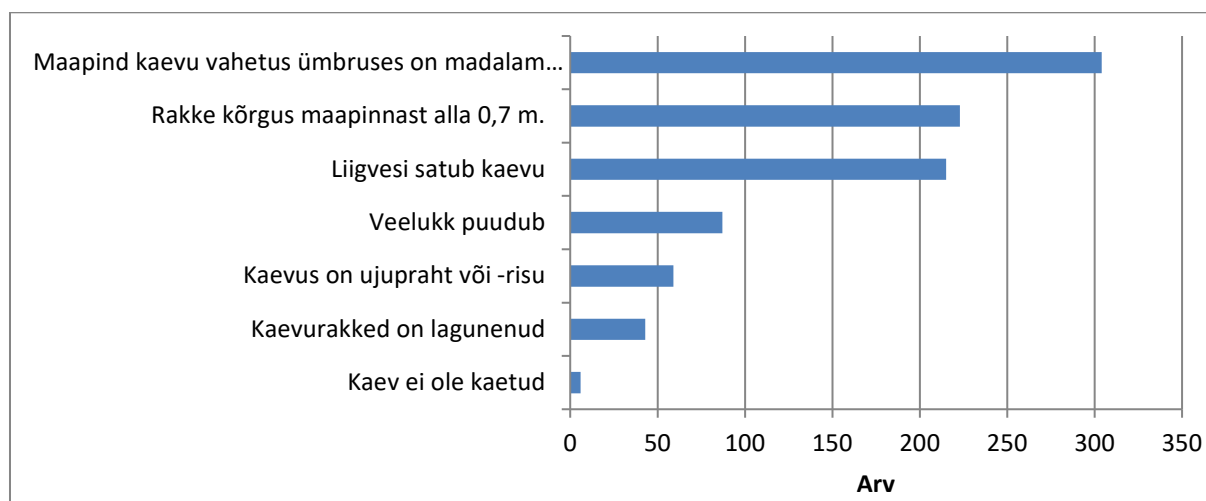
salvkaevu ehitus- või kasutusteatis, puurkaevu või -augu ja salvkaevu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu või -augu ja salvkaevu lammutamise teatise vormid“, millega on kehtestatud nõuded salv- ja puurkaevudele.

4.2.1 Salvkaevude seisukord

Keskkonnaministri määruse nr 43 kohaselt peab salvkaev:

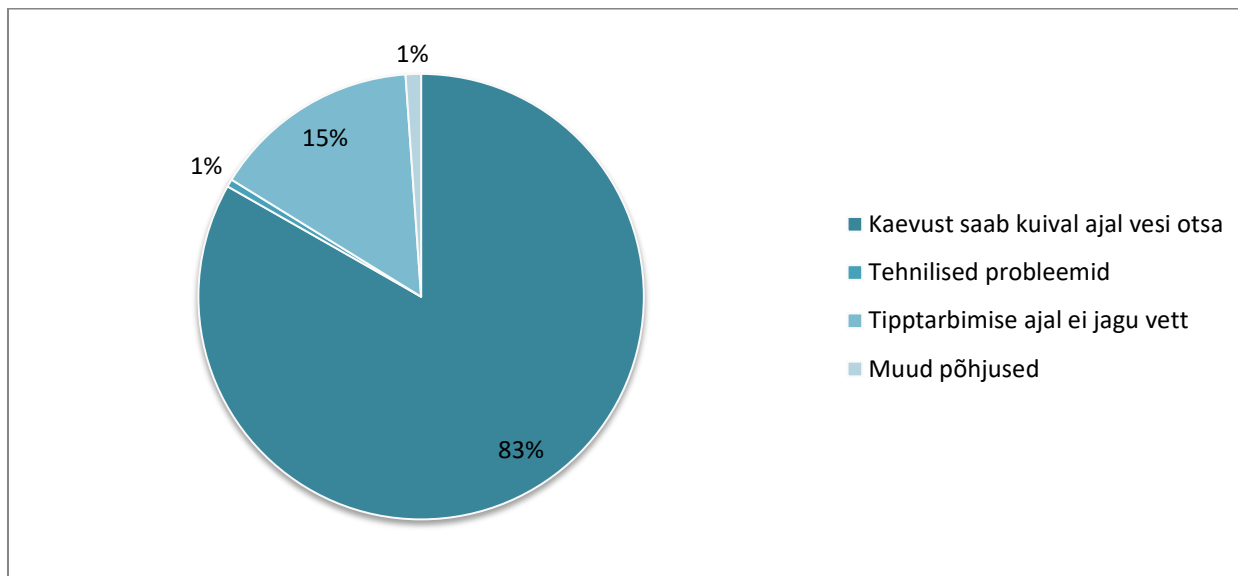
- 1) tagama põhjavee kaitstuse reostuse eest;
- 2) välistama saastunud vee sissevoolu salvkaevuga avatavasse põhjaveekihti. Seda, kas salvkaev tagab põhjavee kaitstuse reostuse eest, saab hinnata selle kaudu, kas on välistatud liigvee (sademevesi, pinnavesi, saastunud vesi) sissevool salvkaevu;
- 3) salvkaevu rakked peavad ulatuma vähemalt 70 cm kõrgusele maapinnast ja maapind salvkaevu ümber peab olema võrreldes ümbritseva reljeefiga kõrgem, et oleks välistatud pinnavee ja maapinnalt pärineva vee kogunemine kaevu ümber ja selle sissevool kaevu;
- 4) olema pealt kaetud, et vältida sademevee, kõrvaliste esemete ja elusolendide kaevu sattumist;
- 5) salvkaevu ümber tuleb rajada veelukk, mis välistab maapinnalt pärineva vee sissevoolu kaevu. Veelukk on salvkaevu ümber kaevatud kraav, mis on täidetud vettpidava materjaliga;
- 6) salvkaevu konstruktsioonis tohib kasutada vaid selliseid tooteid ja materjale, mis on ohutud nii keskkonnale kui ka inimese tervisele.

Uuritud salvkaevudest vastas keskkonnaministri määruse nr 43 nõuetele vaid 20,9 %. Peamised eksimused on toodud graafiliselt joonisel 4.



Joonis 4. Põhjused, miks salvkaevud ei vasta keskkonnaministri 09.07.2015.a. määruse nr 43 nõuetele.

39 % salvkaevu omanikest kurtis, et neil esineb perioode, kus on probleeme joogivee saamisega. Peamised põhjused, miks vajaminev veekogus ei olnud tagatud, on toodud joonisel 5.



Joonis 5. Põhjused, miks ei ole veevarustuskindlus tagatud.

Kuna suur osa salvkaevudest on rajatud enne 2015.a. aastat, mil tekkis kohustus kasutusteatise esitamise kohta, siis seda parameetrit ei hinnatud. Kõigest 47 kaevuomanikku oli esitanud kasutusteatiseid ning saanud vastavad kooskõlastused kohalikust omavalitsusest. Kaheksal kaevuomanikul oli olemas ka ehitusprojekt.

4.2.2 Puurkaevude seisukord

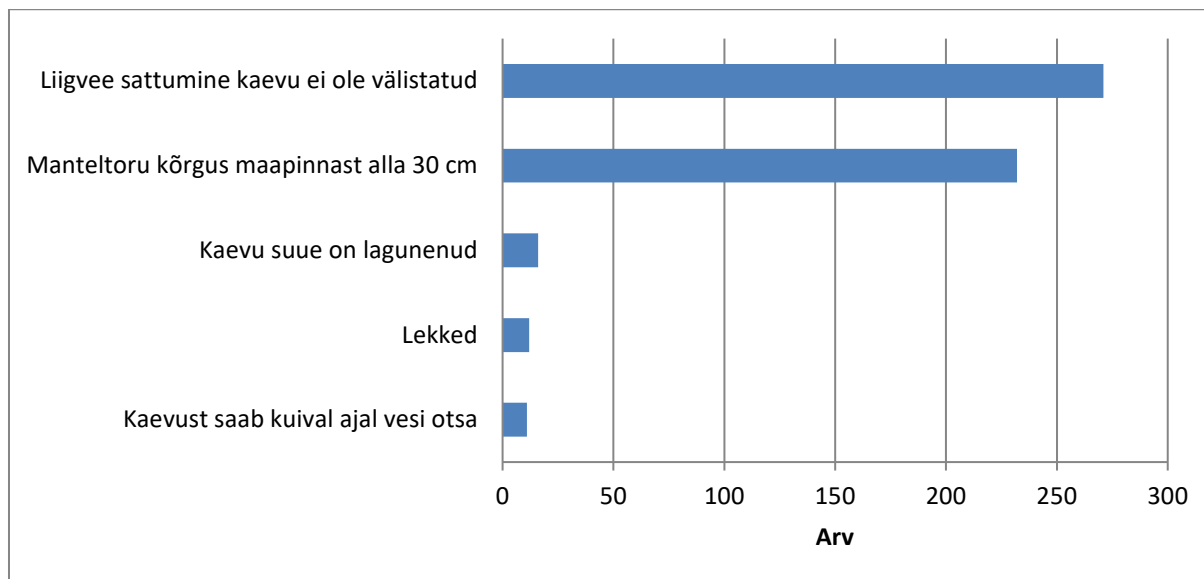
Keskkonnaministri määruse nr 43 kohaselt peab puurkaev:

- 1) tagama põhjavee kaitstuse reostuse eest;
- 2) tagama ehitusprojektikohase tootlikkuse ja ehitusprojektikohase tootlikkuse juures tahkete osakesteta vee;
- 3) välistama saastunud vee, sh ülemiste põhjaveekihtide vee sissevoolu puurkaevuga või -auguga avatavasse põhjaveekihti;
- 4) tagama, et puurkaevu või põhjaveeseire puuraugu rajamisel ulatuks manteltorude põhikolonn vähemalt 30 cm üle maapinna või ehitise põranda ja maapinnalt või põrandalt pärineva vee sissevool puurkaevu või -auku oleks välistatud;
- 5) tagama manteltorude taguse ruumi isolatsiooniga sademevee ja maapinnalt arvates esimese põhjaveekihi teineteisest eraldamise;
- 6) kindlustama, et isolatsiooni tagamiseks oleks eri põhjaveekihtide üksteisest eraldamisel ettepuuritud puuraugu ja manteltorude läbimõõtude vahe vähemalt 50 mm;
- 7) tagama puurkaevu vett andva osa pudedate ja varisevate setete kindlustatuse ning nõutud veehulga läbilaskvuse;
- 8) tagama puurkaevu puhastuspumpamise ja veetaseme mõõtmise võimaluse;
- 9) puurkaevu, millega võetakse vett üle 5 m³ ööpäevas, konstruktsioon ja puurkaevu paigaldatud veetõsteseadmed peavad võimaldama veetaseme mõõtmist puurkaevus ilma veetõsteseadmeid eemaldamata;
- 10) puurkaevu, millega võetakse vett üle 5 m³ ööpäevas, konstruktsioon peab võimaldama veeproovi võtmist puurkaevuga avatavast põhjaveekihist ning veeproovi võtmiseks tuleb kraan paigaldada puurkaevu suudmele võimalikult lähedale;



11) puurkaevu või -augu konstruktsioonis tohib kasutada vaid selliseid tooteid, millel on vastavussertifikaat, vastavusdeklaratsioon või vastavusmärk.

Uuritud puurkaevudest vastas keskkonnaministri määruse nr 43 nõuetele konstruktsioonide osas 47,4 %. Peamised mittevastavused on toodud graafiliselt joonisel 6. Siinkohal tuleb rõhutada, et ilma kaamera-uuringuteta ei ole võimalik kontrollida puurkaevude maa-alust osa ning käesoleva uuringu raames seda ei tehtud. Info lekete ning liigvee sattumise kohta kaevu on saadud eelkõige visuaalse paikvaatluse või kaevuomanike küsitlemise tulemusena.



Joonis 6. Põhjused, miks puurkaevud ei vasta keskkonnaministri 09.07.2015.a. määruse nr 43 nõuetele.

Kõigest 207 puurkaevu omanikku oli esitanud kasutusteatistid ning saanud vastavad kooskõlastused kohalikest omavalitsusest. 197 puurkaevul oli olemas kaevu pass ning 178 kaevuomanikul oli olemas ka ehitusprojekt. Kõik vajalikud dokumendid olid olemas 155 kaevuomanikul.

4.2.3 Kaevude lähiümbrus

Valdavalt asusid kaevud majapidamiste vahetus läheduses ning seetõttu oli ka kaevu ümbrus korrastatud (95 % juhtudest). Ülejäänud viiel protsendil leidis oli kaevu ümbruses jäätmeid, või ümbrus kas hooldamata, võsastunud või ligipääsmatu.

Lisaks kanalisatsiooniehitistele (käsitletakse eraldi peatükis 5.3) leidis kaevude lähiümbruses ka teisi rajatisi, mis võivad joogivee kvaliteeti mõjutada: silo-, sõnniku ja/või väetisehoidlad – 52 juhul; laut või loomade karjamaa – 166 juhul; garaaz või autoremonditöökoda – 55 juhul; põllumaa – 536 juhul; mets – 592 juhul; tööstus – 33 juhul; turbatootmine – 23 juhul; kaevandus – 52 juhul; jäätmejaam või prügil – 12 juhul; jääkreostusobjekt – 29 juhul.

46 juhul toodi välja, et kõrval asuv objekt võib oluliselt kaevust saadava joogivee kvaliteeti mõjutada. Neist omakorda 15 kaebust olid seotud põllumajandusliku tegevusega, neli tootmise ja kaevandamisega, üheksa kanalisatsiooniehitistega (nt, naabri lekkiv kogumismahuti), kolm prügilate või võimalike jääkreostusobjektidega, neli infrastruktuuriga (nt, kaevu vahetuses läheduses on sõidutee).

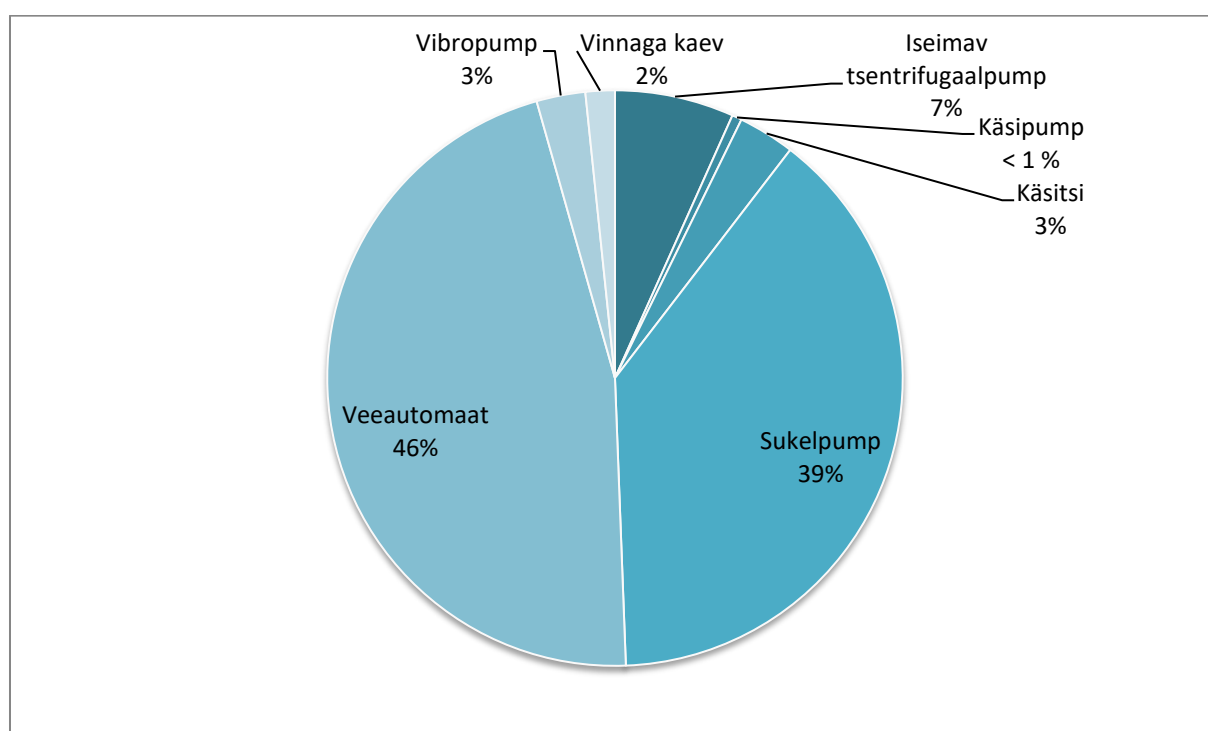


Mõningaid näiteid kogutud kaebustest ja probleemidest:

- „Traktorid seisavad kaevu kõrval, maapinnal on õlireostus. Samast kohast võetakse mürgipüttidele vett.“
- „Vene ajal oli kolhoosi keskus, autoremont, võib maa sisse olla kaevatud asju kaevu läheduses.“
- „Põldude väetamisel, mürgitamisel vee maitse muutub.“
- „20 aastat tagasi peeti ümbruskonnas loomi.“
- „Kanalisatsioon on umbes, ajab üle täna hommikust.“
- „2018 sügisel rajatud 1 km kaugusele biometaanitehas halvendas kogu küla vee kvaliteeti.“

4.3 Torustik ja veevõtt

Kõige levinum on veevõtt kaevust kas veeautomaadi (46 %) või sukelpumba (39 %) abil.



Joonis 7. Veevõtt omaveevärkides

Ligi 81 % omaveevärkidest on lahendatud torustiku plasttorude (nt, PE, PVC, aluplex) abil, kuid kasutatud on ka terastorusid (9 %), vasktorusid (5 %) ja muid materjale (5 %).

Veevarustusega oli tehnilisi probleeme 94 majapidamises (vt ka tabel 2), kusjuures 22 omaveevärgil esines korraga rohkem kui üks probleem.

Tabel 2. Peamised põhjused, mis omaveevärkidel esines probleeme veevõtuga.

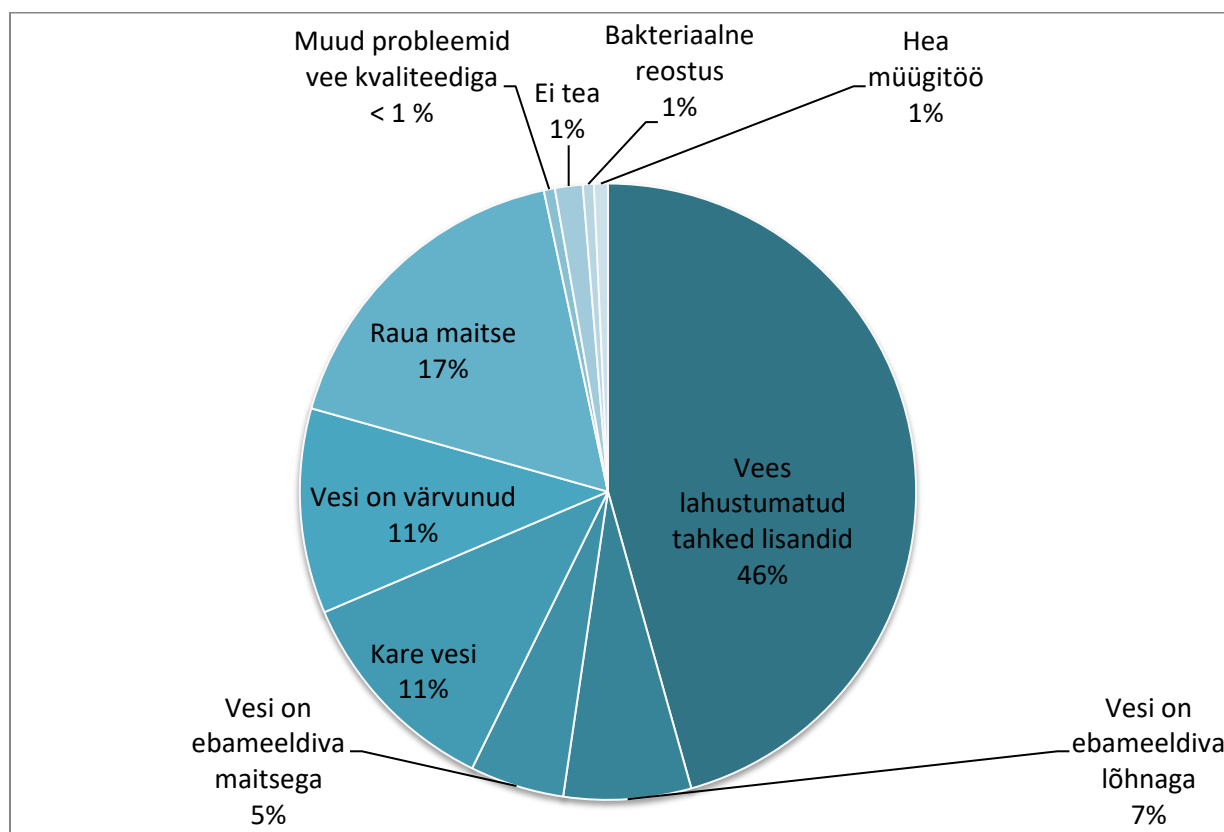
Probleem	Arv
Torustik on külmunud	41
Torustik on umbes	4
Torud korrodeeruvad	13
Torud lekivad	4
Torustik vasardab	6



Probleem	Arv
Pump annab vähe survet, "peksab" kaitset välja või ei käivitu üldse	9
Pump annab vähem vett välja, kui peaks	6
Pumba mootor töötab, kuid veesurve on madal või puudub üldse	7
Vooluvõrku lülitamisel pumba mootor ei käivitu, pump ainult undab	1
Veeautomaat lülitub aeg-ajalt sisse-välja ilma, et toimuks vee kasutamist	10
Veeautomaat lülitub tööle kohe pärast tarbija avamist ja/või plõksub väljalülitumisel mitu korda sisse-välja	10
Sagedased elektrikatkestused	16

4.4 Veetöötlus

Veetöötluste (ehk veepuhastuse) eesmärgiks on anda veele enne selle tarbimist nõuetekohane kvaliteet. Seda saab teha kasutades nii keemilisi (nt, koaguleerimine, desinfektsioon) kui ka füüsilisi (nt, filtrimine) võtteid.

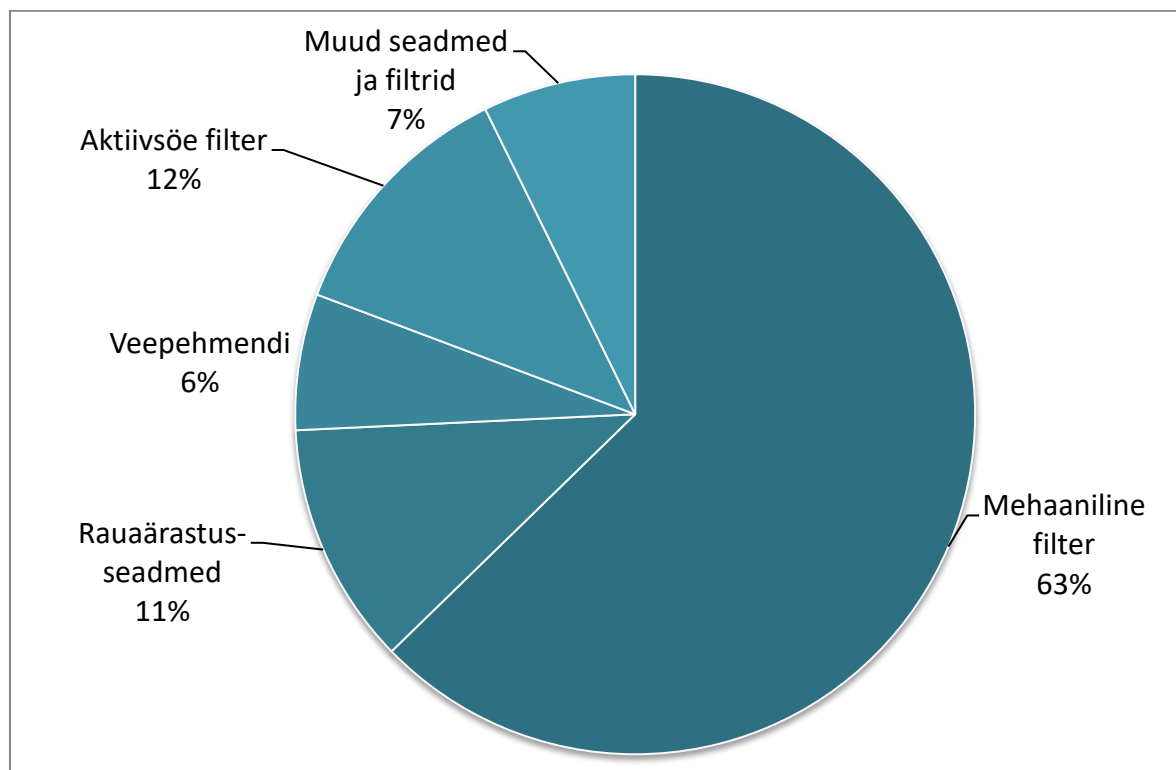


Joonis 8. Peamised veetöötlemise põhjused omaveevärkides.

Veetöötlusseadmeid kasutati ligi pooltes (49 %) külastatud omaveevärkides. Peamised põhjused, miks veetöötlusseadmed olid hangitud, on toodud joonisel 8. Jooniselt on näha, et reeglina puhastatakse vett kas vees lahustumatute tahkete osiste eemaldamiseks või organoleptilistest puudustest (lõhn, värvus, maitse) tulenevalt. Uuringus leiti vaid üksikuid majapidamisi, kus oli veetöötluste eesmärgiks kas orgaaniliste ainete eemaldamine (2 juhul) või esines tarbija sõnul joogivees raskemetalle, fluoriide vm keemilisi ühendeid (2 juhul).



Paigaldatud seadmetest annab ülevaate joonis 9. Jooniselt on näha, et kõige levinumad veetötlusseadmed omaveevärkides on mehaanilised filtrid, rauaärastusseadmed, veepehmemendid ning aktiivsöefiltrid.



Joonis 9. Veetötlusseadmed omaveevärkides.

Tabel 3 annab ülevaate sellest, milliseid veetötlusseadmeid on inimesed valinud ja kuidas need haakuvad veepuhastuse eesmärgiga. Tabel on moodustatud maatriksi A (algandmed, kus on „Jah“ ning „Ei“ vastused asendatud vastavalt väärtustega „1“ ja „0“) ning selle pöördmaatriksi A^T korrutise tulemusena. Maatriks B ($B=A^T A$) kirjeldab kvantitatiivselt tunnuste samaaegset esinemist (nt, uuringus tuvastati mehaanilised filtrid 397 majapidamises, vees leiduvate lahustumatute osakeste pärast oli veetötlusseadmed paigaldanud 313 majapidamist, neist omakorda oli 298 majapidamist paigaldanud mehaanilised filtrid eelpool toodud põhjusest lähtuvalt).

Selleks, et leida erinevate tegurite leidumise sagedust, moodustati maatriks C (Tabel 3), kus tulpades olevad väärtused b_{nn} jagati tunnuste arvuga x_n (põhjuste arv tabelis 3), mida kõnealuses tulbas kirjeldati:

$$C = \begin{pmatrix} \frac{b_{11}}{x_1} & \dots & \frac{b_{1n}}{x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{b_{n1}}{x_1} & \dots & \frac{b_{nn}}{x_n} \end{pmatrix}$$



Tabel 3. Veetötlusseadmete valimine sõltuvalt kaebusest.

	Vees lahustumatud tahked lisandid	Vesi on ebameeldiva lõhnaga	Vesi on värvunud (pruun jne)	Vesi on ebameeldiva maitsega	Kare vesi	Vesi on värvunud (pruun jne)	Raud/raua maitse	Orgaanilisi ainOd liiga palju	Cl ⁻ , F ⁻ , raskemetallid, kolloidsed lisandid	Mikrobioloogiline reostus	Hea müügitöö	Ei tea	Fe ja Mn ei vasta	Mikrob. ei vasta	Ei vasta SoM 61 nõuetele	Seadmete arv
Mehaaniline filter	0,95	0,80	0,00	0,78	0,78	0,79	0,74	1,00	0,00	0,50	0,80	0,89	0,82	0,92	0,87	397
Rauaärastusfilter	0,11	0,51	1,00	0,56	0,36	0,35	0,48	0,00	0,50	0,00	0,40	0,00	0,21	0,08	0,15	73
Veepehmendi	0,06	0,29	0,00	0,41	0,34	0,20	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,04	0,06	41
Aktiivsöe filter	0,15	0,33	0,00	0,34	0,16	0,25	0,21	0,50	0,50	0,50	0,00	0,33	0,20	0,17	0,17	76
Nitraadifilter	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	1
Ammooniumi eemaldamise filter	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	2
loovvaheti	0,01	0,04	0,00	0,03	0,00	0,01	0,03	0,50	0,00	0,00	0,00	0,11	0,02	0,01	0,01	5
Membraantehnoloogia	0,01	0,04	0,00	0,06	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	3
Muu filter	0,04	0,07	0,00	0,09	0,08	0,10	0,03	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,07	0,03	0,05	26
Aeratsioon	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	3
UV seade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,50	0,00	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	0,00	2
Pastöriseerimine	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1
Kemikaalide lisamine	0,01	0,11	0,00	0,13	0,09	0,06	0,10	0,00	0,50	0,00	0,20	0,00	0,04	0,02	0,02	13
Magnetseadmed	0,01	0,04	0,00	0,06	0,04	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,01	0,01	0,01	6
Põhjuste arv	313	45	1	32	76	71	116	2	2	4	5	9	168	173	296	

Tabelist 3 näha, et 95 % inimestest, kelle hinnangul oli kaevuvees liiga palju vees lahustumatuid osiseid, on paigaldanud mehaanilised filtrid. Paraku joonistub samuti välja, et need inimesed, kes kaebavad kõrge raua sisalduse üle vees, on valdavalt paigaldanud mehaanilised filtrid (74 %), kuid filtreid, mis on tegelikult raua ärastuseks ette nähtud, on paigaldanud kõigest 48 % majapidamistest. Sarnaselt, ainult 34 % inimestest, kelle hinnangul on vesi liiga kare, on paigaldanud veepehmeid. Analüüsitulemustest lähtuvalt saab järeldada, et nendes kodudes, kus on veetötlusseadmed, ei vasta joogivesi sotsiaalministri määruse nr 61 nõuetele raua ja mangaani osas 168 juhul ning mikrobioloogilise reostuse osas 173 juhul (kokku ei vastand määruse nõuetele 296 joogivee proovid). Tabelist on näha, et 92 % juhtudes, mil joogivesi oli mikrobioloogiliselt saastunud, ning 82 % juhtudest, kui joogivesis olid liiga kõrged raua ning mangaani sisaldused, oli paigaldatud vaid mehaanilised filtrid.

Eelnevast saab järeldada, et vee puhastusseadmete valikul etendab olulist rolli nende maksumus (mehaanilised filtrid on tunduvalt odavamad rauaärastusfiltritest) ja inimeste vähenenud teadlikkus nii vee kvaliteedist, veetötlusseadmete funktsionaalsusest kui ka vajalikest hooldustoimingutest.



5 Omaveevärkide joogivee kvaliteet

Omaveevärkidele, milles tarbitakse vett alla 10 m³ ööpäevas ei ole eraldi joogivee kvaliteedikriteeriumeid kehtestatud. Käesolevas töös on veekvaliteedi hindamise aluseks võetud sotsiaalministri 24.09.2019. a määrus nr 61 „**Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid**”. Kuigi määrus kehtestab kvaliteedikriteeriumid joogiveele kui kaubale (määrust kohaldatakse ka juhtudel, kui veetarve on küll alla 10 m³ ööpäevas, kuid teenust pakub vee-ettevõtte), on määruse koostamisel aluseks võetud joogivee ohutusnõuded terviseohutuse perspektiivist. Samast loogikast johtuvalt on ka käesolevas peatükis hinnatud omaveevärkide joogivee kvaliteeti.

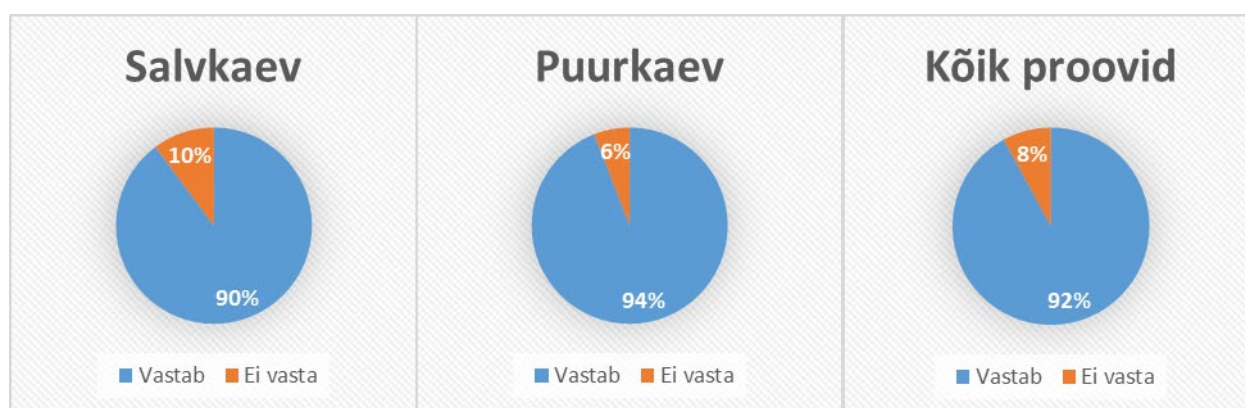
Järgnevalt on kirjeldatud käesolevas uuringus käsitletud joogivee kvaliteedinäitajaid (ptk 5.1), antakse ülevaade omaveevärkide joogivee kvaliteedist (ptk 5.2) ning analüüsitakse mõningaid põhjuseid, miks joogivesi ei ole kvaliteetne (ptk 5.3).

5.1 Uuringus peamiselt käsitletud joogivee kvaliteedinäitajate iseloomustus

5.1.1 *Escherichia coli*

E. coli esineb peamiselt inimese ja soojavereliste loomade soolestikus. See võib sattuda põhjavette koos väljaheidetega suurte vihmasadude, lume sulamise või muude sademete ajal. Selle indikaatorliigi leidumine vees viitab otseselt hiljutisele või jätkuvalle mikrobioloogilisele saastusele. *E. coli* avastamine tõestab, et joogivette on võinud sattuda väljaheidetega levivad haigustekitajad. Enamik *E. coli* tüvesid on inimesele ohutud. Leidub aga ka haigust tekitavaid tüvesid, näiteks harvaesinev *E. coli* O157:H7, mis on eriti ohtlik ja võib levida ka vee kaudu. See toodab võimast toksiini ja võib põhjustada väga raskeid haigusi.

Vastavalt sotsiaalministri määrusele nr 61 ei tohi joogivees *E. coli* leiduda. Joonisel 10 on võrreldud joogivee nõuetelevastavust sotsiaalministri määruse nr 61 suhtes.



Joonis 10. *E. coli* joogivees.

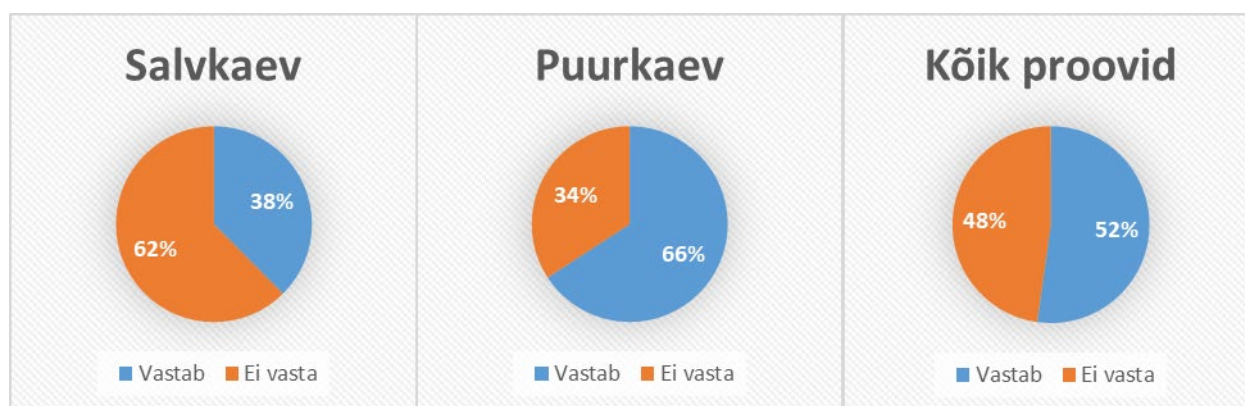
5.1.2 *Coli*-laadsed bakterid

Coli-laadsed bakterid esinevad nii inimese ja soojavereliste loomade väljaheidetes kui ka väliskeskkonnas (toitainerikkas vees, reovees, pinnases, lagunevas taimses materjalis). Nende



leidumine vees ei viita alati fekaalsele reostusele. *Coli*-laadsed bakterid ei põhjusta üldiselt inimese haigestumist. *Coli*-laadsete bakterite olemasolu joogivees viitab, et veesüsteemis võivad olla haigust tekitavad bakterid (patogeenid) ja vee töötlemisel või veejaotusvõrgus võib esineda puudusi.

Vastavalt sotsiaalministri määrusele nr 61 ei tohi joogivees *coli*-laadseid baktereid leida. *Coli*-laadsed bakterid on määruse mõistes indikaatornäitajad, mis kirjeldavad joogivee kvaliteeti veevargis. Joonisel 11 on võrreldud joogivee nõuetelevastavust sotsiaalministri määruse nr 61 suhtes.

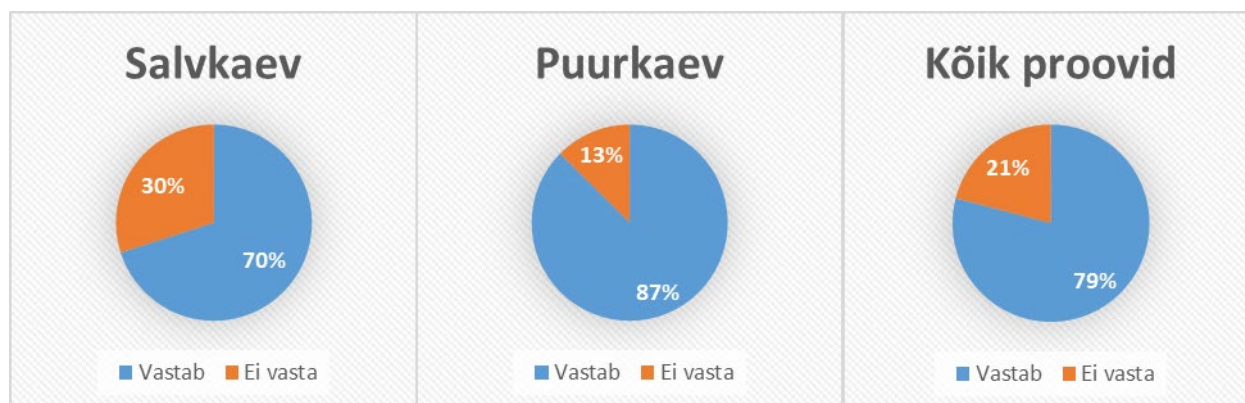


Joonis 11. *Coli*-laadsed bakterid joogivees.

5.1.3 Soolestiku enterokokid

Ka soolestiku enterokokid elutsevad inimese ja soojavereliste loomade väljaheidetes. Enterokokid taluvad hästi kuiva, kuuma, külma ja suurt soolakontsentratsiooni, mille tõttu säilivad need väliskeskkonnas kauem kui näiteks *E. coli*. Veeuuringutes saab soolestiku enterokokke kasutada fekaalse saastuse indikaatorina. Erandjuhtudel võib mõni enterokokide liik elutseda ka mujal kui soolestikus. Vee kvaliteedi uuringutes neid tavaliselt kindlaks ei tehta, sest siis kasutatakse temperatuuri üle 40 °C, mille juures väliskeskkonnas elutsevad liigid ei arene.

Vastavalt sotsiaalministri määrusele nr 61 ei tohi joogivees enterokokke leida. Joonisel 12 on võrreldud joogivee nõuetelevastavust sotsiaalministri määruse nr 61 suhtes.



Joonis 12. Enterokokid joogivees.



5.1.4 Kolooniate arv 22 °C juures

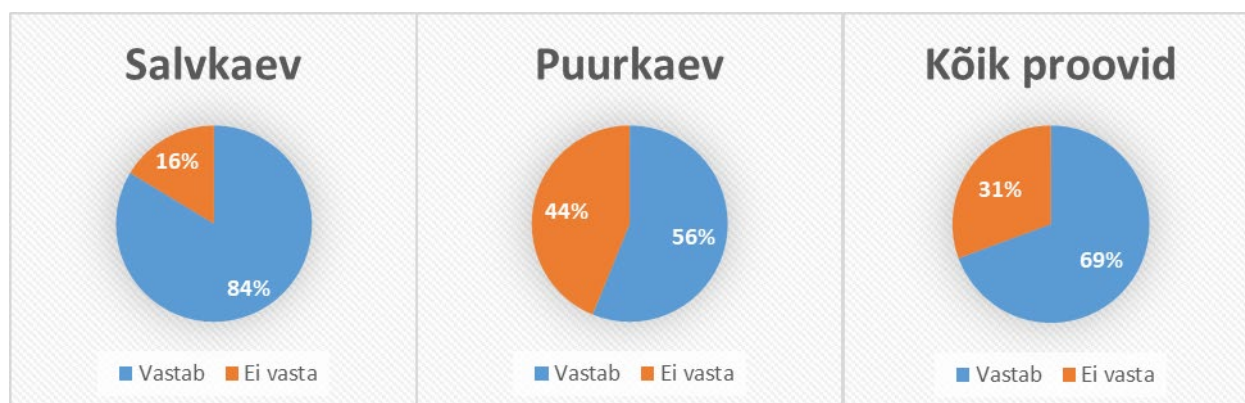
Igat liiki vesi sisaldab mitmesuguseid mikroorganisme, mis pärinevad erinevatest allikatest. Vee kvaliteedi jälgimisel ja hindamisel annab nende üldarvu kindlakstegemine kasulikku informatsiooni. Vees leiduvad mikroorganismid kasvavad laboritingimustes tavaliselt 22 °C juures paremini kui kõrgemal temperatuuril. Nende soojuskraadide juures saadud tulemused väljendavad iseloomulikke keskkonnatingimusi ja aastaajast tulenevaid muutusi.

5.1.5 Rauaühendid

Rauda (Fe) võib esineda vees lahustunud kahevalentsete (Fe^{2+}) või kolmevalentsete (Fe^{3+}) ioonidena, kolloidsena või orgaanilistes kompleksühendites. Puurkaevu vesi, milles puudub hapnik, sisaldab üldjuhul kahevalentseid raudaühendeid. Põhjavees, mille hapnikusisaldus on madal, esineb raud üldjuhul kahevalentsena. Hapnikuga kokkupuutel raud oksüdeerub kolmevalentseks. Kolmevalentne raud põhjustab vees pruunika hõljumi tekke, mis võib koguneda torude sisepinnale ja põhjustada ummistusi. Kõrge raua kontsentratsioon võib põhjustada rauabakterite arengut torustikes, mille esinemine vees muudab vee värvust ja maitset.

Mida rauarikkam on vesi, seda soodsam on keskkond rauabakteri arenguks. Nagu iga elusorganism, vajab ka rauabakter elus püsimiseks ja paljunemiseks head elukeskkonda – aeglast voolukiirust, mis võimaldab kinnituda millegi külge, sobivat temperatuuri, toitaineid. Rauabakteri arengut saab pidurdada, kui võtta veest välja kogu raud (see on aga üleliia kulukas ja pole otseselt vajalik), tagada veetorus pidev surve (kiire veevool) ja vältida takistusi (nt mehhaanilised veefiltrid, sõelad). Torustikus kiiresti voolavas looduslikus põhjavees on toitainete sisaldus üldjuhul väike, aga kui panna veele ette takistus (nt filter või sõel), hakkab sinna kogunema nii baktereid kui ka neile toidukõlblikku materjali (ka surnud bakterid on teistele bakteritele toiduks), mis loob tingimused bakterite paljunemiseks. **Seega võivad filtrid muutuda bakterite kasvulavaks ja hoopis halvendada vee kvaliteeti, põhjustades ummistusi filterelemendis ning vee ebameeldivat lõhna** (Akvedukt, 2020).

Kuigi raudaühendite puhul ei ole sageli otsest terviseriski täheldatud, on Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) koostanud riskihinnangu, mille kohaselt ei soovitata juua vett, mille rauasisaldus on rohkem kui 2 mg/l. Väike kogus rauda on siiski vajalik. Ööpäevas kaotab inimorganism normaalselt umbes 1 mg rauda. Toidus olevast rauast imendub umbes 10%, seega peab ööpäevane rauakogus toidus jääma vahemikku 10–15 mg (WHO, 2006).



Joonis 13. Raud joogivees.



Joonisel 13 on võrreldud joogivee nõuetele vastavust sotsiaalministri määruse nr 61 suhtes. Joogivees sisalduva raua jaoks indikaatorühendina on sotsiaalministri määrusega kehtestatud piirsisaldus (indikaatorid on organoleptilisi omadusi mõjutavad ja üldist reostust iseloomustavad näitajad), sotsiaalministri määruse nr 61 kohaselt ei tohi rauasisaldus ületada 0,2 mg/l.

5.1.6 Mangaan

Mangaan esineb tavapäraselt põhjavees koos rauaga, aga madalamates kontsentratsioonides. Suurte mangaani sisalduste korral võivad vees hakata vohama mangaanibakterid, mille tõttu võib torustike pinnale tekkida must kleepuv muda. (Aeg-ajalt võivad sellised moodustised vooluga kaasa kanduda, muutes vee ajutiselt kasutuskõlbmatuks.

Joogivees ei tohi mangaani sisaldus olla üle 0,05 mg/l. Joonisel 14 on võrreldud joogivee nõuetele vastavust sotsiaalministri määruse nr 61 suhtes.



Joonis 14. Mangaan joogivees.

Looduslikus vees olev mangaanisaldus ei kujuta ohtu tervisele ja selle sisaldust reglementeeritakse organoleptiliste omaduste tagamiseks. Mangaani ööpäevaseks vajaduseks loetakse 2,5–5,0 mg. Organism omastab joogiveest mangaani paremini kui toidust. Täiskasvanud inimese toidus ja joogivees on leitud mangaani keskmiselt 4,0 mg. Mangaaniannuse soovitatavaks ülemiseks piiriks loetakse lastel vanuses 1–3 aastat 2,0 mg, 4–8aastastel 3,0 mg, 9–13aastastel 6,0 mg, 14–18 aastastel 9,0 mg ja täiskasvanutel 11,0 mg päevas. (Terviseamet, 2020).

5.1.7 Vee karedus

Vee karedus on tingitud kaltsiumi (Ca^{2+}) ja magneesiumi (Mg^{2+}) ionide sisaldusest vees. Nende esinemine looduslikus vees on põhjustatud peamiselt kivimite (lubjakivi, kips, dolomiit) lagunemisest (Alasi jt, 2001).

Karedus jaguneb mööduvaks ja jäävaks. Mööduv karedus on tingitud vee kaltsium- ja magneesiumkarbonaatide ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ja $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) sisaldusest. Vee kuumutamisel bikarbonaadid lagunevad ning kaltsiumkarbonaat (CaCO_3) ja magneesiumhüdroksiid ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) sadestuvad välja, moodustades nn katlakivi. Püsivat karedust põhjustab kaltsium- ja magneesiumkloriidide ning -sulfaatide sisaldus (Alasi jt, 2001).

Puhas katlakivi on valge. Punakas või kollakas värvus tuleneb rauasisaldusest (Alasi jt, 2001). Kare vesi ei ole tervisele ohtlik – pigem on kahjulik ülemäära pehme vee pidev tarbimine (nt, kui joogiveeks kasutatakse pöördosmoosi läbinud vett) (Alasi jt, 2001). Kodumajapidamises põhjustab katlakivi



probleeme, sest see juhib halvasti soojust, mistõttu suureneb vee kuumutamisel energiakulu, mis omakorda võib kaasa tuua elektrikütetehaste läbipõlemise. Samuti põhjustab katlakivi ummistusi ja sadestisi (Alasi jt, 2001).

Käesolevas uuringus vee karedust eraldi kvantitatiivselt ei analüüsitud, kuid vee kareduse kohta koguti hinnangulisi andmeid tarbijate küsitluse teel. **42 % vastanutest kaebas liiga kareda vee üle.**

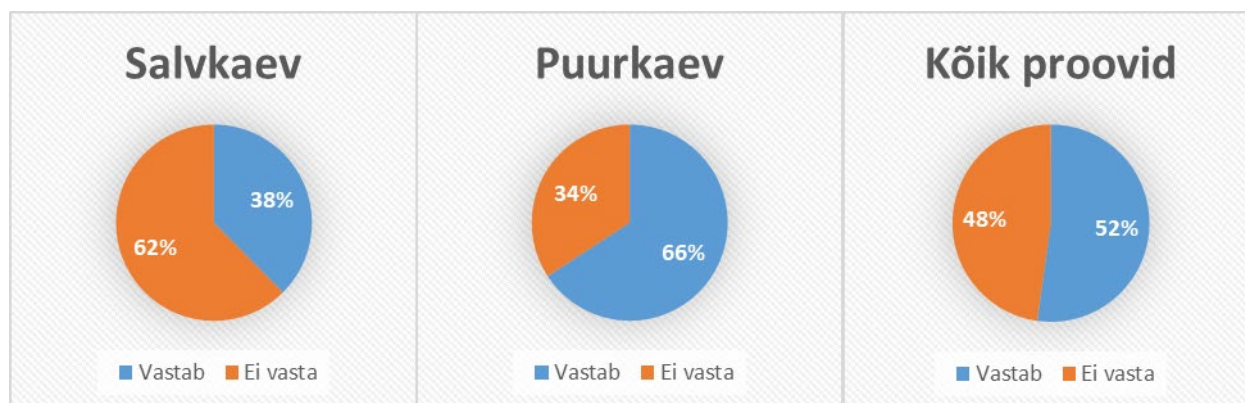
5.2 Ülevaade omaveevärkide joogivee kvaliteedist

Uuritud omaveevärkidest vastas joogivesi kõigile sotsiaalministri määruses 61 kehtestatud kvaliteedikriteeriumitele vaid 29 %, kusjuures olukord oli sarnane nii puurkaevudel kui ka salvkaevudel põhinevate omaveevärkide lõikes.



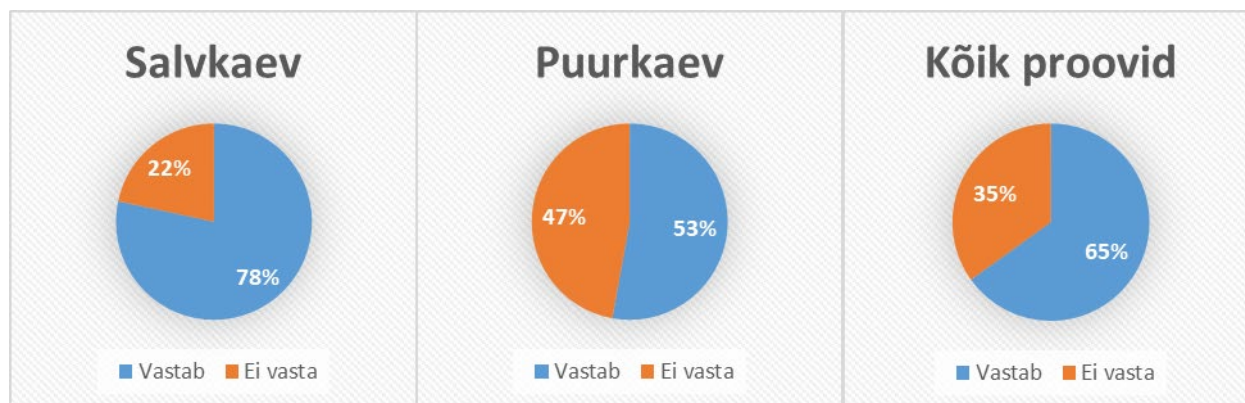
Joonis 15. Joogivee kvaliteedi vastavus sotsiaalministri määrusele nr 61.

Ülejäänud 71 % omaveevärkide puhul olid peamisteks probleemide põhjusteks mikrobioloogiline saastus ja/või liiga kõrge raua või mangaani sisaldus.



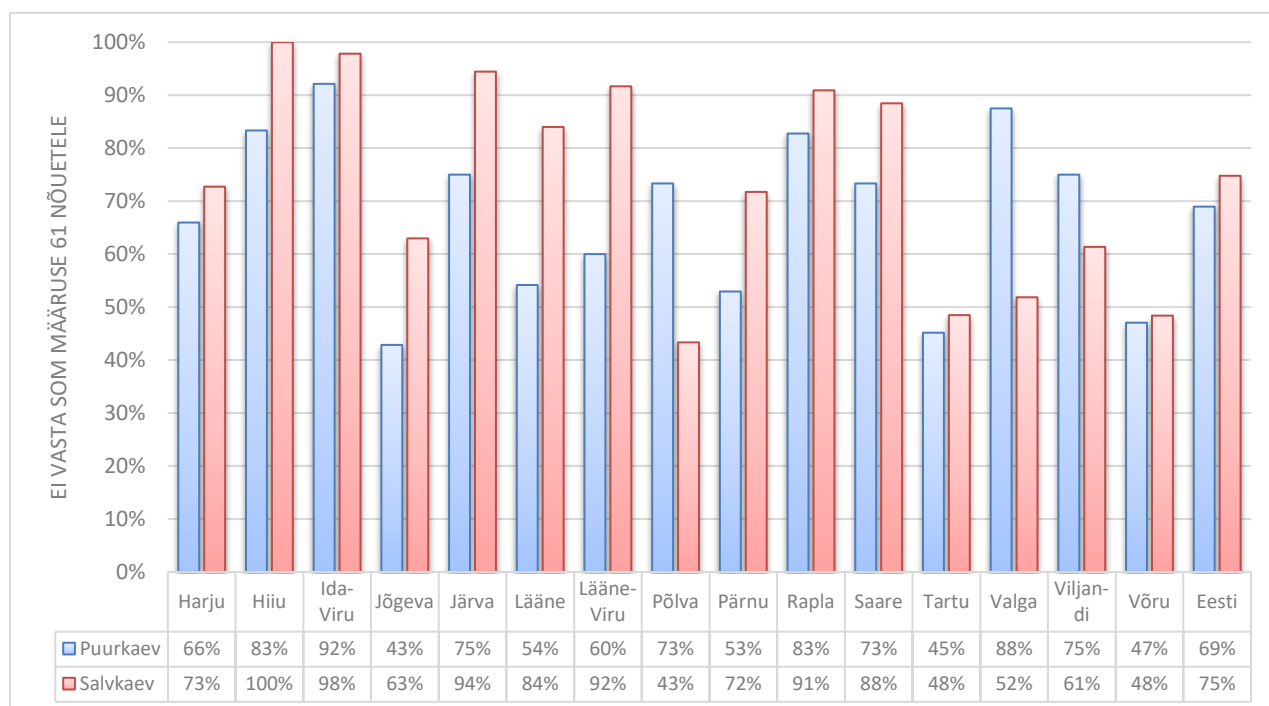
Joonis 16. Mikrobioloogilised näitajad joogivees.

Jooniselt 16 on näha, et valdav osa (62 %) salvkaevude joogiveest on mikrobioloogiliselt saastunud. Siinkohal tuleb eraldi tähelepanu juhtida töigale, et mikrobioloogiliselt saastunud kaevude puhul terviseriske eraldi ei hinnatud (teadmata on, kas mikrobioloogilised leiud põhjustavad otsest ohtu tarbija tervisele) ning analüüsitulemuste interpreteerimisel on lähtutud sotsiaalministri 24.09.2019.a. määrusest nr 61, mille kohaselt on riskide maandamiseks võetud seisukoht, et ühisveevärgi vesi ei tohi sisaldada teatavaid mikrobioloogilisi näitajaid. Peamisi põhjuseid, mis reostust põhjustada võivad, on täpsemalt analüüsitud peatükis 6.3.



Joonis 17. Raud ja mangaan joogivees.

Raua ning mangaani kõrgeid sisaldusi joogivees võivad põhjustada nii joogivee allikaks oleva põhjavee omadused (vt peatükk 6.1) kui ka veetöötlusseadmete ebasobiv valik või ebakorrektnen hooldus (vt peatükk 6.2).



Joonis 18. Ülevaade sotsiaalministri määrusele nr 61 nõuetele mittevastavatest omaveevärkidest maakondade lõikes.

Jooniselt 18 on näha, et Hiiumaal ei vastanud ühegi salvkaevupõhise omaveevärgi joogivee proov sotsiaalministri määruse nr 61 nõuetele. Valdavalt oli selle põhjuseks mikrobioloogiline saastus kuid ka raua ning mangaani liiga kõrgeid sisaldused. Jooniselt on näha, et kõige parema kvaliteediga joogivett tarbivad Tartumaa ning Võrumaa inimesed, kuid ka Põlvamaa salvkaevude ning Jõgevamaa puurkaevude veekvaliteet on küllaltki hea.

Peamised põhjused, miks joogivesi sotsiaalministri määruse 61 nõuetele ei vasta, on toodud tabelis 4. Tabelist on näha, et valdavalt salvkaevude puhul on probleeme mikrobioloogilise saastuse ning puurkaevude puhul kõrgete raua ning mangaani sisaldustega. Tabelis toodud näitajaid võrreldes tuleb



arvestada ka tõsiasjaga, et joogivesi võib olla halva kvaliteediga samaaegselt mitme kvaliteedinäitaja osas.

Tabel 4. Sotsiaalministri määrusele nr 61 mittevastavate parameetrite esinemine maakondade lõikes näitajate kaupa.

Maakond	Puurkaev					Salvkaev				
	Coli-laadsed	Entero-kokk	E. coli	Mn	Fe	Coli-laadsed	Entero-kokk	E. coli	Mn	Fe
Harjumaa	42%	6%	0%	29%	61%	61%	23%	5%	9%	20%
Hiiumaa	70%	20%	40%	20%	60%	89%	56%	22%	33%	33%
Ida-Virumaa	62%	37%	9%	37%	61%	89%	58%	22%	22%	20%
Jõgevamaa	33%	8%	25%	8%	58%	65%	18%	6%	18%	35%
Järvamaa	52%	5%	0%	24%	62%	100%	35%	18%	0%	18%
Läänemaa	31%	8%	0%	0%	69%	95%	29%	14%	5%	14%
Lääne-Virumaa	52%	10%	14%	24%	57%	94%	36%	12%	6%	12%
Põlvamaa	0%	0%	0%	91%	82%	54%	38%	8%	31%	46%
Pärnumaa	44%	19%	0%	26%	67%	82%	48%	6%	30%	21%
Raplamaa	75%	13%	13%	8%	33%	90%	15%	10%	15%	20%
Saaremaa	68%	27%	18%	0%	50%	100%	39%	17%	9%	22%
Tartumaa	29%	0%	0%	29%	71%	94%	69%	13%	19%	25%
Valgamaa	36%	7%	7%	57%	71%	86%	43%	21%	29%	29%
Viljandimaa	5%	0%	0%	29%	95%	89%	56%	22%	19%	15%
Võrumaa	13%	0%	0%	75%	88%	80%	40%	20%	13%	20%
Kogu Eesti	47%	16%	8%	29%	63%	84%	40%	14%	16%	21%

5.3 Järeldused

Uuritud omaveevärkidest vastas joogivesi kõigile sotsiaalministri määruses 61 kehtestatud kvaliteedikriteeriumitele vaid 29 %, kusjuures olukord oli sarnane nii puurkaevudel kui ka salvkaevudel põhinevate omaveevärkide lõikes. Ülejäänud 71 % omaveevärkide puhul olid peamisteks probleemideks kas indikaatornäitajate leidumine ja/või liiga kõrge raua või mangaani sisaldus.



6 Mis mõjutab joogivee kvaliteeti?

Põhjuseid, miks kaevu vesi võib joogiveeks sobimatu olla, on mitmeid. Inimtegevuse mõju põhjaveele algas koos alepõllunduse levikuga ning jätkus asulate ning tööstuse tekkega. Ohtlikumad reostusallikad on vedelkütuse ja kemikaalide hoidlad ning tööstusjäätmete prügilad. Põhjaveele on ohtlikud ka lekkivad kanalisatsioonirajatised, reostunud vee juhtimine põhjavette, väetiste ja mürgkemikaalide kasutamine ning muud tegevused, millega kaasneb vees lahustuvate ohtlike ainete teke või keskkonnavariide võimalus (Põhjaveekomisjon, 2004). Joonisel 19 on toodud põhimõtteline skeem võimalikest põhjavee reostuse leviku viisidest.



Joonis 19. Reostuse levik põhjavette ja kaevudesse (Põhjaveekomisjon, 2004)

Lihtsustatult saab põhjused jagada siiski kaheks:

- joogivesi on tarbimiskõlbmatu tarbija enda tegevuse tulemusena;
- veekiht, kust joogivett saadakse, on reostunud või sobimatu muude (tarbijast sõltumatute) tegurite tõttu.

Kui esimene põhjuste grupp on eelkõige seotud lokaalse reostusega (nt, lekkiv kanalisatsioon), siis teise grupi puhul on põhjuste väljaselgitamine sageli keerulisem ning ajamahukam (nt põhjavee reostus õlisaaduste ja fenoolidega jääkreostusobjektide läheduses, maavarade kaevandamise või põllumajandusega seotud probleemid).

Mõningaid tegureid, mida tarbija ise otseselt mõjutada ei saa, kuid mis võivad negatiivselt mõjutada joogivee kvaliteeti, on kajastatud peatükkides 7 (põllumajanduse mõju joogivee kvaliteedile), 9



(põhjavee kvaliteet Ida-Virumaa suletud kaevanduste piirkonnas) ja 10 (põlevkivitööstuse mõju joogivee kvaliteedile).

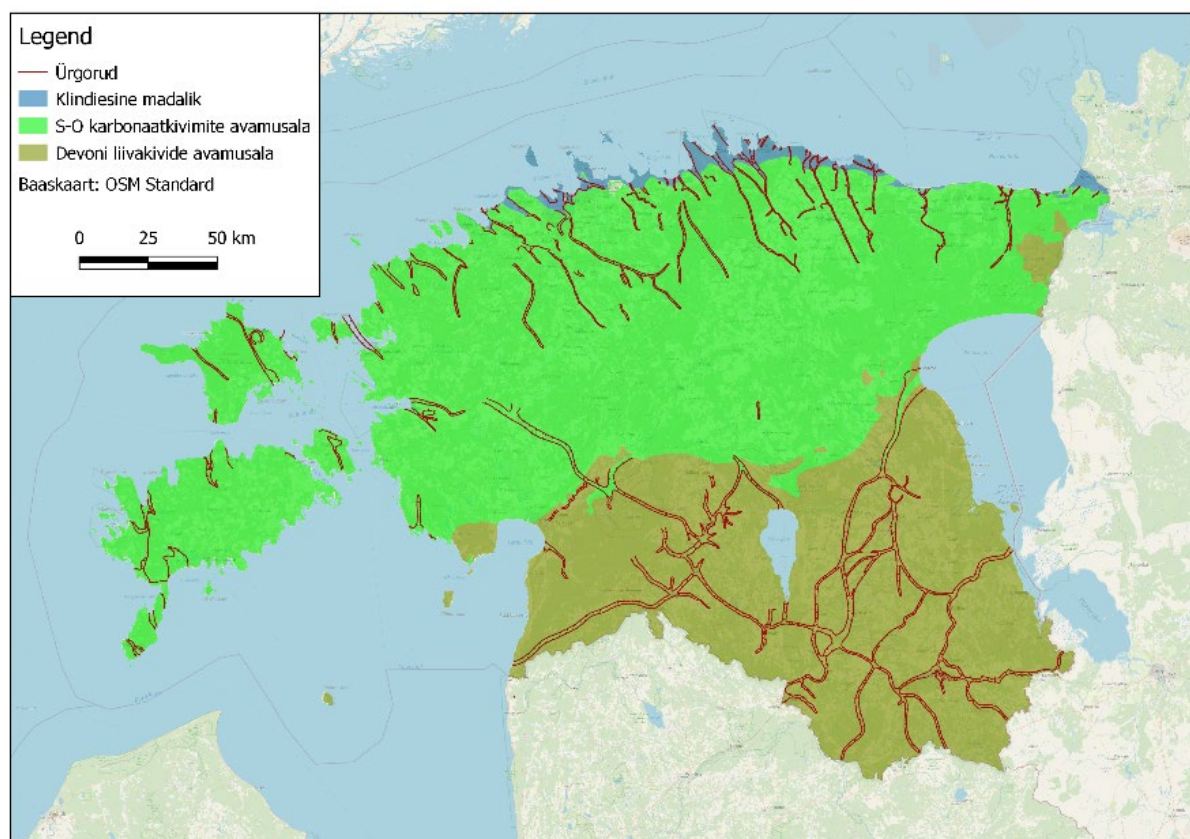
Järgnevalt on kirjeldatud erinevaid tegureid, mis mõjutavad joogivee kvaliteeti.

6.1 Eesti põhjavee iseloomustus

Eesti suhteliselt lihtne geoloogiline ehitus võimaldab regionaalses skaalas prognoosida põhjavee kättesaadavust ja selle eeldatavat keemilist koostist. Juhul, kui on vaja hinnata põhjavee kvaliteeti ja kvantiteeti mingil kindlal maaüksusel, tuleb pöörduda spetsialistide poole, kes kasutavad kogu olemasolevat hüdrogeoloogilist infot ning oma erialaseid kogemusi.

Kuna eramajade veevarustus on valdavalt lahendatud kas salvkaevude või madalate puurkaevude baasil, siis on väga oluline pinnakatte moodustavate kvaternaarisetete paksus ja tüüp ning pinnakatte alla jäävate aluspõhjakiivimite tüüp. Arvestades Eesti aluspõhjakiivimite avamuste paiknemist on põhjavee kasutamise seisukohalt võimalik Eesti ala jagada kolmeks piirkonnaks (joonis 20):

1. Klindi ja mere vahele jääv klindiesine madalik;
2. Siluri ja Ordoviitsiumi karbonaatkivimite avamusala;
3. Devoni liivakivide avamusala.



Joonis 20. Eesti ala jaotus lähtuvalt aluspõhja avamuste kivimtüüpidest.

Aluspõhjakiivimid on kogu Eestis kaetud kvaternaarisetetest koosneva pinnakattega. Kvaternaarisetete paksus võib ulatuda mõnest sentimeetrist alvari aladel kuni paarisaja meetrini Lõuna-Eesti ürgorgudes.



Kvaternaarisetete puhul on vettandvateks kihtideks liivakad ja kruusased setted, mille levik ei pruugi olla pidev ning milles kasutatav veehulk võib olla väike. Aluspõhjakiivimiteks on veehulk suurem, kuid kuna kõik kivimikihid ei pruugi olla vettandvad, siis võib rajatavate kaevude sügavus vahel olla üsna suur.

Salvkaevud on rajatud sageli kvaternaarisetetest koosnevasse pinnakattekihti. Kuna vett andvad kvaternaarisetted võivad olla väikese levikuga ning seetõttu ka väikese veemahutavusega, siis võib varem edukalt kasutatud salvkaevudes olevast veest tänapäeval sageli puudu jääda, kuna inimeste veetarbimine on suurenenud. Veevarude kitsikusele kvaternaarisetetes võib aidata kaasa ka muutuv kliima, kuna selles olev veevaru täieneb iga-aastaste sademete arvelt. Muutuv kliima on rikkunud traditsiooniliste aastaaegade vaheldumise rütmi ning regulaarsete kevadiste ja sügiseste kõrgveeperioodide asemel on sagenenud tormide hulk, millest tulenevalt sademed langevad maapinnale suurel hulgal kuid lühikese aja jooksul. Seetõttu ei suuda vihmavesi maapinda imenduda ning see kantakse ära pinnaveevooluga.

Põhjavee looduslik koostis ei vasta alati kehtestatud joogivee kvaliteedinõuetele. Põhjavee kvaliteedi määrab ära selle keemiline koostis, ehk vees lahustunud ained. Väga paljudel juhtudel võib teatud näitajate (raud, fluoriid, arseen, KHT jms) sisaldus põhjavees olla suur tingituna looduslikest protsessidest. Kuna salvkaevudega avatakse väga sageli väikese levikuga kohalikke veekihte, mis toituvad lähiümbruses maapinda imuvatest sademetest, siis on nende keemiline koostis seotud lähiümbruse kivimite ning setetega ning maapeal toimuva inimtegevusega. Seetõttu võib salvkaevude põhjavee kvaliteet kõikuda väikesel alal väga suurtes piirides.

Põhjavee keemiline koostis sõltub ühelt poolt sellest, millistest kivimitest või setetest põhjavett ammutatakse, kuid teisalt on väga oluline ka põhjavee päritolu. Viimane sõltub nii kasutava põhjaveekihi toiteala paiknemisest ning seal valitsevatest tingimustest (nt maakasutus, vett halvasti juhtivate setete/kivimite esinemine) kui ka ajast, mis kulub põhjaveel liikumiseks toitealalt vaadeldavasse kaevu.

Inimtekkeline reostus (lämmastikühendid, mikrobioloogiline saastus, orgaanilised ained) võib koos põhjaveega kaevudesse sattuda ka omanike enda tegevuse tõttu, kui kaevu lähedus ei ole hooldatud ning kui kasutatakse maapinnalähedasi põhjaveekihte ja kaevu seisukord on halb või konstruktsioon on puudulik.

6.1.1 Klindiesine madalik

Klindiesisel madalikul avaneb pinnakatte setete all enamasti 40-70 m paksune Kambriumi ajastu vanusega savikivimite kiht, mida kutsutakse ka Lontova sinisaviks. Savikihti katvate kvaternaarisetete (enamasti merelised setted) paksus võib olla mõnekümnest sentimeetrist kuni mõne meetrini. Seetõttu on klindieelsel alal rajatud salvkaevude veeandvus reeglina väike ning ei pruugi tänapäeval rahuldada aastaringselt kasutatavate majapidamiste veetarbimist. Kui salvkaevu asemel rajatakse puurkaev, siis ulatub see juba ~70 m sügavusel olevasse Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksi.

Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksi veed on valdavalt kujunenud enam kui 10 000 aastat tagasi kui Eesti ala oli kaetud 1-2 km paksuse mandriliustikuga. Mandriliustiku all tekkis piisav hüdrauline rõhk, et suruda liustiku alla kogunenud sulaveed Eesti aluspõhja kivimitesse. Pärast liustiku taandumist asendus maapinnalähedaste veekihtide vesi tänapäevastest sademetest tekkinud põhjaveega, kuid



sügavamad põhjaveekihid, nagu ka sinisavi all lasuv Kambriumi-Vendi põhjaveekompleks, sisaldavad endiselt liustiku sulavetest pärinevat põhjavett, sest veevahetus on seal väga aeglane (Raidla jt., 2009, 2012; Pärn jt., 2016, 2019; Sterckx jt., 2018).

Enamasti levib Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksis mõõduka mineraalsusega Ca-Cl-HCO_3 tüüpi põhjavesi, mis oma kvaliteedilt on väga hea joogivesi. Kohati on probleemiks põhjavee liiga kõrged radioloogiliste näitajate sisaldused võrreldes joogivee kvaliteedinõuetega (raadiumi ühendid) ja metaani sisaldused (nt. Pärsipea, Juminda poolsaared). Lahemaa piirkonnas ja sealt ida poole kuni Kalvi mõisani levib Kambriumi-Vendi kompleksis ka Ca-HCO_3 tüüpi põhjavesi. Selle suhteliselt lokaalse anomaalia põhjuseks on piirkonnale iseloomulik tihe mattunud ürgorgude võrgustik. Ürgorud on kunagiste jõgede sügavale aluspõhja (kuni 120 m) lõikuvad orundid, mida hiljem on süvendanud mandriliustikud. Läbi nende orgude saab tänapäevane põhjavesi tungida sügavamatesse põhjaveekihtidesse. Inimtegevusest tuleneva reostuse levikut selles vees siiski täheldatud ei ole.

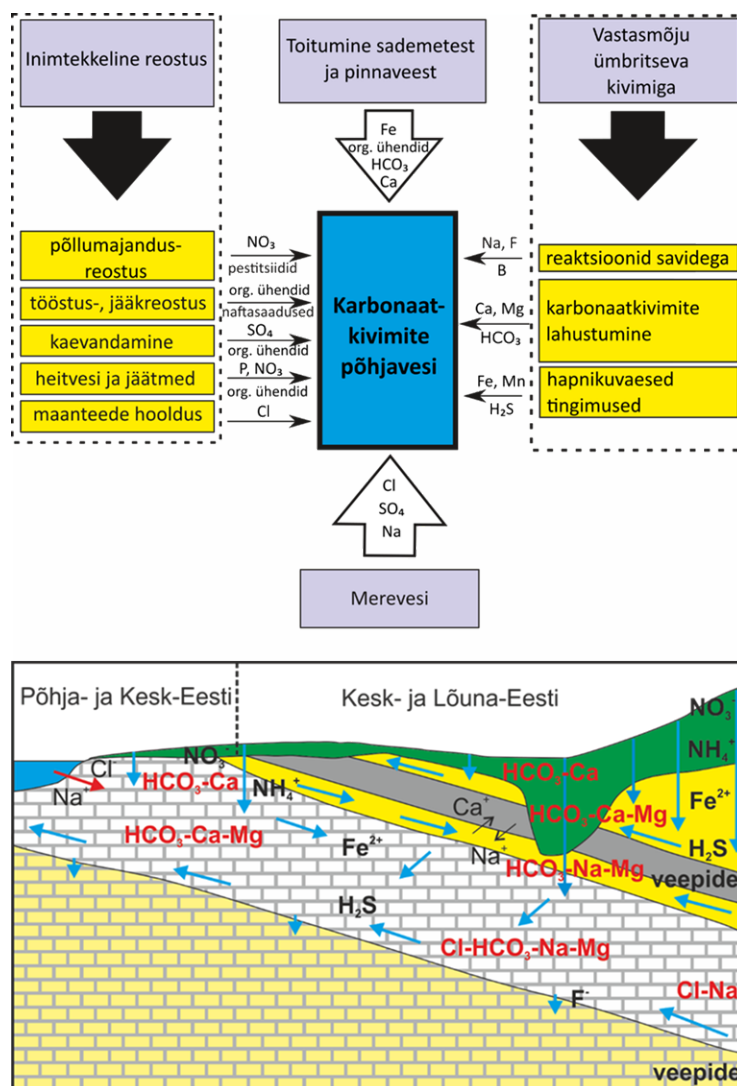
Klindieelse madaliku kesk ja lääneosas võivad puur- ja salvkaevud avada klindi ees avanevaid Kambriumi liivakive (Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekompleks). Nende kaevude vee keemiline koostis on üldiselt küllalt sarnane klindi peal paiknevates Ordoviitsiumi karbonaatkivimites leviva põhjaveega (Pärn jt., 2018).

Salvkaevudes, mis valdavalt on rajatud merelistesse setetesse, võib vesi väga sageli olla kollase värvusega, kõrge oksüdeeritavusega (KHT_{Mn}) ning sisaldada väävelvesinikku (mädamuna hais). Selline omapära on tingitud merelistes setetes oleva orgaanika ja sulfaadi koosmõjust. Üldiselt on salvkaevude põhjavee keemiline koostis selles piirkonnas varieeruv ja sõltub suurel määral setete koostisest (liivad, kruusad, moreen jne). Näiteks liustikujõelistes liivades esinev põhjavesi on tihti väga väikese mineraalsusega ($<50 \text{ mg/L}$) ja sõltuvalt piirkonnast ja kaevu konstruktsioonist võib joogivee kvaliteedinõuetele mittevastavaks osutuda vaid raua sisaldus.

6.1.2 Siluri ja Ordoviitsiumi karbonaatkivimite avamusala

Siluri ja Ordoviitsiumi karbonaatkivimite avamusala puhul on põhjavee kättesaadavus kõige parem, aga vee kvaliteedi pindalaline muutlikkus ka kõige suurem. Kvaternaarisetete paksus sellel alal on üldiselt väike ($<20 \text{ m}$) ja valdav osa puurkaeve avab Ordoviitsiumi ja Siluri lubjakivide ning dolomiitides paiknevaid põhjaveekihte. Aastaringselt piisavalt kõrge põhjaveetasemega aluspõhjalised kivimikihid on siin kõige vettandvamad just esimese 50 m sügavuses. Samas on kivimite veeandvuse muutlikkus ääretult suur ning esineda võib ka vett väheandvaid piirkondi.

Kaevude vee keemiline koostis sõltub selles piirkonnas kivimite lõhelisusest ja mineraloogilisest koostisest, põhjavee kaitstusest ning ümbritseva ala maakasutusest, kaevu sügavusest ja ala lääneosas ka mere lähedusest (joonis 21). Põhjavesi on looduslikult suure või väga suure karedusega ja sisaldab peamiselt Ca^{2+} , Mg^{2+} ja HCO_3^- ioone. Maapinnalähedane põhjavesi on otseselt seotud õhukeses pinnakattes sisalduva veega. Põhja-Eesti paeplatool asuvad ulatuslikud soomassiivid ja karstivormid. Soodest väljavoolav happeline liigvesi mõjub paepinnasele agressiivselt ja soodustab karstinähtuste kujunemist. Lubjakivide lahustumisel omandab vesi kõrge karbonaatide sisalduse mis kombineerudes soodest väljakantud rauaga võib muuta pindmise põhjavee pruun-häguseks (Fe ja KHT_{Mn}). Sügavamates kaevudes on naatriumi ionide sisaldus suurem.



Joonis 21. Siluri ja Ordoviitsiumi karbonaatkivimite avamusalal kasutatavate erakaevude põhjavee keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel (Marandi jt., 2019 põhjal) ja kontseptuaalne läbilõige

Ka sügavamates puurkaevudes on sageli vee kvaliteeti halvendavaks teguriks kõrge rauasisaldus. See on omane kõigile hapnikuvaestele veekihtidele üle Eesti. Hapnikuvaesed tingimused võivad kujuneda juba 15-30 m sügavusel sõltuvalt ala geoloogilisest ehitusest. Eesti hüdrogeokeemilise atlase järgi on keskmine raua sisaldus Ordoviitsiumi ja Siluri põhjaveekihtides 0,5-0,7 mg/L (Perens jt., 2001). Selline raua sisaldus ei ole tegelikult inimese tervisele ohtlik, sest toksilisteks kogusteks loetakse märksa kõrgemaid sisaldusi (5–6 mg/L; WHO, 2003). Samas hakkab raud õhuga kokku puutudes veest välja settima ja võib seeläbi kahjustada kodumasinaid ja muud majapidamisinventari. Põhjavee rauasisaldus võib rauabakterite toimel veelgi suureneda kokkupuutel puurkaevude terasest manteltorudega ja seda eriti väikese veevõtu korral. Lisaks rauale võivad anaeroobsetes ehk hapnikuvaestes tingimustes esineda ka suuremaid mangaani (Mn) sisaldusi, kuid ka need sisaldused ei ole mürgised. Anaeroobsete tingimuste süvenedes võib põhjavees esineda ka sulfaatide redutseerimise tagajärjel tekkivat väävelvesiniku (H_2S) gaasi, mis annab veele mädamuna lõhna. Väävelvesinik lendub vee seismisel avatud nõus.



Lääne- ja Edela-Eestis ning saartel võib Siluri veekihte avavates sügavamates (>40 m) puurkaevudes esineda ka kõrgemaid fluoriidi (F) ja boori (B) sisaldusi (Karro & Uppin, 2013). Neile kehtestatud põhjavee kvaliteedi piirsisaldused on vastavalt 1,5 mg/L ja 0,5 mg/L (Keskkonnaministri 04.09.2019.a. määrus nr 39). Suuremad fluoriidi kontsentratsioonid võivad põhjustada fluoroosi (WHO, 2008). Fluoriidi ja boori sisaldused kasvavad koos veevõtu sügavusega ning võivad küündida kuni 6 mg/L (keskmine u 2 mg/L). Sama kehtib ka boori esinemise kohta, kus selle kontsentratsioonid ulatuvad kuni 2 mg/L (keskmine u 0,7 mg/L; Karro & Uppin, 2013). Suuremad fluoriidi kontsentratsioonid iseloomustavad sealjuures Pärnumaa põhja- ja loodeosa põhjavett (Perens & Karro, 2008). Lääne-Eesti saartel on karbonaatkivimitega seotud põhjavee fluoriidi kontsentratsioonid väiksemad, kuid võivad Saaremaal siiski kohati ületada joogiveele kehtestatud piirsisaldusi (kuni 5,5 mg/L; Karro & Uppin, 2013, Marandi jt., 2019). Sealjuures esinevad suuremad sisaldused saare lõunarannikul ja Sõrve poolsaarel.

Lääne- ja Loode-Eesti rannikul paiknevate salv- ja puurkaevude vee kvaliteeti võivad mõjutada ka soolase merevee või selle reliktide esinemine põhjaveekihtides, mis väljendub suuremate naatrium- ja kloriidioonide kontsentratsioonides. Soolane vesi pärineb kas tänapäeva Läänemerest või Läänemere vanemate arengustaadiumitega seotud merelist päritolu põhjaveest (Marandi jt., 2019). Tänapäevane Läänemere vesi võib veekihtidesse tungida rannikul toimuva veevõtu tõttu. Läänemere varasemate arengustaadiumitega seotud merelise päritoluga põhjavesi esineb viimastel aastatuhandetel maakerkega üle merepinna tõusnud põhjaveekihtides, kus tänapäevaste sademete infiltreerumine ei ole jõudnud soolast merevett kivimitest välja pesta (Marandi jt., 2019). Mandri-Eestis on suurenenud kloriidide ja naatriumi sisaldusi täheldatud Läänemaa ja Pärnumaa rannikul, kus Na^+ ja Cl^- sisaldused põhjavees võivad küündida vastavalt kuni 700 ja 1200 mg/L (Marandi jt., 2019). Naatrium- ja kloriidioonide suured sisaldused esinevad eriti sagedasti Lääne-Eesti saartel (nt. Hiiumaa rannikualadel ja Saaremaa lõunarannikul), kus nende päritolu seostub just Läänemere varasemate arengustaadiumitega (Perens, 2002). Põhjavees lahustunud ainete sisaldus võib seal küündida üle 1000 mg/L ja kloriidi- ning naatriumioonide sisaldused kasvada vastavalt kuni 3000 mg/L ja 2000 mg/L. Koos kloriidioonide sisalduse suurenemisega võib suurened ka sulfaatioonide sisaldus (Marandi jt., 2019).

Lisaks looduslikele komponentidele, võib kaevu vee rikkuda ka inimtekkeline reostus. See on enamasti seotud madalate salv- ja puurkaevudega ning nende puhul on kõige levinumateks ühenditeks, mis vee kvaliteeti halvendavad, lämmastikühendid ning keemiline reostus (taimekaitsevahendid ja nende jäägid, ravimite toimeained ja nende jäägid, naftasaadused jms). Reostus võib tuleneda piirkonna üldisest maakasutusest ja inimtegevusest (põllumajandus, tööstus, kaevandused jms), kuid sageli on reostuse põhjustanud kaevu omanikud, kes ei järgi veekaitse nõudeid või ei ole rajatud kaevud tehniliselt korras.

Kõrged lämmastikühendite sisaldused on eelkõige seotud orgaaniliste väetiste (sõnnik) ja mineraalväetiste kasutamisega. Nende kõrgemad sisaldused esinevad tõenäolisemalt põllumajanduslike maade lähedal maapinnalähedastes hapnikurikastes veekihtides. Juhul kui kivimid on ka lõhelised, võib põllumajanduslikku päritolu reostus jõuda kaevudesse kiiresti (mõningatel juhtudel vaid mõne tunniga). Nitraadile ja pestitsiididele kehtestatud kvaliteedi piirsisaldused on vastavalt 50 mg/L ja 0,1 µg/L (Keskkonnaministri 01.10.2019.a. määrus nr 48). Neid piirsisaldusi ületavaid sisaldusi on täheldatud peamiselt Eesti nitraaditundlikul alal, mis hõlmab Lääne-Virumaa,



Jõgevamaa ja Järvamaa idaosa, kuid seireandmed näitavad, et kõrgeid nitraatide ja pestitsiidide sisaldusi võib leida ka mujalt Eestist väljaspool nitraaditundlikku ala (EKUK, 2019). Tihti aitab põhjavee nitraadireostust vältida veidi sügavama puurkaevu rajamine. Pandivere nitraaditundlikul alal läbiviidud uuringud on näidanud, et NO_3^- sisalduse kaevu vees määrab peamiselt ära manteltoru pikkus, s.o. tegelik veevõtusügavus (Maves, 1993).

Kirde-Eestis on ülemised põhjaveekihiid tihti mõjutatud kas tänapäevasest või ajaloolisest põlevkivi kaevandamisest ning sellega seotud keemiatööstusest. Põlevkivi kaevanduste poolt mõjutatud põhjavees esineb kõrge sisaldusega sulfaate ning põhjavesi on suure karedusega. Keemiatööstuse, selle jäätmeheidlate ning kaevanduste põlenud aherainemägede mõjuga seoses võib põhjaveekihtides esineda orgaanilist reostus – naftasaadused, BTEX, fenoolid ja PAH-id.

6.1.3 Devoni liivakivide avamusala

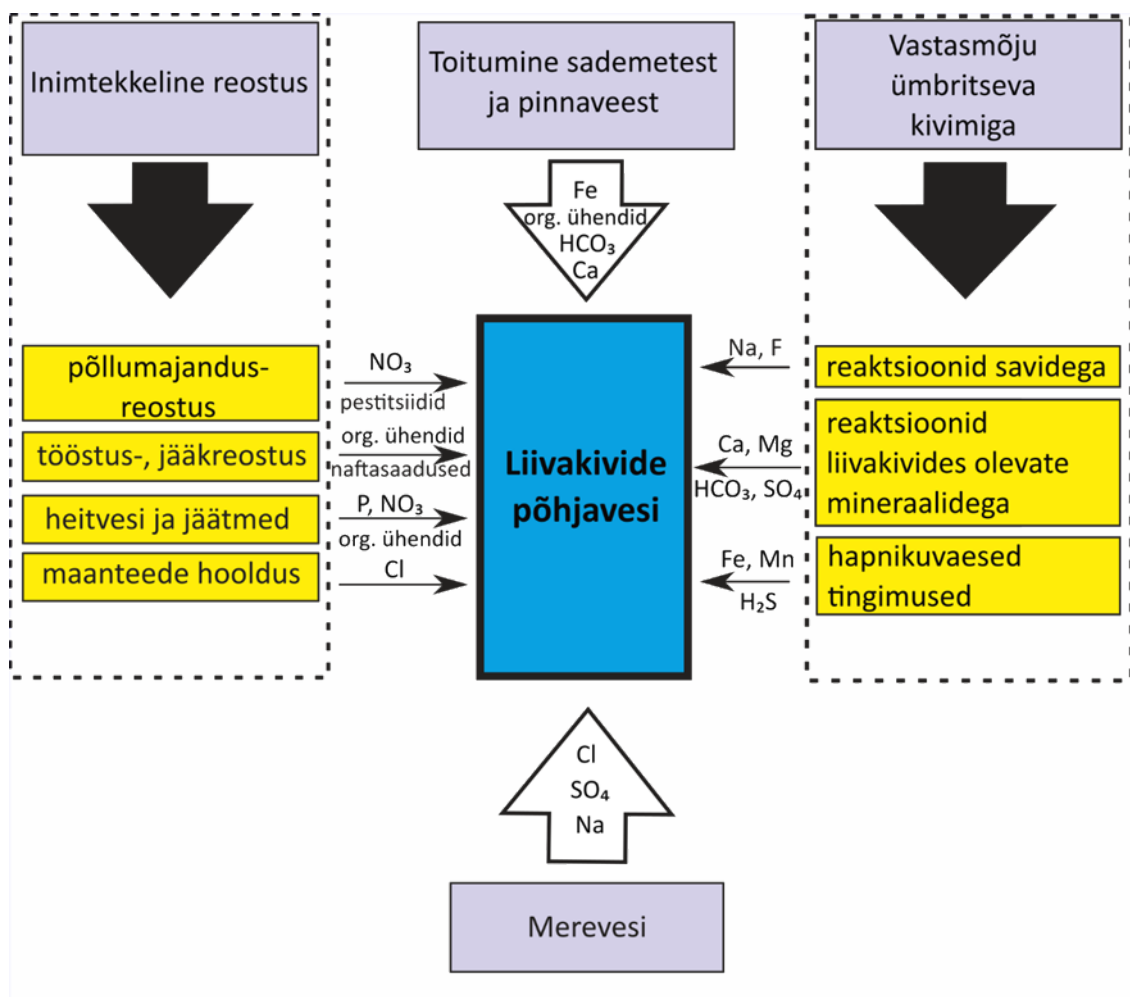
Devoni liivakivide avamusala omapäraks on aluspõhjalisi kivimikihte kattev mõnest meetrist kuni 100 m paksune kvaternaarisetete lasum mis ürgorgude kohal võib ulatuda enam kui 200 m. Puurkaevu rajamine on paksu pinnakattega (üle 30 m) alale kulukas, sest on valida kahe variandi vahel: 1) kas otsida maapinnalähedasemaid veerikkaid läätseid pinnakattest või 2) teha kohe sügav, aluspõhja kivimitesse ulatuv puurauk. Esimese variandi puhul muudab pidev otsimine puurimise kulukamaks ning kui pinnakattest veekihti ei leita, siis tuleb ikkagi teha puurkaev aluspõhja kivimitesse. 120 m puurkaevu tegemine on aga kallis igal juhul. Aluspõhjalised veekihiid Kesk- ja Lõuna-Eestis on Devoni liivakivides asuvad Kesk- ja Alam-Devoni põhjaveekiht ning Kesk-Devoni põhjaveekiht.

Nii nagu eelkirjeldatud alade puhul, on ka Devoni liivakivide avamusalal madalatest kaevudest saadava vee keemiline koostis sõltuv veekihte moodustavate kivimite mineraloogilisest koostisest, põhjaveekihtide põhjaveekaitstusest ning ümbritseva ala maakasutusest, kaevu sügavusest ja ala lääneosas ka mere lähedusest (joonis 22). Põhjavesi on valdavalt CaMg-HCO_3 -tüüpi, vees lahustunud mineraalainete sisaldusega kuni 0,5 g/L. Rannikupiirkondades esineb kohati Mg-Ca-HCO_3 - ja Na-Ca-Mg-HCO_3 -tüüpi vett (Perens jt., 2012). Kloriidide sisaldus on väike, valdavalt kuni 25 mg/L.

Kui salv- või puurkaevud avavad kvaternaarisetete põhjavett, siis tuleb arvestada asjaoluga, et vee karedus võib olla mõnevõrra suurem (7,5-9,5 mg-ekv/L). Kvaternaarisetete põhjavesi on valdavalt $\text{Ca-Mg-HCO}_3\text{-SO}_4$ tüüpi, vees lahustunud mineraalainete sisaldusega 0,7–0,8 g/L (Marandi jt., 2019).

Põhjavee kvaliteeti halvendavatest teguritest on levinuim Lõuna-Eesti põhjaveekihtide vee suur rauasisaldus. See seostub eelkõige hapnikuvaeste tingimuste kujunemisega juba suhteliselt väikestes sügavustes. Raua kontsentratsioonid Lõuna-Eesti Kvaternaari, Ülem-Devoni ja Kesk-Devoni põhjaveekompleksides võivad küündida kuni 7 mg/L olles keskmiselt vahemikus 0,7-1,3 mg/L (Perens jt., 2001; Marandi jt., 2019).

Suuremaid nitraatide kontsentratsioone võib esineda põldude, väetiseheidlate ja teiste põllumajandusega seotud rajatiste vahetusläheduses asuvates salv- ja puurkaevudes.



Joonis 22. Devoni liivakivide avamuslal kasutatavate erakaevude põhjavee keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel (Marandi jt., 2019 põhjal).

Kohati on Lõuna-Eesti Kesk-Devoni veekihte avavates puurkaevudes täheldatud arseeni (As) sisaldusi, mis võivad ületada põhjaveele kehtestatud kvaliteedi piirsaldust (künnisarv 5 µg/L ehk 0,005 mg/L; Keskkonnaministri 04.09.2019.a. määrus nr 39). Peamiselt on As esinemine seotud Devoni liivakivide levila põhjaosaga Tartu piirkonnas ja Peipsi ääres. Näiteks Tartu põhjaveevarude hindamise käigus tuvastati Tartu linna ümbruskonna kaevudes piirsaldusest kõrgemaid arseeni sisaldusi (~25 µg/L; Polikarpus jt., 2017). Arseeni on tõenäoliselt pärit püriidi ja raua hüdroksiidide lahustumisprotsessidest, sest esineb neis mineraalides raua kõrval olulise jälgelemendina.

6.2 Veetöötlus

Joogivee kvaliteet sõltub nii joogivee allikaks oleva põhjavee omadustest kui ka veetöötlusseadmete tõhusast kasutusest. Veetöötlusseadmeid kasutati ligi pooltes (49 %) uuringus osalenud omaveevärkides. Põhjuseid, miks tarbijad veetöötlusseadmeid paigaldanud olid, on täpsemalt käsitletud peatükis 4.3. Tabel 5 annab ülevaate paigaldatud veetöötlusseadmetest võrrelduna joogivee kvaliteediga raua ning mangaani osas. Käesoleva uuringu eesmärgiks ei olnud hinnata konkreetsete veetöötlusseadmete puhastusefektiivsust ja seetõttu ei võetud paralleelselt joogiveeallikaks oleva põhjavee proove (mille abil oleks olnud võimalik seadme efektiivsust hinnata). Siinkohal tasub



toonitada, et ilma põhjavee kvaliteedi kohta ülevaadet omamata ei saa Tabeli 5 põhjal teha lõplikke järeldusi veetöötlusseadmete paigaldamise tulemuslikkuse või eesmärgipärasuse kohta.

Tabel 5. Paigaldatud veetöötlusseadmete ülevaade ja seos joogivee kvaliteediga

Veetöötlus	Paigaldatud seadmete arv	Raud		Mangaan	
		Vastab	Ei vasta	Vastab	Ei vasta
Ei töödelda	523	69%	31%	85%	15%
Mehaaniline filter	396	71%	29%	85%	15%
Rauaärastusfilter	77	62%	38%	69%	31%
Veepehmendi	43	72%	28%	84%	16%
Aktiivsöe filter	76	61%	39%	82%	18%
Magnetseadmed	7	71%	29%	100%	0%
Muu filter	26	69%	31%	73%	27%
loonvaheti	5	60%	40%	80%	20%
Nitraadifilter	1	0%	100%	100%	0%
Ammooniumi eemaldamise filter	2	0%	100%	50%	50%
Membraantehnoloogia	3	67%	33%	100%	0%
UV seade	2	50%	50%	100%	0%

Erinevate kasutusel olevate veetöötluste lahenduste võrdluses ilmnes nõrk, kuid oluline (p -väärtus $< 0,05$), lineaarne korrelatsioon mehaanilise filtri ning rauaärastusseadmete paigaldamise ja veekvaliteedi vahel, mille kohaselt rauaärastusseadmed pigem aitavad raua ning mangaani nõuetelevastavust saavutada, samas kui mehaanilised filtrid seda pigem ei tee. Mehaaniliste filtrite paigaldamise eesmärgiks on suuremate tahkiste eraldamine veest. Mehaanilisi filtreid kasutatakse sageli esimese puhastusetapina, et soodustada järgnevate puhastusetappide tõrgeteta toimumist. Siinkohal tuleb siiski rõhutada, et analüüsi mõjutavad peamiselt kaks tegurit: a) ei ole teada, milline oli vesi enne töötlust ja b) kuidas seadmeid hooldatakse. Uuringu andmetest on näha, et seadmete valikul on sageli määravaks kriteeriumiks nende madal hind või mõned muud tegurid, mis aga ei pruugi olla vastavuses veetöötluste eesmärkidega (nt, võiks andmete pealt ka väita, et magnet- ja UV seadmed eemaldavad Mn, kuid samas ei ole teada, kas tarbijal oli toorvees nendega probleeme).

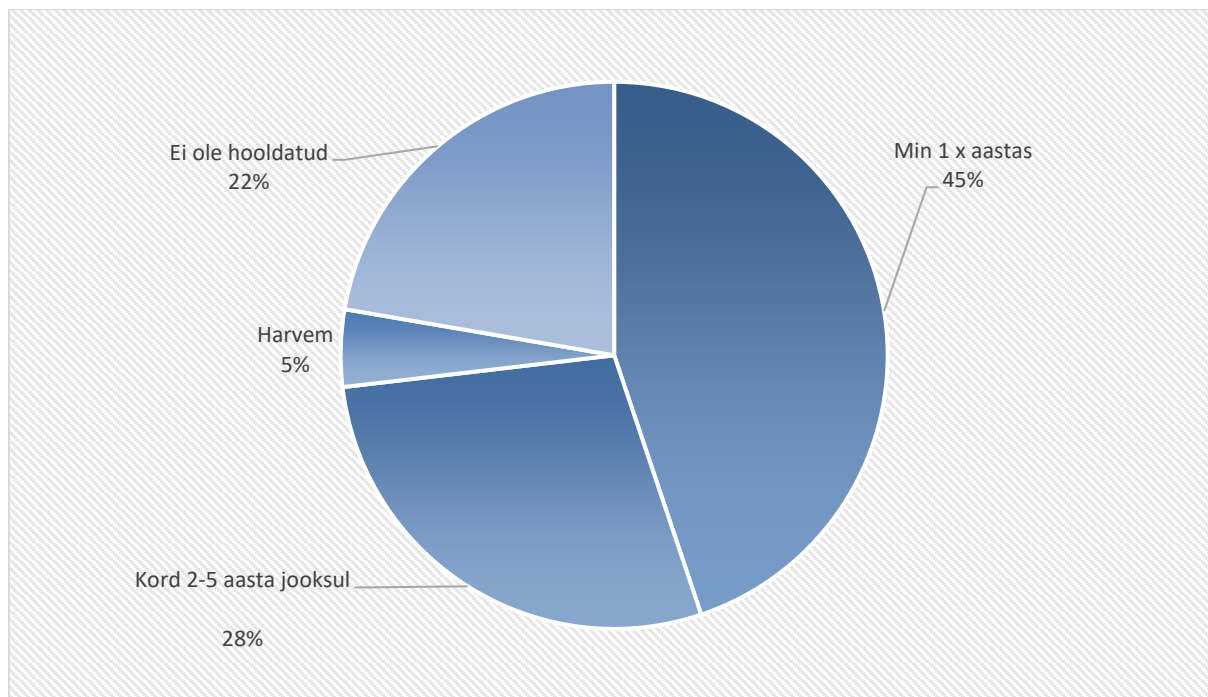
Tabelist 6 on näha, et kuigi 318 majapidamises oli kasutusel ainult üks filter (93 % juhtudest oli selleks mehaaniline filter), siis 139 omaveevärgis oli omavahel kombineeritud vähemalt kahte erinevat veetöötlustetappi. Paraku ei olnud võimalik statistilise analüüsi (ilma põhjavee proovideta!) käigus hinnata, kas keerukamad süsteemid ka joogivee kvaliteeti positiivsemalt mõjutavad.

Tabel 6. Erinevate veetöötlustetappide arv võrrelduna joogivee kvaliteediga raua ja mangaani osas

Veetöötlustetappide arv	Mangaan		Raud	
	Vastab	Ei vasta	Vastab	Ei vasta
5	4	0	1	3
4	9	1	7	3
3	22	6	19	9
2	74	23	68	35
1	269	49	220	98



Uuringu käigus selgus, et selliseid veetöötlusseadmeid, mida hooldati minimaalselt kord aasta jooksul, oli alla poole (vt ka joonis 23). Statistilise analüüsi käigus selgus, et sageli on hooldussagedus kriitiline – nii χ^2 -test kui ka korrelatsioonianalüüsid kinnitavad, et neis omaveevärkides, mida hooldati sagedamini, oli ka vähem probleeme liiga kõrge raua sisaldusega ($\chi^2 = 12,5$; Pearsoni $P = 0,17$ ja p -väärtus $< 0,01$).



Joonis 23. Veetöötlusseadmete hooldamissagedus

6.3 Mikrobioloogiline saastus ja selle põhjused

Mikrobioloogilise saastuse korral satuvad joogivette bakterid, millest mõni võib ka haigusi tekitada (Terviseamet, 2020). Osa neist, näiteks *E. coli*, mõningad *coli*-laadsed bakterid ja enterokokid näitavad, et saastet põhjustavad väljaheited (fekaalid). Neid baktereid tuntakse indikaatorliikidena, kuna nad esinevad koos üldise fekaalse reostusega, neid on laboris lihtne määrata ja analüüsid on suhteliselt odavad.

Märkus: Kuigi mikrobioloogiliste näitajate leidumine joogivees ei tähenda tingimata ohtu tervisele, puudub aruande koostajatel ilma täiendavate analüüsideta võimalus hinnata reaalselt ohtu inimese tervisele. Sellest johtuvalt on käesolevas aruandes võetud termini „mikrobioloogiline saastus“ kasutamisel aluseks seisukoht, et kuna sotsiaalministri määruse nr 61 § 3 lõike 3 kohast terviseriski hindamist eraldi käesolevas töös mikrobioloogiliste leidude korral läbi ei viidud ning seetõttu puudub täpsem info reaalse terviseriski kohta, on käsitletud kõiki mikrobioloogilisi leide kui potentsiaalset riski tervisele.

Põhjuseid, miks joogivesi võib mikrobioloogiliselt saastuda, on erinevaid.



6.3.1 Reostunud pinnavee sattumine kaevu

Pinnaveega võivad kaevu sattuda patogeensed bakterid, mis pärinevad maapinnal asuvatest loomade väljaheidetest (k.a sõnnik, mida kasutatakse väetamiseks). Tegureid, mis soodustavad pinnavee sattumist kaevu, on täpsemalt kirjeldatud peatükis 4.1.

6.3.2 Seisev vesi

Kui veekasutus on majapidamises väike, tekib torude jm veevarustussüsteemi osade seintele biokile. See on limakihiga ümbritsetud mikroorganismide kooslus, mis moodustub materjali pinnale piisaval hulgal orgaaniliste ühendite, mineraalsoolade ja hapniku olemasolul. Samuti leidub biokilet filtrite pinnal, kui neid piisavalt ei hooldata.

6.3.3 Väikeloomade sattumine kaevuvette

Kui kaev ei ole korralikult suletud, võivad sinna kukkuda rotid, hiired või muud väikeloomad, kes sageli hukuvad (Terviseamet, 2020). Kuigi uuringu käigus ei pööratud eraldi tähelepanu väikeloomade leidumisele kaevuvees, selgus, et 1 % salvkaevudest ning 6 % puurkaevudest ei olnud kaetud. Samuti täheldati 59 salvkaevu vees ujuprahti vm sodi.

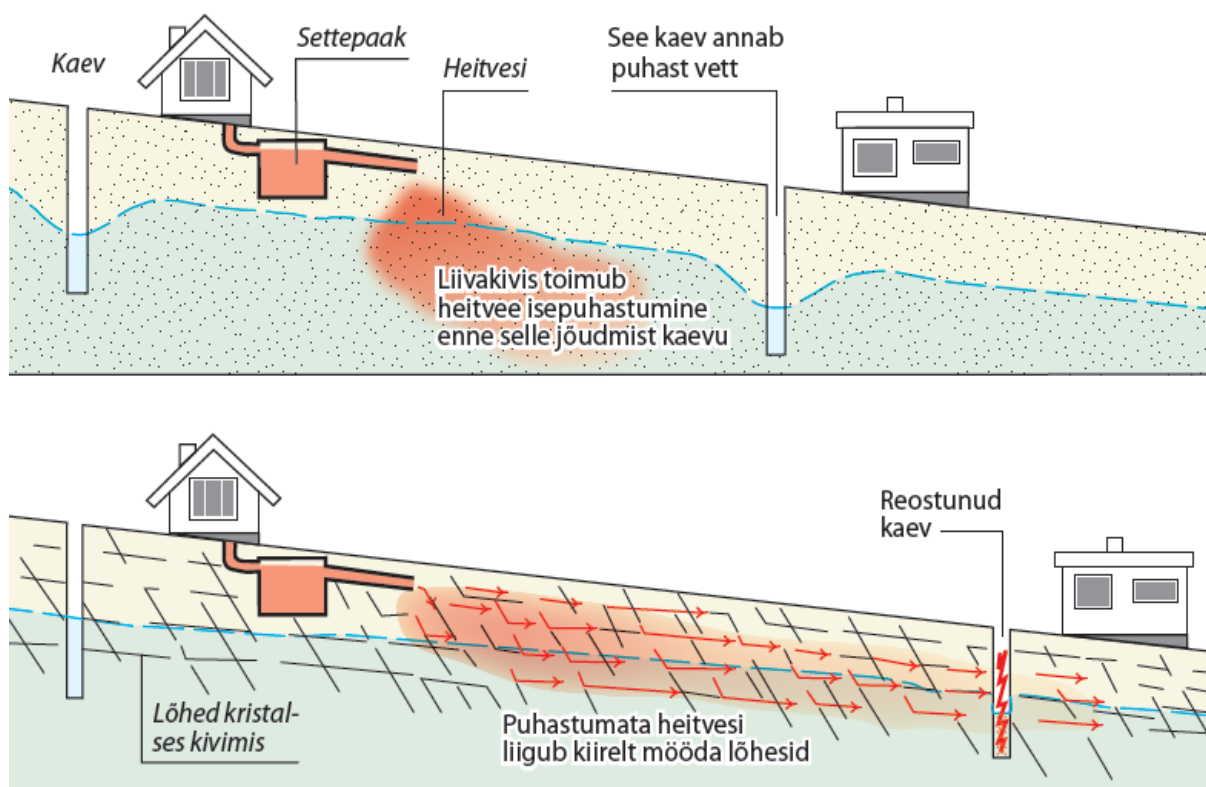
6.3.4 Keskkonnatingimused

Enamik haigust tekitavatest bakteritest ei suuda väliskeskkonnas paljuneda, kuid püsivad elus. See, kui pikalt nad seda suudavad ja kas patogeensed bakterid jõuavad kaevuvette, sõltub mitmest tegurist, sh temperatuurist, toitainetest, hapnikust ja päikesevalgusest. Anaeroobsed bakterid, mille hulka kuulub enamik inimesele ohtlikest bakteritest, hukuvad teatud aja jooksul õhu käes. Samuti näitasid nii Pearsoni kui ka Spearmani korrelatsioonianalüüs olulist statistilist seost (p -väärtus $< 0,05$) proovivõtu veetemperatuuri ning bakteriaalse reostuse vahel. Korrelatsioon oli küll nõrk, kuid positiivse suunaga, mis tähendab, et soojemas vees leidis rohkem baktereid.

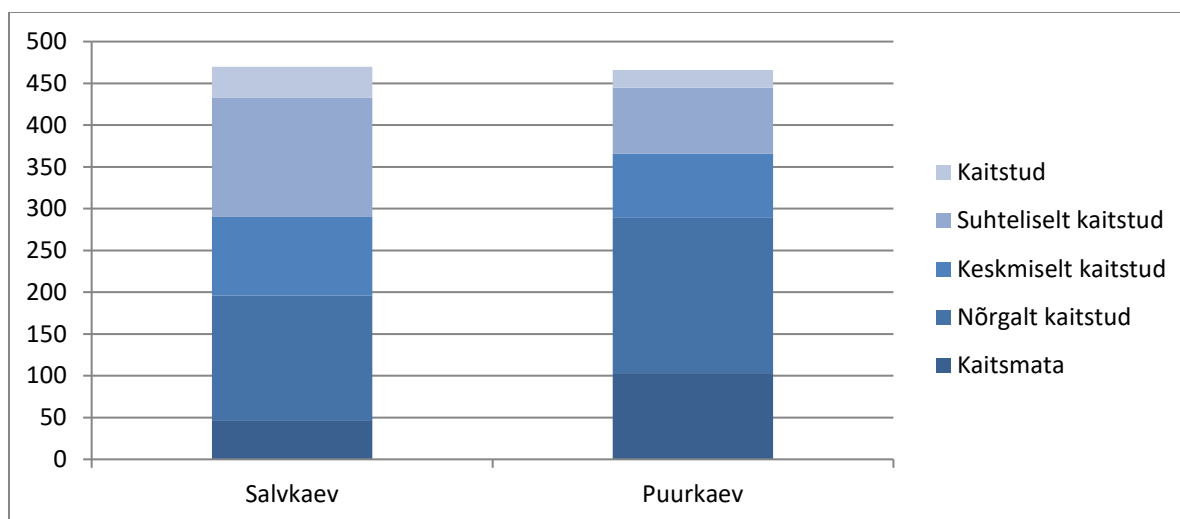
6.3.5 Pinnase omadused ja põhjavee kaitstus

Kõige tõhusamalt puhastub vesi patogeensetest bakteritest sel ajal, kui vesi filtreerub läbi pinnase esimeste meetrite. Pinnase puhastusvõime on seda suurem, mida peeneteralisemad on kivimid, sest siis on vee liikumine läbi pinnase aeglasem, mis omakorda tähendab, et haigust tekitavad bakterid peavad viibima ebasoodsates tingimustes pikemat aega. Jämedateraliste, karstunud ja lõheliste kivimite korral on vee isepuhastumine väga väike. Seega ei määra bakteriaalse reostuse levikaugust (vt joonis 24) mitte niivõrd bakterite kinnitumine kivimite osakeste pinnale, vaid vee liikumise kiirus, samuti bakterite eluiga (Karro, 2014).

Põhjavee kaitstus mängib mikrobioloogilise reostuse levikul olulist rolli. Selleks, et aru saada, kuidas põhjavee kaitstus mõjutab joogivee kvaliteeti, jaotati joogivee proovid kahte kategooriasse – bakteriaalselt reostunud ja mittereostunud. Tabelist 7 on näha, et domineeriv on joogivee reostumine *coli*-laadsete bakteritega (tabelis 7 on toodud reostunud proovide osakaal vahemikus 0...1; mida suurem on number, seda rohkem leidis bakteriaalset reostust). Tänase seisuga ei ole kättesaadav veel kogu Eesti territooriumi hõlmav suuremõdulisel geoloogilisel kaardistusel põhinev põhjavee kaitstuse kaart ning seetõttu võeti aluseks VeeVeebis olev põhjavee kaitstuse kaart, mis kajastab aluspõhjakiivimites leviva põhjavee kaitstust pinnakatte paksuse ja selle veejuhtivuse abil, parem kaitstus on suurema kvaternaari setete paksusega ja nende setete väiksema veejuhtivusega.



Joonis 24. Reostuse leviku põhimõtteline skeem poorses ja lõhelises keskkonnas (Karro, 2014)



Joonis 25. Põhjavee kaitstus uuritud kaevude lõikes

Jooniselt 25 on näha, et valdav osa puurkaevudest (62 %) ning ligi 40 % salvkaevudest asus kas kaitsmata või nõrgalt kaitstud aladel. Enamik salvkaevudest on madalad (mediaansügavus – 5,6 m) ning seetõttu mõjutab pinnakatte paksus ning selle veejuhtivus neid rohkem. Puurkaevu puhul on oluline kaevu manteltoru pikkus. Ka kaitsmata alal pika manteltoru korral on kaevu poolt võetav vesi sügaval ja põhjavee kaitstus võib puurkaevuga avatava veekihi jaoks olla parem.



Tabel 7. Mikrobioloogilise saastuse leidumise suhteline sagedus olenevalt põhjavee kaitstusest.

Põhjavee kaitstus	Coli-laadsed bakterid		Enterokokid		Escherichia coli	
	Salvkaev	Puurkaev	Salvkaev	Puurkaev	Salvkaev	Puurkaev
Kaitsmata	0,82	0,43	0,37	0,19	0,13	0,10
Nõrgalt kaitstud	0,80	0,36	0,32	0,10	0,11	0,07
Keskmiselt kaitstud	0,59	0,20	0,29	0,05	0,13	0,00
Suhteliselt kaitstud	0,46	0,13	0,23	0,06	0,02	0,03
Kaitstud	0,24	0,15	0,14	0,00	0,07	0,00

Kõrvutades mikrobioloogilise saastuse esinemise põhjavee kaitstusega (tabel 7), ilmneb, et põhjavee kaitstus on oluline mikrobioloogilise saastuse leviku tõkestamisel. Viimast kinnitavaid statistilise analüüsi käigus nii ANOVA kui ka χ^2 -testid, mille kohaselt on mikrobioloogilise saastuse sõltuv põhjavee kaitstusest (p -väärtus $<0,05$) – suurem oht joogivee mikrobioloogilisele saastusele on kaitsmata põhjaveega aladel.

6.3.6 Reovee sattumine kaevuvette

Reovesi tekib kodumajapidamises üldjuhul pesemise, tualetis käimise jm veekasutusega seotud tegevuse tulemusena. Reovee sattumiseks kaevu võib olla mitu põhjust. Valdavalt on selleks lekkivad kanalisatsiooniehitised (torustik, septik ehk anaeroobne mahuti reovee puhastamiseks, kogumismahuti jm), kuid mikrobioloogiline saastus võib pärineda ka heitveest (nt septikus lagunevad puhastusprotsessi käigus küll reovees olevad toitained, kuid loodusesse juhitud heitvesi ei ole bakteriaalselt ohutu).

Infragate Eesti AS (2014) töös vaadeldi kokku 2 590 omapuhastit, neist oli salvkaevude läheduses 871, puurkaevude läheduses 1647. Ligi 15 % omapuhastitest, mis olid salvkaevude läheduses, immutasid heitvee pinnasesse. Puurkaevude läheduses esines heitvee pinnasesse immutamist samuti 15 % juhtudest. 72 omapuhasti omanikku said oma joogivee kas ühisveevärgist või puudusid andmed läheduses asuva kaevu kohta. Töö olulisemad järeldused omaveevärgide joogivee kontekstis on järgmised (Infragate Eesti AS, 2014):

- *peaaegu pooled (48,6%) inventariseeritud reovee kohtkäitlussüsteemid ohustavad avarii korral põhjavett ehk asuvad kaitsmata või nõrgalt kaitstud põhjaveega alal;*
- *tähelepanuväärne on ka fakt, et 27,8% heitvee immutussüsteemidest, mille puhul oht või juba realiseerunud mõju põhjaveele kõige olulisem, paikneb nõrgalt kaitstud või kaitsmata põhjaveega piirkondades. See asjaolu näitab ilmekalt, et perspektiivselt tuleb suurendada ja suunata elanike tähelepanu sobiva reovee kohtkäitlussüsteemi kavandamisel, rajamisel ja hooldamisel;*
- *16% inventariseeritud süsteemidest on tuvastatud reovee keskkonda lekkimine, 49% süsteemidest reovee lekkimist suure tõenäosusega ei toimu ja 920 juhul ehk 35% juhtudest ei ole eksperdi poolt visuaalsel vaatlusel ja vestlusel reovee lekkimist keskkonda tuvastatud.*
- *7,2% süsteemidest paikneb asukohas, kus esineb süsteemide üleujutamist pinnavee poolt. 92,8% süsteemidest on rajatud asukohta, kus kõrge pinnaveekogu tase süsteemi toimimist ei mõjuta. Vaadates üleujutamist süsteemide lõikes, on tuvastatud, et 7% heitvee*



immutussüsteemidest ja 12,5% biotiikidest on rajatud asukohta, kus esineb süsteemide üle ujutamine pinnaveekogu poolt.

Käesoleva töö raames oli eesmärgiks koguda andmeid vaid Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumis paiknevate omapuhastite kohta, kuid statistilise analüüsis kasutati ka projekti CleanEST (LIFE17 IPE/EE/000007) raames kogutud omapuhastite andmeid. Kokku analüüsiti 166 omapuhasti ning reoveepuhastussüsteemi mõju joogiveele. Neist omakorda 70 majapidamises saadi vett salvkaevust ning 96 juhul kasutati joogivee saamiseks puurkaevu.

Vastavalt kaevu kasutuseesmärgile ning reovee puhastamise meetodile võib seadusandlusest tulenevad sanitaarkaitse nõuded jagada kahte gruppi:

1. Kui joogivett võetakse salvkaevust ning puhastatud heitvesi juhitakse pinnasesse, siis on lubatud kaugus joogiveesalvkaevu ning imbväljaku vahel 60 m (Veeseaduse § 127 seab joogivee otstarbeks kasutatava salvkaevu hooldusala piiri ja imbväljaku vaheliseks piiranguks 50 meetrit, § 154 kehtestab nii puurkaevu kui ka salvkaevu ümber hooldusala 10 m);
2. Muudel juhtudel sätestab kaevu ning puhasti vahelise kauguse nõuded keskkonnaministri 31.07.2019.a. määrus nr 31 ning veeseaduse paragrahvid 134-137 ja § 149.

Käesoleva uuringu käigus tuvastati 22 majapidamist, kus võetakse joogivett salvkaevust ning heitvesi juhitakse pinnasesse. Neist omakorda viiel juhul oli põhjavesi kaitsmata ning 15 juhul nõrgalt kaitstud. Keskmine imbväljaku ning salvkaevu vaheline kaugus oli 68 meetrit, kuid 13 juhul oli salvkaevu ning imbväljaku vaheline kaugus alla 60 meetri (12 juhul oli see vahemikus 23-43 meetrit). **Võrreldes joogivee tulemusi salvkaevu ning immutusväljaku vahelise kaugusega ei näidanud ANOVA antud valimis statistiliselt olulist erinevust nende salvkaevude joogivee kvaliteedi suhtes, mis ei vastanud veeseaduse § 127 nõuetele.** Samuti ei näidanud ANOVA ka olulist sõltuvust kaevu (sõltumata kaevu tüübist) ning reoveepuhasti kauguse vahel². Oluliseks osutusid hoopis inimeste endi käitumuslikud harjumused seoses reoveepuhastusega.

6.4 Statistiline analüüs – tegurid, mis mõjutavad bakteriaalset reostust

Tabelisse 8 on koondatud regressioonianalüüsi tulemid (Pearsoni korrelatsioon näitab lineaarset seost, Spearmani aga omakorda mittelineaarset seost), mis näitasid olulist seost bakteriaalse reostuse ning erinevate uuringu käigus kogutud parameetrite vahel. Kõigile kas-küsimustele on kogutud vastused kodeeritud ümber, kus „Jah“ ning „Ei“ vastused on tähistatud vastavalt numbritega „1“ ja „0“. Seoste statistiline olulisus (p-väärtus) on jaotatud kolme klassi, mis on tähistatud järgnevalt:

- Kui tunnuste vaheline seos on oluline nivool $p < 0,01$. See tähendab, et juhuse tõenäosus on väga väike (antud juhul vaid 1%). Järelikult saab p-väärtuse 0,01 puhul olla 99% kindel, et tulemus ei ole juhuslik. Sellised tulemid on tähistatud **0,50**.
- Kui tunnuste vaheline seos on oluline nivool $p < 0,05$. See tähendab, et juhuse tõenäosus on 5%. Sellised tulemid on tähistatud **0,63**.

² Keskkonnaministri 31.07.2019.a. määruse nr 31 järgi peab omapuhasti paiknema joogiveekaevude suhtes allanõlvale ning põhjavee liikumissuuna suhtes allavoolu.



- Kui tunnuste vaheline seos on oluline nivool $p < 0,1$. See tähendab, et juhuse tõenäosus on 10%. Sellised tulemid on tähistatud **0,15**

Tabel 8. Tegurid, mis on seotud mikrobioloogilise saastusega

Parameeter	Pearsoni korrelatsioon			Spearmani korrelatsioon		
	Coli-laadsed bakterid	Enterokokid	Escherichia coli	Coli-laadsed bakterid	Enterokokid	Escherichia coli
Coli-laadsed bakterid	1,00	0,50	0,27	1,00	0,63	0,42
Enterokokid	0,50	1,00	0,65	0,63	1,00	0,46
Escherichia coli	0,27	0,65	1,00	0,42	0,46	1,00
Kas kaevul on kasutusluba või kasutusteatis?	-0,09	-0,01	0,00	-0,24	-0,05	-0,08
Kas omaveevärki kasutatakse aastaringselt?	-0,46	-0,56	-0,37	-0,22	-0,22	-0,16
Veevõtt kaevu juurest?	0,08	0,07	0,16	0,21	0,11	0,00
Kas on muid objekte kaevu ümbruses, mis võivad põhjustada veereostust?	-0,06	-0,04	-0,02	0,04	0,00	0,19
Kaevu lähiümbrus on hooldamata	0,22	0,51	0,66	0,18	0,22	0,16
Salvkaev	0,22	0,15	0,05	0,41	0,20	0,05
Kas kaev on kaetud?	-0,58	-0,01	0,01	-0,20	-0,18	-0,29
Kas maapind kaevu vahetus ümbruses on kõrgem võrreldes ümbritsevaga?	-0,16	-0,12	-0,07	-0,20	-0,15	-0,20
Kas kaevurakked on lagunened?	0,57	0,28	-0,05	0,32	0,25	0,09
Kas liigvee sattumine kaevu on välistatud?	-0,21	-0,01	-0,23	-0,15	-0,12	-0,24
Kas kaevus on risu või ujuprahti näha?	0,25	-0,05	-0,03	0,02	0,04	0,07
Kas vuuke ja pragusid on tihendatud?	-0,05	0,07	0,22	0,04	-0,07	0,00
Puurkaev	-0,22	-0,16	-0,06	-0,41	-0,20	-0,11
Puurkaevu sügavus (m)	-0,11	-0,13	-0,14	-0,34	-0,31	-0,33
Veevõtt pumbaga	-0,38	-0,26	-0,37	-0,24	-0,15	-0,16
Kas vett töödeldakse?	-0,11	-0,12	-0,06	-0,13	-0,19	-0,12
Kas on ette tulnud filtrite ummistumisi?	0,11	0,45	-0,04	0,08	0,13	-0,06
Kas filtritel on märgata mikroorganismide vohamist?	-0,08	-0,10	-0,04	0,04	-0,18	0,35
Kas joogivee kvaliteet varieerub aastaagadest lähtuvalt?	0,09	0,10	0,02	0,21	0,25	0,16
Joogivee kvaliteediga on rohkem probleeme kevadel	0,08	0,15	0,03	0,18	0,23	0,14
Joogivee kvaliteediga probleeme ei ole	-0,12	-0,07	0,00	-0,14	-0,23	-0,17
Põhjavesi on kaitsmata	0,14	0,10	0,17	0,28	0,22	0,24
Põhjavesi on keskmiselt kaitstud	-0,02	-0,12	-0,08	-0,28	-0,20	-0,12
Kanaliseerimisvõrgi kaugus	-0,02	-0,01	-0,02	-0,06	0,00	-0,14
Omapuhasti kaugus eluhoonest üle 5 m	0,04	-0,06	0,08	0,11	0,03	0,18
Kas reoveekäitlussüsteem asub hoone sees (kuivkäimla)?	0,21	-0,06	-0,06	-0,02	-0,02	-0,06
Kas reoveekäitlussüsteem asub joogiveeallika (salvkaev või puurkaev) suhtes alla nõlva?	-0,14	-0,11	-0,05	-0,06	-0,20	-0,05
Kas reoveepuhasti paikneb kohas, kus reoveepuhasti avarii korral reovesi ohustab põhjavett?	0,03	-0,02	0,02	0,19	0,20	0,11



Parameeter	Pearsoni korrelatsioon			Spearmani korrelatsioon		
	<i>Coli</i> -laadsed bakterid	Enterokokid	<i>Escherichia coli</i>	<i>Coli</i> -laadsed bakterid	Enterokokid	<i>Escherichia coli</i>
Kas toimub reovee sattumine põhjavette (hinnatakse visuaalsel vaatlusel)?	0,02	-0,01	-0,02	0,15	0,14	0,07
Kas talveperioodil toimub reovee või heitvee juhtimine külmunud pinnasele?	0,09	0,05	-0,02	0,10	0,16	0,08
Kas kaev asub reoveepuhasti suhtes alla nõlva?	-0,08	-0,08	-0,05	-0,05	-0,14	0,07
Kas kogumismahutile on tagatud kuja vähemalt 10 m?	0,00	0,09	-0,19	0,04	0,14	-0,11
Heitvesi pumbatakse septikust perioodiliselt põllule/krundile	0,43	-0,02	-0,04	0,06	0,13	0,10
OP hooldatakse 1 kord aastas	-0,16	-0,05	0,11	-0,03	-0,03	0,02
Kas kasutatakse reoveekäitlussüsteemi hooldusel KOV vee-ettevõtte abi/teenuseid?	-0,08	-0,15	-0,04	-0,04	-0,11	-0,04
RVP jäätmed ei viida ära	0,27	0,00	-0,03	0,20	0,10	0,01

6.5 Järeldused

- Mikrobioloogiline saastus on sageli kombinatsioon mitmest erinevat tüüpi bakteritest. Kuigi kõige sagedamini leidis joogivees *coli*-laadseid baktereid, siis koos *coli*-laadsete bakteritega tuvastati samas joogivees sageli ka teisi baktereid. *E. coli* leidis alati koos *coli*-laadsete bakteritega, ainult enterokokkide poolt põhjustatud reostust tuvastati kahekümnel juhul.
- Väiksem tõenäosus mikrobioloogilise saastuse leidumiseks on nendes omaveevärkides, mida kasutatakse aastaringselt, kus vesi on toodud majja ning kaevu ümbrus ja kaev ise on hooldatud (kaevurakke on parandatud, kaev on kaetud, liigvesi ning võõrised ei satu kaevu).
- Salvkaevude joogiveest on suurem tõenäosus leida mikrobioloogilist saastust, kui puurkaevude omast. Kaevu tehniline seisukord on oluline – kaevu ei tohi sattuda võõrised. Samas ei osutunud oluliseks kriteeriumiks rakke või puurkaevu suudme kõrgus maapinnast, samuti vee- või saviluku olemasolu (viimaste kohta oli ka küsitluse kaudu raske adekvaatset infot koguda).
- Veetöötlus aitas küll reeglina vähendada mikrobioloogilist saastust, kuid ebapiisav hooldus omakorda soodusta nii *E.coli* kui ka enterokokkide leidumist (nt, statistiline analüüs näitas positiivset korrelatsiooni enterokokkide ning *E. coli* leidumise ning filtrite ummistumise vahel).
- Sagedamini leiti mikrobioloogilist saastust omaveevärkides, kus joogivee kvaliteet varieerus aasta lõikes (nt, enterokokke ja *coli*-laadseid baktereid leiti sagedamini neist kaevudest, mille veekvaliteedi halvenemist täheldasid tarbijad kevadeti). See võib olla tingitud olukorrast, kus kevadine lumesula- ning pinnavesi pääsevad kaevu.
- Sageli tuleneb mikrobioloogiline saastus inimese enda tegevusest – reoveepuhastit ei hooldata või tühjendatakse septikut perioodiliselt kas põllule või oma krundile. Omaette probleemid on seotud reoveepuhastite lekkekindlusega – kaudselt viitab sellele nii Infragate Eesti AS (2014) tehtud järelaud, mille kohaselt peaaegu pooled (48,6%) inventariseeritud reovee kohtkäitlussüsteemid ohustavad avarii korral põhjavett ehk asuvad kaitsmata või nõrgalt kaitstud põhjaveega alal kui ka tugev mittelineaarne korrelatsioon küsimustega „Kas



reoveepuhasti paikneb kohas, kus reoveepuhasti avarii korral reovesi ohustab põhjavett?“ ja „Kas kogumismahutile on tagatud kuja vähemalt 10 m?“, mis omakorda viitab, et nii mõnelgi juhul on oht põhjaveele realiseerunud (esineb lekkeid).

Eraldi tasub veel välja tuua, et sageli inimesed ei suudagi nii lõhna, maitse kui ka värvuse järgi eristada mikrobioloogilist saastust. 20 % tarbijatest ei olnud mikrobioloogiliselt reostunud veele mingeid kaebusi (peamised kaebused olid seotud vee kareduse ning rauasisaldusega), 61 % juhtudest hinnati vesi maitsetuks, 78 % juhtudest lõhnatuks ning 81 % juhtudest ka värvusetuks.



7 Põllumajanduse mõju joogiveele

Töö üheks eesmärgiks oli põllumajandusest joogiveele lähtuva reostuse mõju hindamine ning nitraatide ja pestitsiidijääkide sisalduste selgitamine valitud kaevudes intensiivse põllumajandusliku tootmisega aladel. Käesolevasse alamuuringusse valitud kaevud valiti välja nende omaveevärgide seast, kes sattusid uuringu valimisse (vt ptk. 3.1). Lisaanalüüse põllumajanduse mõju väljaselgitamiseks tehti algselt põhimõttel, et 25 kohta peavad asuma nitraaditundlikul alal ning 25 väljaspool. Viimased jaotati maakondade vahel võrdselt (2 proovi Harjumaal, 2 proovi Hiiumaal jne). Tulenevalt tagasilöökidest Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihi alamuuringuga (vt ka ptk. 9) suurendati töö käigus põllumajanduslike uuringute osakaalu Lõuna-Eesti valimis. Kaevud valiti uuringuvalimist eelkõige kaevu ümbruse maakasutuse alusel (põllumajandusmaad, CORINE kaardikiht), mida täpsustati ka põllumassiivide ja loomakasvatushoonete järgi (PRIA veebikaardi alusel). Arvesse võeti ka elanike kaebusi ning tähelepanekuid.

Nitraaditundlikuks loetakse ala, kus põllumajanduslik tegevus on põhjustanud või võib põhjustada nitraatioonisalduse põhjavees üle 50 mg/l või mille pinnaveekogud on põllumajanduslikust tegevusest tingituna eutrofeerunud või eutrofeerumisohus. Sellistele aladele on veeseaduse alusel kehtestatud rangemad keskkonnakaitsenõuded, Eestis on nitraaditundlikuks alaks Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlik ala (edaspidi NTA). Nii pinna- kui põhjavees kasvab põllumajandusega seotud nitraatioonide sisaldus pidevalt, mistõttu suureneb reostusohu (NTA põhjaveeseire aruanded, 2015-2019).

Õhukese pinnakattega (alla 2 m) alal pääseb sademevesi kiiresti põhjavette – põhjavesi on kas kaitsmata või nõrgalt kaitsud. Kuna karbonaatkivimite avamusalal on pinnakatte paksus enamasti väike, siis on nende alade põhjavesi ligipääsetav reoainetele, eelkõige lämmastikühendite infiltratsioonile. Lämmastikühendite peamiseks allikaks on väetised (sõnnik ja mineraalväetised), mis kanduvad põldudelt põhjavette sademeveega. Samuti jõuavad põhjavette pestitsiidide jäägid. Uuringus analüüsiti intensiivse põllumajanduse piirkondade kaevudest lisaks peamistele uuringu näitajatele ka lämmastikühendite (nitraat, nitrit kui keemilised kvaliteedinäitajad ja ammonium kui indikaator (organoleptilisi omadusi mõjutavad ja üldist reostust iseloomustavad näitajad)) ning pestitsiidide jääkide (ohtlikud ained põhjavees, keemiline kvaliteedi näitaja joogivees) sisaldusi.

Põllumajandusliku reostuse mõju ja veekvaliteedi hindamisel on juhitud:

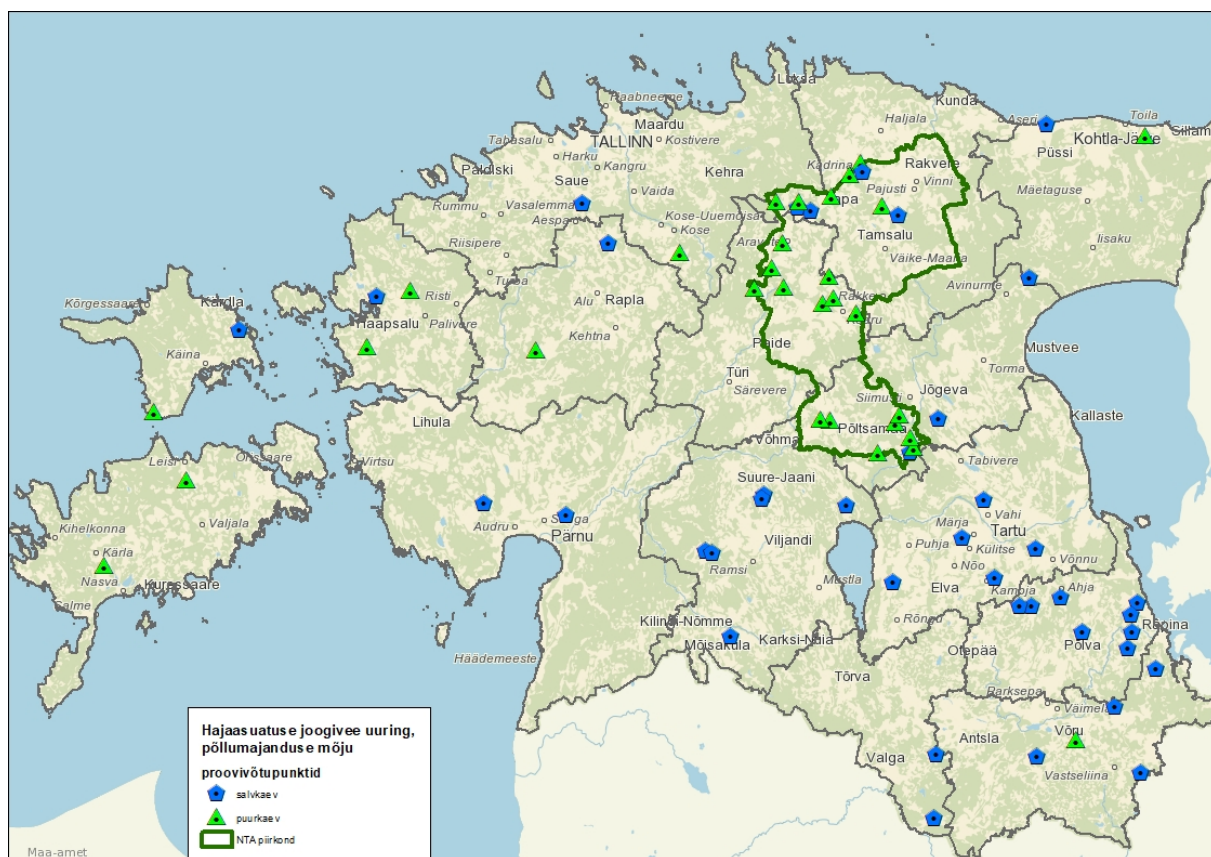
- Sotsiaalministri 24.09.2019.a. määrusest nr 61 "Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid";
- Keskkonnaministri 01.10.2019.a. määrusest nr. 48 „Põhjaveekogumite nimekiri ja nende eristamise kord, seisundiklassid ja nende määramise kord, seisundiklassidele vastavad keemilise seisundi 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”;
- Euroopa Liidu Nõukogu direktiivist veekogude kaitsmise kohta põllumajandusest lähtuva nitraadireostuse eest (91/676/EMÜ) ja selle põhjal koostatud aruandlusjuhis aruande koostamiseks „Veekeskkonna ja põllumajanduse seisund ning suundumused”;



- EL veepoliitika raamdirektiivist (2000/60/EÜ) ja selle seirejuhistest;
- EL Komisjoni direktiivist, mis käsitleb põhjavee kaitset reostuse ja seisundi halvenemise eest (põhjavee direktiiv), 2014/80/EL;
- Keskkonnaministri 04.09.2019.a. määrusest nr 39 „Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused“;
- WHO (2017) soovituslikest piirnormidest joogiveele.

7.1 Tulemused

Proovid on võetud ja analüüsitud vastavalt lepingus esitatud töömahule ja kooskõlastatud töö tellijaga. Esmase ülesande kohaselt võeti 26 proovi nitraaditundliku ala kaevudest ja 26 väljapool NTA piirkonda, vähemalt kaks kaevu igast maakonnast. 2020.a. otsustati koos tellijaga võtta täiendavalt proove Lõuna-Eesti kaevudest, võeti 17 proovi (vt ka peatükk 3). Esmase kokkuleppe kohaselt oli plaanis võtta rohkem proove, kuid Vabariigi Valitsuse kehtestatud eriolukorra tõttu ei olnud proovivõtt enam võimalik. Kokku võeti proove 30 puurkaevust ja 39 salvkaevust, 26 kaevu oli NTA-I ja 43 kaevu väljapool NTA-d. 13% kaevudest oli kaitsmata põhjaveega aladel, 42% kaevudest nõrgalt kaitstud aladel. Uuringupunktid on näidatud kaardil joonisel 26 ning toodud tabelina Lisas 3.



Joonis 26. Uuringupunktid võimaliku põllumajandusliku reostuse mõju uurimiseks.

7.1.1 Lämmastikuühendid

Nitraat ja nitritid on looduses esinevad lämmastikuühendid, mis omavad suurt tähtsust lämmastikuringes. Nitraati kasutatakse põhiliselt mineraalväetistes. Nitraatide sisaldused on nii põhjaku kui ka joogivees tavaliselt madalad, kuid võivad suurenedu tänu nii minaraal- kui ka orgaaniliste



väetiste sattumisele põhjavette ja/või ammooniumühendite oksüdeerimisele aeroobses põhjaveekihis. Kõrged nitraatide sisaldused joogivees võivad põhjustada nn sinitõbe (methemoglobineemiat), mille korral on veres liiga palju hemoglobiini ebanormaalset vormi, mis ei ole võimeline efektiivselt hapnikku transportima. WHO on kehtestanud nitraatidele piirväärtuse joogivees 50 mg/l (WHO, 2006).

Nitraadi lubatud piirväärtuseks on nii põhja- kui ka joogivees 50 mg/l. Tulemuste interpreteerimisel tuleb käsitleda vähemalt järgmisi kvaliteediklasse: põhjavee nitraadisisaldus < 25; 25–≤50 ja >50 mg/l, põhja- ja pinnavee puhul on soovitatav ka vahequaliteediklass 40–50 mg/l muutuste ühtlustatud kajastamiseks „lühiajalise standardiületamise riski” (Direktiivi 91/676/EMÜ artikli 3 ja I lisa kohased veekogud, mida reostus võib mõjutada) intensiivse põllumajandusliku tootmise piirkonnas asuvates kaevudes.

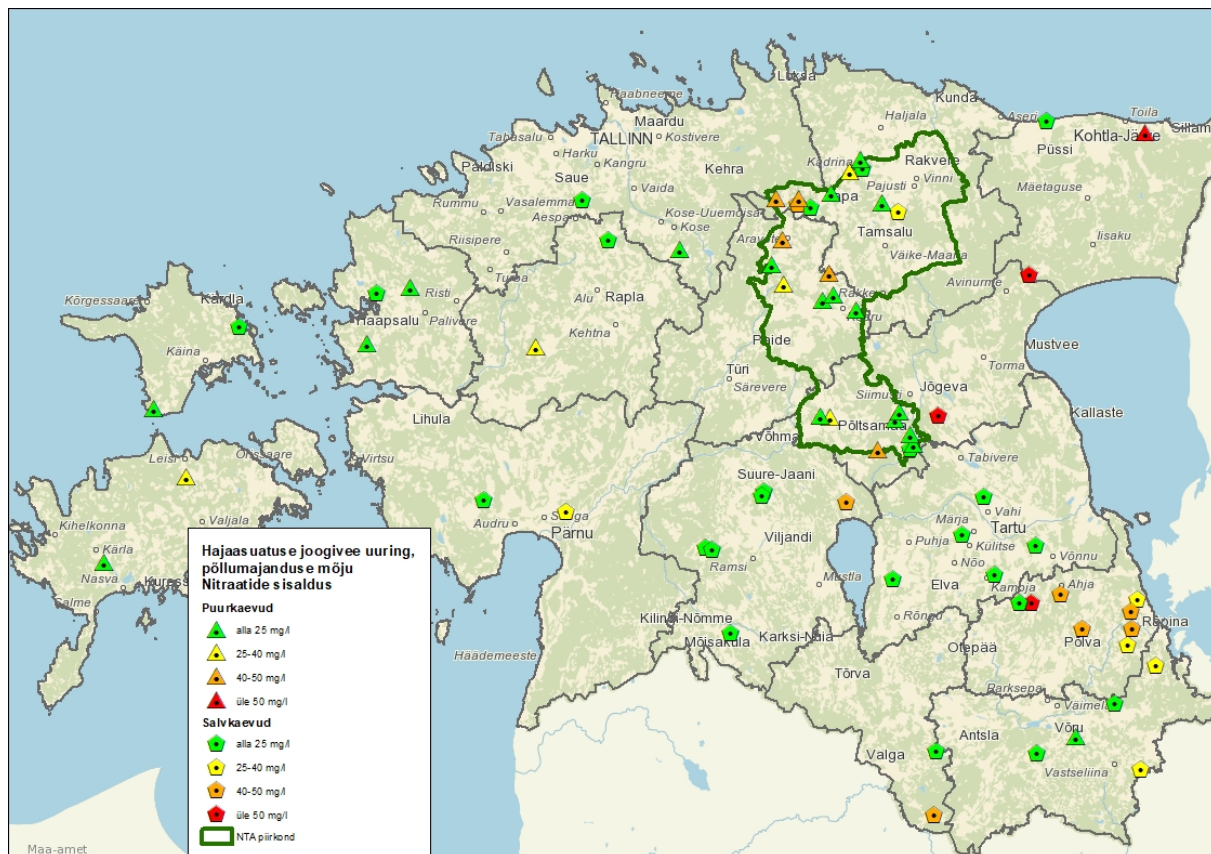
Tabel 9. Nitraatide ja pestitsiidijääkide tulemused maakonniti võimaliku põllumajanduslik reostuse mõju hindamiseks

	Analüüside arv	Salv-kaevud	Puur-kaevud	Nitraate üle 40 mg/l	Nitraate üle 50 mg/l	Leitud pestitsiide	Pestitsiidide summa üle 0,5 µg/l	Üksik pestitsiid üle 0,1 µg/l
Harjumaa	2	1	1	0	0	0	0	0
Hiiumaa	2	1	1	0	0	1	0	1
Ida-Virumaa	3	2	1	2	2	1	0	0
Jõgevamaa	9	2	7	2	1	1	0	0
Järvamaa	8	0	8	2	0	2	0	1
Läänemaa	3	1	2	0	0	0	0	0
Lääne-Virumaa	10	4	6	3	0	3	2	2
Põlvamaa	8	8	0	5	1	2	0	0
Pärnumaa	2	2	0	0	0	1	0	0
Raplamaa	2	1	1	0	0	1	0	0
Saaremaa	2	0	2	0	0	0	0	0
Tartumaa	5	5	0	0	0	1	1	1
Valgamaa	2	2	0	1	0	0	0	0
Viljandimaa	6	6	0	1	0	0	0	0
Võrumaa	5	4	1	0	0	1	0	1
kokku	69	39	30	16	4	14	3	6

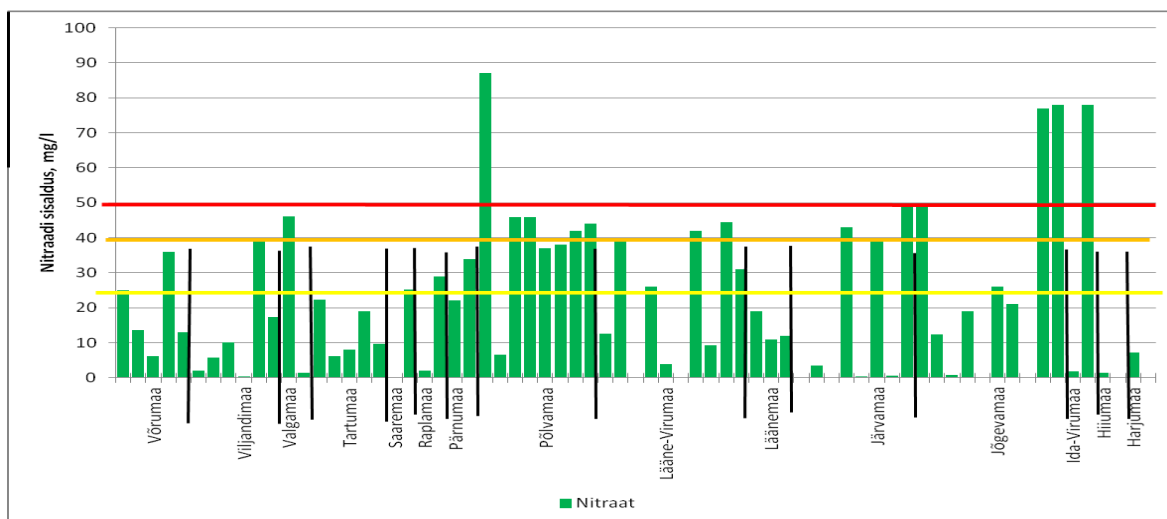
Nitraatide direktiivi (91/676/EMÜ) aruandlusjuhistes on toodud ühtse standardina klassifikatsioon numbrites ja värvides, mida on kasutatud ka selle peatüki hinnangutes.

Tabelis 9 on kokku võetud analüüside arv maakonniti, samuti nitraatide sisalduse ületused võrreldes lubatud piirväärtuse ja riskiväärtusega, pestitsiidide summa ületused võrreldes piirväärtustega ja üksiku pestitsiidi jäägi sisalduse ületused.

Nitraatide sisaldus maakonniti on toodud joonistel 27 ja 28. Üle 50 mg/l oli nitraatide sisaldus neljas kaevus – 3 salvkaevus (Ida-Virumaalt, Jõgevamaalt ja Põlvamaalt) ning ühes puurkaevus (Ida-Virumaalt). Ületusriskiga (nitraadi sisaldus üle 40 mg/l) kaevude arv uuringus oli 16. Nitraadi sisalduse jaotumine kõigis uuringupunktides põllumajandusliku reostuse mõju uurimiseks on toodud joonistel 27-29.



Joonis 27. Nitraatide sisaldus uuringupunktides võimaliku põllumajandusliku reostuse mõju uurimiseks

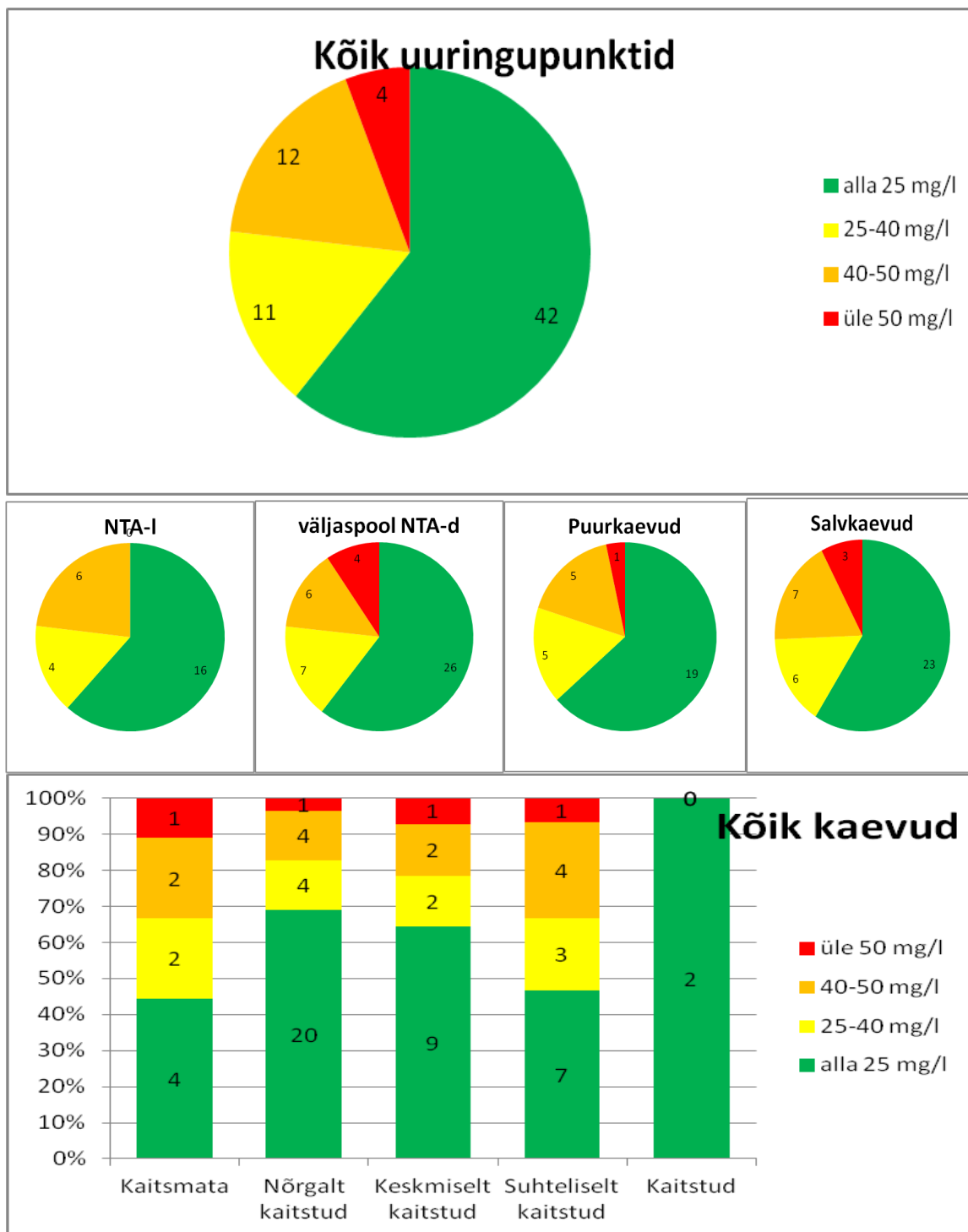


Joonis 28. Nitraatide sisaldus uuringupunktides võimaliku põllumajandusliku reostuse mõju uurimiseks

6% uuringupunktides oli nitraatide sisaldus üle lubatud piirväärtuse (50 mg/l), 23% uuringupunktide ületas nitraatide sisaldus 40 mg/l (joonis 29). Kõrgema nitraadisaldusega kaevud paiknesid Põlvamaal, NTA piirkonna kaevudest ületati nitraatide sisaldust 40 mg/l nelja kaevu vees.



Nitraaditundlikul alal ei ületanud nitraatide sisaldus joogivees lubatud piirväärtust (50 mg/l). Väljaspool NTA-d oli ületusriskiga kuue kaevu vesi. Salvkaevudest võetud proovidest oli 25% proovidest nitraatide sisaldus üle 40 mg/l, puurkaevude puhul oli vastavalt 20%. Põhjavee kaitstuse ning kaevude paiknemise (kas NTA-I või väljaspool) järgi nitraatide sisaldustes selget erinevust ei ole. Enamik nitraatidega reostunud kaevudest (n = 3) paiknes väljaspool NTA-d (NTA-I oli ühe joogivee proovi nitraatide sisaldus üle 50 mg/l).



Joonis 29. Nitraatide sisalduse jaotumine uuringupunktidest võimaliku põllumajandusliku reostuse mõju uurimiseks



Ammooniumi kui joogivee indikaatori sisalduse lubatud piirväärtus vees (indikaatorid - organoleptilisi omadusi mõjutavad ja üldist reostust iseloomustavad näitajad) on 0,5 mg/l. 65% analüüsides oli ammooniumlämmastiku sisaldus uuringu kaevudes alla määramispiiri (0,01 ja 0,02 mg/l). Vaid kahe salvkaevu (Viljandimaal ja Ida-Virumaal) ja ühe puurkaevu (Hiiumaal) vees ületas ammooniumi sisaldus lubatud piirväärtuse. Ida-Virumaa salvkaevus oli nitraadi sisaldus samuti üle lubatud piirnormi.

Nitritit joogivees hinnatakse kui keemilist kvaliteedinäitajat, mille lubatud piirväärtuseks on 0,5 mg/l. 81% proovidest oli nitriti sisaldus alla määramispiiri (0,01-0,02 mg/l). Vaid ühe Hiiumaa salvkaevu vees ületas nitriti sisaldus lubatud piirväärtuse.

7.1.2 Pestitsiidid

Pestitsiidijääkide sisalduse hindamisel võeti aluseks sotsiaalministri määrus nr. 61 ja keskkonnaministri määrus nr. 48, mille kohaselt on pestitsiidide toimeainete (sh metaboliidid, lagunemis- ja reaktsioonisaadused) piirväärtuseks joogiveele 0,1 µg/l ja pestitsiidide summa ("kokku" tähendab kõikide seire käigus tuvastatud ja kvantifitseeritud pestitsiidide, sealhulgas nende asjakohaste metaboliitide lagunemis- ja reaktsioonisaaduste koguste summat) piirväärtuseks põhjaveele 0,5 µg/l. Uuringus analüüsiti pestitsiidijääke 140 kemikaali osas. Kokkuvõttev tabel analüüsitud pestitsiidijääkidest on esitatud tabelis 10.

Tabel 10. Analüüsitud pestitsiidi jäägid uuringukaevudes

	Leiti, analüüside arv	Toimeaine sisaldus üle 0,1 µg/l, analüüside arv	Pestitsiidide summa sisaldus üle 0,5 µg/l, analüüside arv
Pestitsiidide summa	13	6	3
kloridasoon-desfenüül	6	3	
glüfosaat	4	2	
Propikonasool	3	1	
Tebukonasool	2		
p,p'-DDD	1		
p,p'-DDT	1		
p,p'-DDD	1		
Boskaliid	1		

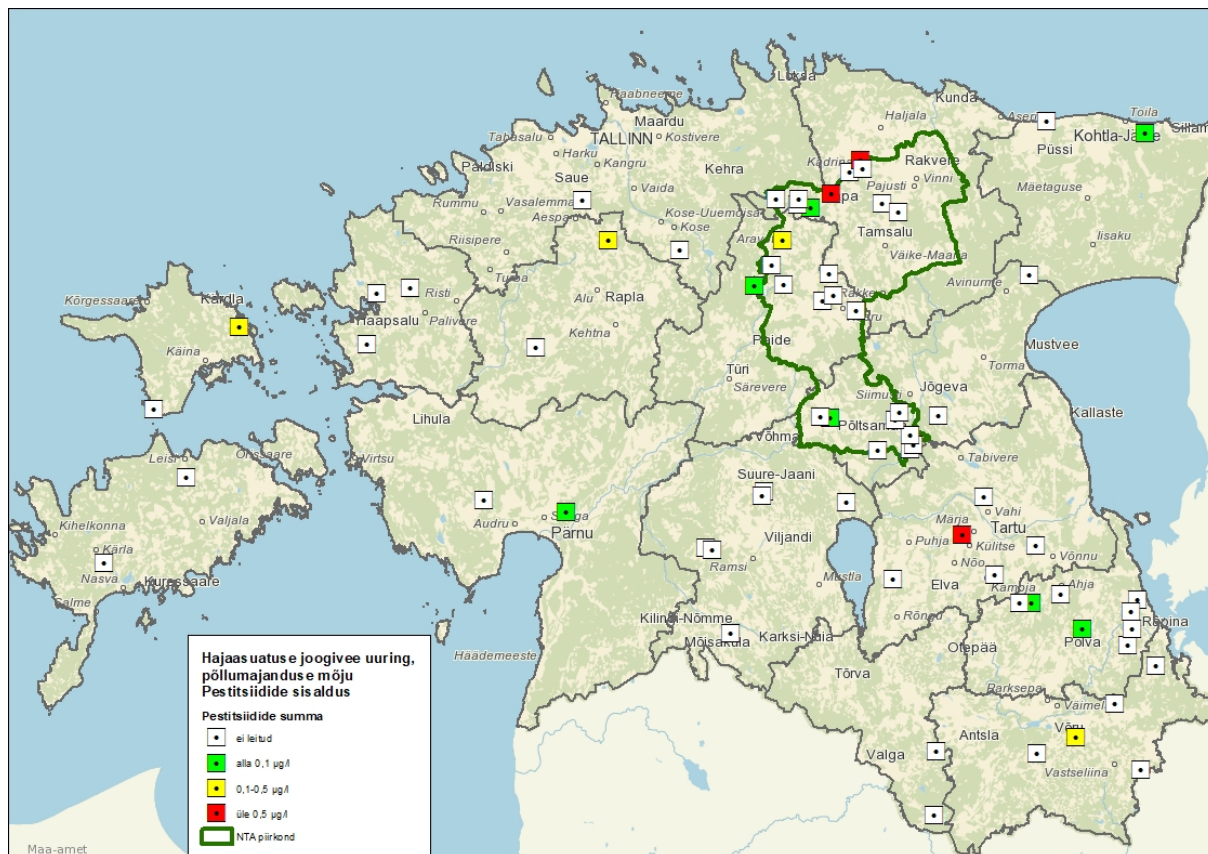
Pestitsiidijääke leiti 13 kaevu veest (vt ka joonis 30), pestitsiidide summana ületas lubatud piirväärtuse (0,5 µg/l) 2 puurkaevu (mõlemad Lääne-Virumaal) ja 1 salvkaevu (Tartumaal) vesi, üksikutest pestitsiididest ületas lubatud piirväärtust (0,1 µg/l) nelja puurkaevu ja kahe salvkaevu vesi. Leiti 8 pestitsiidi, neist 5 herbitsiidi ja 3 fungitsiidi.

Kloridasoon-defenüüli on analüüsitud alates aastast 2012.a. ja leitud nii põhja- kui pinnaveest üle Eesti. Herbitsiid kloridasoon pole keskkonnas kuigi püsiv, küll aga on seda selle esmane lagunemissaadus, milleks ongi kloridasoon-desfenüül (metaboliit B). Selle aine jääkide allikad keskkonnas on ebaselged, sest puuduvad andmed, et seda herbitsiidi oleks viimastel aastatel Eestis kasutatud. Küll aga lubab aine levik ja kõrged sisaldused üle Eesti (Nitraaditundliku ala põhjaveeseire, 2018) eeldada, et seda ei saa



lugeda ainult jääkreostuseks varasemast perioodist. 2018. aastast on analüüsitud kloridasooni ja kvantifitseeritavas koguses tuvastatud nii vees kui pinnases (Nitraaditundliku ala põhjaveeseire, 2018).

Suurima kasutusega taimekaitsevahend Eestis on glüfosaat. Nii glüfosaati kui ka tema peamist laguainet AMPA on leitud nii pinna-, kui ka põhjaveest. Uuringukaevude veest leiti glüfosaati neljast kaevust, lubatud piirväärtuse (0,1 µg/l) ületas vesi ühes puurkaevus Võrumaal ja ühes salvkaevus Hiiuemaal.



Joonis 30. Pestitsiidijääkide sisaldus uuringukaevudes võimaliku põllumajandusliku reostuse mõju uurimiseks

Fungitsiidi propikonasooli leiti kolmest salvkaevust. Ühes Tartumaa salvkaevus ületas propikonasooli sisaldus lubatud piirväärtuse (0,1 µg/l) 112-kordelt (11,2 µg/l). Tõenäoliselt pärineb kõrge propikonasooli sisaldus salvkaevus 624S muudest allikatest kui põllumajandus. Fungitsiididest leiti veel tebukonasooli kahe kaevu ja boskaliidi ühe kaevu veest. Kõik kolm leitud fungitsiidi on Eesti turul lubatud.

Uuringus leitud pestitsiididest on WHO joogivee kvaliteedi piirväärtusega kemikaalide nimekirjas (WHO, 2017) DDT ja tema metaboliidid (p,p'-DDD, p,p'-DDT, o,p'-DDD), mida leiti ühest Raplamaa salvkaevust ja nende sisaldus jäi alla lubatud piirväärtust. DDT kasutamine on paljudes maades, sh. Eestis keelustatud.

Lisaks pestitsiididele oli analüüsikomplektis ka nelja ravimijäägi analüüsid. Uuringu käigus leiti ühest salvkaevu veest diklofenaki jääke ja ühe puurkarvu veest erütromütsiini jääke (piirväärtused seni veel puuduvad).



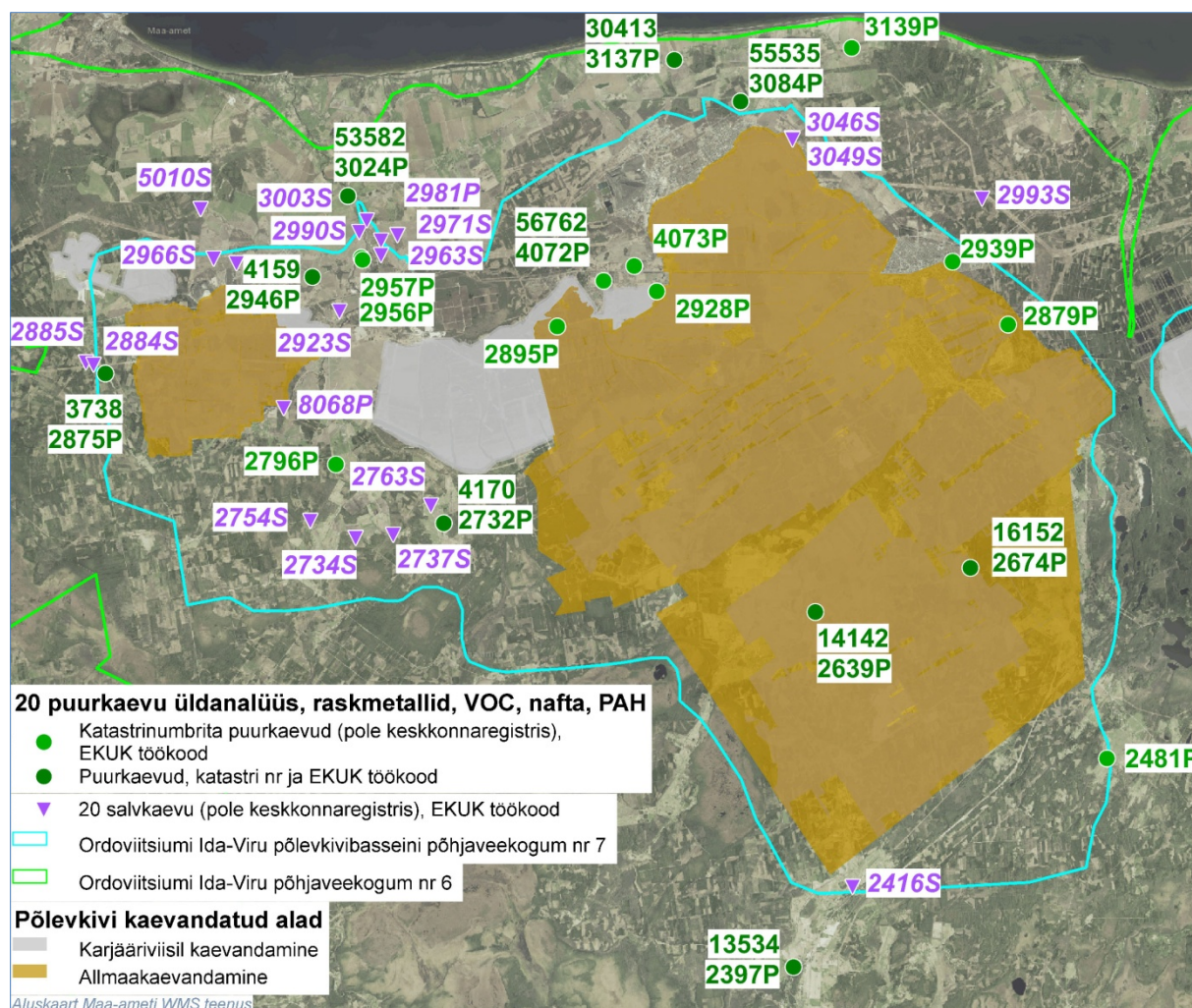
7.2 Järeldused

- Üle 50 mg/l oli nitraatide sisaldus neljas kaevus – 3 salvkaevus (Ida-Virumaalt, Jõgevamaalt ja Põlvamaalt) ning ühes puurkaevus (Ida-Virumaalt). Kõik lubatud piirväärtust ületavad kaevud asusid väljaspool NTA-d. Ületusriskiga (nitraadi sisaldus 40-50 mg/l) kaevude arv uuringus oli 12. Nitraadi ületusriski (nitraatide sisaldus > 40 mg/l) ületavaid kaevudest moodustasid salvkaevud 26 % ja puurkaevud 20 %.
- Statistiline analüüs ei võimaldanud leida seost nitraadireostuse (nitraatide sisaldus > 50 mg/l) ning põhjavee kaitstuse vahel. Samuti ei täheldatud nitraadireostuse osas seost kaevude paiknemise (nitraaditundlikul alal või sellest väljaspool) suhtes. Võttes arvesse aga ületusriski (nitraatide sisaldus > 40 mg/l), näitas χ^2 -test, et nitraaditundlikul alal on suurem võimalus kõrgema nitraadisisalduse leidmiseks (p-väärtus 0,03). Seost nitraatide sisalduse ning kaevu tüübi (puur- või salvkaev) vahel ei olnud statistilise analüüsi abil võimalik tuvastada, küll aga tuvastati lineaarne korrelatsioon (Pearsoni $P = 0,33$ ja p-väärtus < 0,01) *E.coli* ning nitraatide sisalduste vahel, mis lubab oletada, et paljudel juhtudel pärineb nitraadireostus fekaalsetest allikatest.
- Pestitsiidijäät leiti 13 kaevu veest, pestitsiidide summana ületas lubatud piirväärtuse (0,5 µg/l) 2 puurkaevu (mõlemad Lääne-Virumaal) ja 1 salvkaevu (Tartumaal) vesi, üksikutest pestitsiididest ületas lubatud piirväärtust (0,1 µg/l) nelja puurkaevu ja kahe salvkaevu vesi. Leiti 8 pestitsiidi, neist 5 herbitsiidi ja 3 fungitsiidi.
- Uuringu käigus leiti kloridasoon-desfenüüli viiest puurkaevust ja ühest salvkaevust, joogiveele lubatud piirväärtuse ületas kolme puurkaevu vesi, kaks Lääne-Virumaal ja üks Järvamaal.



8 Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi inventariseeritud kaevud

Kuna käesoleva peatüki Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi kaevud kattusid peatükkides 8 ja 9 käsitletud uuringualaga, ei jätkunud sobivaid joogiveekaave ja veeproovid võeti ka Ordoviitsiumi Ida-Viru põhjaveekogumi alalt (vaata joonis 31).



Joonis 31. Vaadeldavate puurkaevude ja salvkaevude paiknemine

Salvkaevude põhiandmed ja analüüsitulemused on esitatud tabelis 11.

Lisaks tabelis 11 toodud teabele iseloomustab käesoleva peatüki salvkaevude valimit inventuuriandmestiku järgmine teave:

- ✓ Salvkaevude sügavus on 3-14 m (keskmiselt 5 m), kahel kolmandikul kaevudest on betoonrakked, kolmandikul kividest laotud rakked, raketise kõrgused on enamasti üle 0.7m, kaks kaevu rajati sel aastatuhandel, ülejäänud on vanemad.



- ✓ Salvkaevu kasutavad vaid ühe kinnistu elanikud (1-5 inimest), veevõtt jääb alla 5 m³/d. veevõtukohas on peaaegu võrdselt kaevu juures või elamus, 17 kaevu kasutatakse aastaringselt, kahel kaevul olevat kasutusluba.
- ✓ Enamus salvkaeve paikneb 20-150 m kaugusel põllumajandusliku kasutusega maast, metsas paikneb on 3 kaevu. Kanalisatsiooniehitisi oli vaid 1 kaevu juures (60m kaugusel), reeglina reostusohhtlike objekte kaevu lähikümbruses ei ole.

Paikvaatluse ja veeanalüüside andmetel pole uuritud salvkaevudest johtuv põhjaveereostus tõenäoline.

Puurkaevude põhiaandmed ja analüüsitulemused on esitatud tabelis 12, puurkaevude valimit iseloomustav inventuuriandmestiku järgmine teave:

- ✓ Pea eranditult kasutatakse kaeve aastaringselt, enamus kaeve on rajatud eelmisel aastatuhandel. Kaks kolmandikku kaevudest oli veevõtukohaga elamu juures, ülejäänutel oli veevõtukohas kaevu juures. Vett kasutavate inimeste arv oli 1-5, üldreeglina hinnati veevõtuks alla 5 m³/d, kaks kaevu andsid vett enamale kui ühele kinnistule. Kasutusluba oli olemas pooltel kaevudel, neist enamus on keskkonnaregistrisse kantud puurkaevud.
- ✓ Puurkaevu suue oli reeglina suletud, kaevupäis oli lagunenu vaid ühel kaevul nr 3738 ja manteltoru ühendus on lahti või lekib kahe kaevu juures nr 14142 ja nr 2879P. Kaevud nr 4159, nr 2939P ja nr 2879P paiknesid pumbamajas või kaevumajana kasutatavas abihoones, ülejäänute asukoht oli õues. Hinnanguliselt pooltel kaevudel pole välistatud liigvee sattumine kaevu (kaev paikneb maa all šahtis, manteltoruotsa kõrgus alla 0,3 m).
- ✓ Naftasaaduste hoidlaid kaevude juures ei olnud, garaaž oli kaevude nr 2481P (20 m) ja nr 16152 (20m) juures. Uhaku ja Purtse jääkreostus on 100m kaevust 2956P. Elaniku jutu järgi ca 60 m kaugusel kaevust nr 16152 paiknes Estonia kaevanduse tööesi.
- ✓ Kanalisatsiooniehitisi oli nelja kaevu juures nr 2879P (50 m), 3738 (50 m), 14142 (50 m), 2939P(30). Kokku 5 kaevu olid põllu läheduses (25-100 m), 3 paiknesid metsas. Potentsiaalsetest reostusobjektidest oli kaevu 16152 juures silohoidla 20 m kaugusel, laut oli kaevude nr 4170 (100 m) ja 2481P (20 m) juures.
- ✓ Elanike hinnangul poolte kaevude vesi oli kõrvalise värvusega, kare, roostene või mustade Mn tükkidega, vees oli märgatavalt heljumit, ühe kaevu vees olid lahustunud gaasid 2956P. Märgatav H₂S lõhn oli proovivõtul kaevude nr 4073P, nr 2895P, nr 56762, nr 4159 ja nr 2481P veel.

Paikvaatluse ja võetud veeanalüüside andmetel polnud uuritud puurkaevudest johtuv põhjaveereostus täheldatav.



Salvkaevude vee rauasisaldus väike (keskmine 99 µg/l). Sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid³“ raua indikaatornäitaja piirsisaldus 200 µg/l oli ületatud kahe salvkaevu vees ja mangaani piirsisaldus oli ületatud samuti kahe salvkaevu vees (salvkaevude keskmine oli 30 µg/l).

Salvkaevud saavad oma vee maapinnalähedasest põhjaveekihist, valdava osa kaevude vesi ei vastanud mikrobioloogiliste kvaliteedinäitajate poolest joogivee nõuetele.

Võrreldes salvkaevudega oli puurkaevude vees raua ja mangaani sisaldus oluliselt kõrgem, raua keskmine sisaldus oli 2080 µg/l ja mangaanil 56 µg/l, ületades sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid³“ vastavate indikaatornäitajate piirväärtusi.

Puurkaevudes katastri nr 16152 ja nr 30413 ning keskkonnaregistris arvel mitteoleva puurkaevu 2481P (EKUK tunnus) vees oli ületatud sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 indikaatornäitaja oksüdeeritavuse piirsisaldus 5.0 mg/l. Sisaldused olid vastavalt 9.5 mg/l, 6 mg/l ja 6.3 mg/l.

Puurkaevudes katastri nr 16152 ning keskkonnaregistris arvel mitteoleva puurkaevu 2895P (EKUK tunnus) vees oli ületatud sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 indikaatornäitaja sulfaadi piirsisaldus 250 mg/l ja keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48 sulfaadi läviväärtus 250 mg/l. Sulfaadi sisaldused olid mõlemas puurkaevus 420 mg/l.

Põhjavee keemilise tüübi analüüsimiseks Piper'i diagrammidel (joonis 32) kasutati vaadeldavates puurkaevudes 2019 aastal võetud veeproovidest määratud 7 põhikomponendi (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} , HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-}) sisaldusi.

Uuritud puurkaevude vesi on valdavalt Ca(Mg)-HCO_3 tüüpi, mis vastab Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi peamisele põhjavee keemilisele tüübile. Vaid kahe puurkaevu (katastri nr 16152 ning keskkonnaregistris arvel mitteoleva puurkaevu 2895P) põhjavesi on Ca(Mg)-SO_4 tüüpi johtuvalt kõrgest sulfaatide sisaldusest põhjavees.

Pikemaajalised analüüsiread on olemas puurkaevust katastri nr 3738, selle kaevu veetüüp on püsinud stabiilne. Võrreldes varasema perioodiga võib 2019 aastal puurkaevus katastri nr 3738 täheldada Ca^{2+} sisalduse väikest suurenemist ja Na^{+} vähenemist sama veetüübi piires.

³ Puurkaevu nagu teistegi ehitusloakohustuslike ehitiste kasutamiseks on vaja kasutusluba. Ehitise kasutusloa vajadus tekib omanikul kindlasti juhul, kui ta soovib mingeid tehinguid teha (ost, müük). Keskkonnaregistrisse mittekuuluvat puurkaevu saab kanda keskkonnaregistrisse nn ümberehitamise ehitusprojektiga, sest muidu registrisse kandmiseks andmeid ei ole.

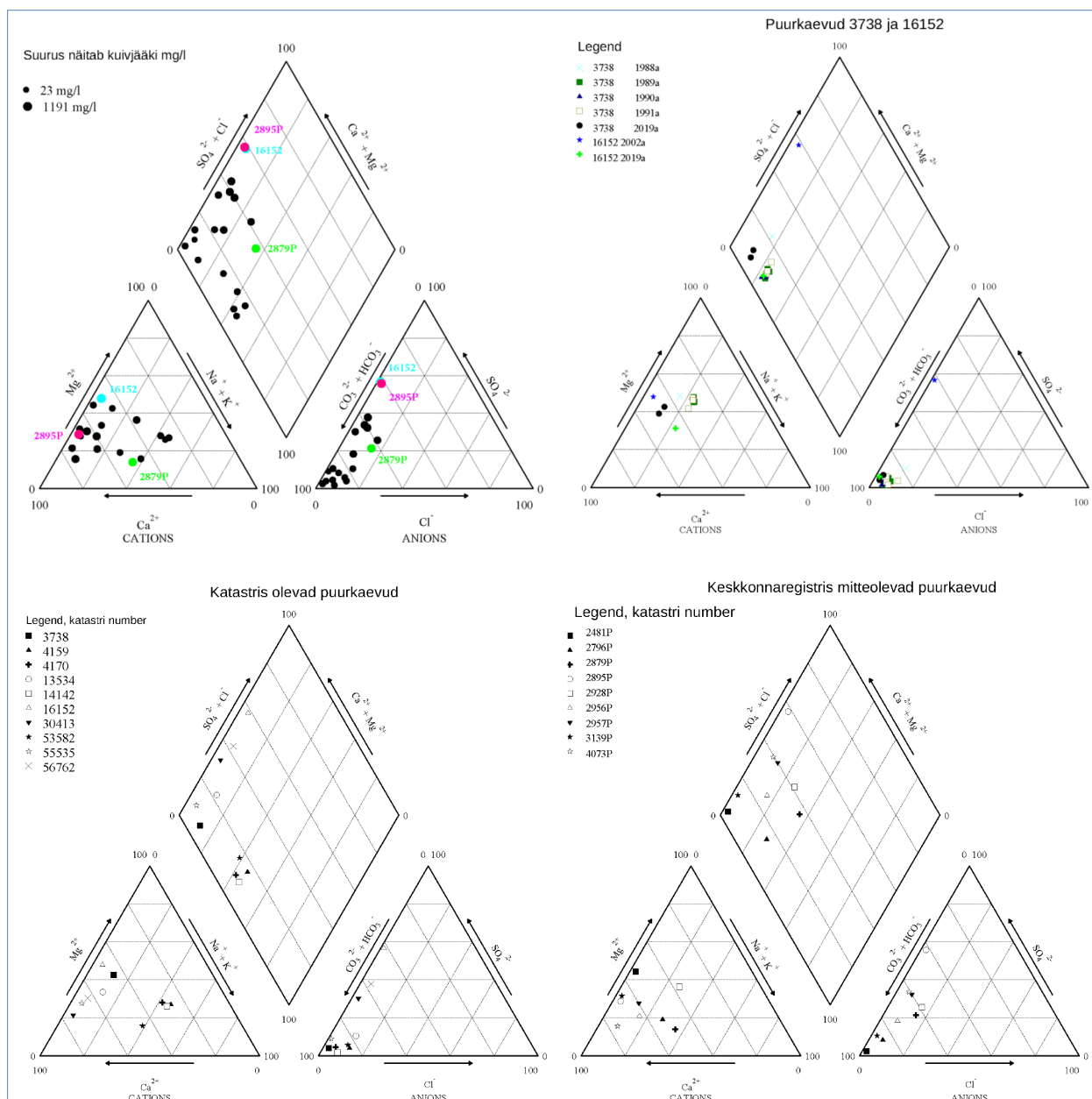
Tabel 11. Salvkaevude põhiandmed ja veeproovide analüüsitulemused

[illegible]



Tabel 12. Puurkaevude veeproovide kokkuvõtvad tulemused

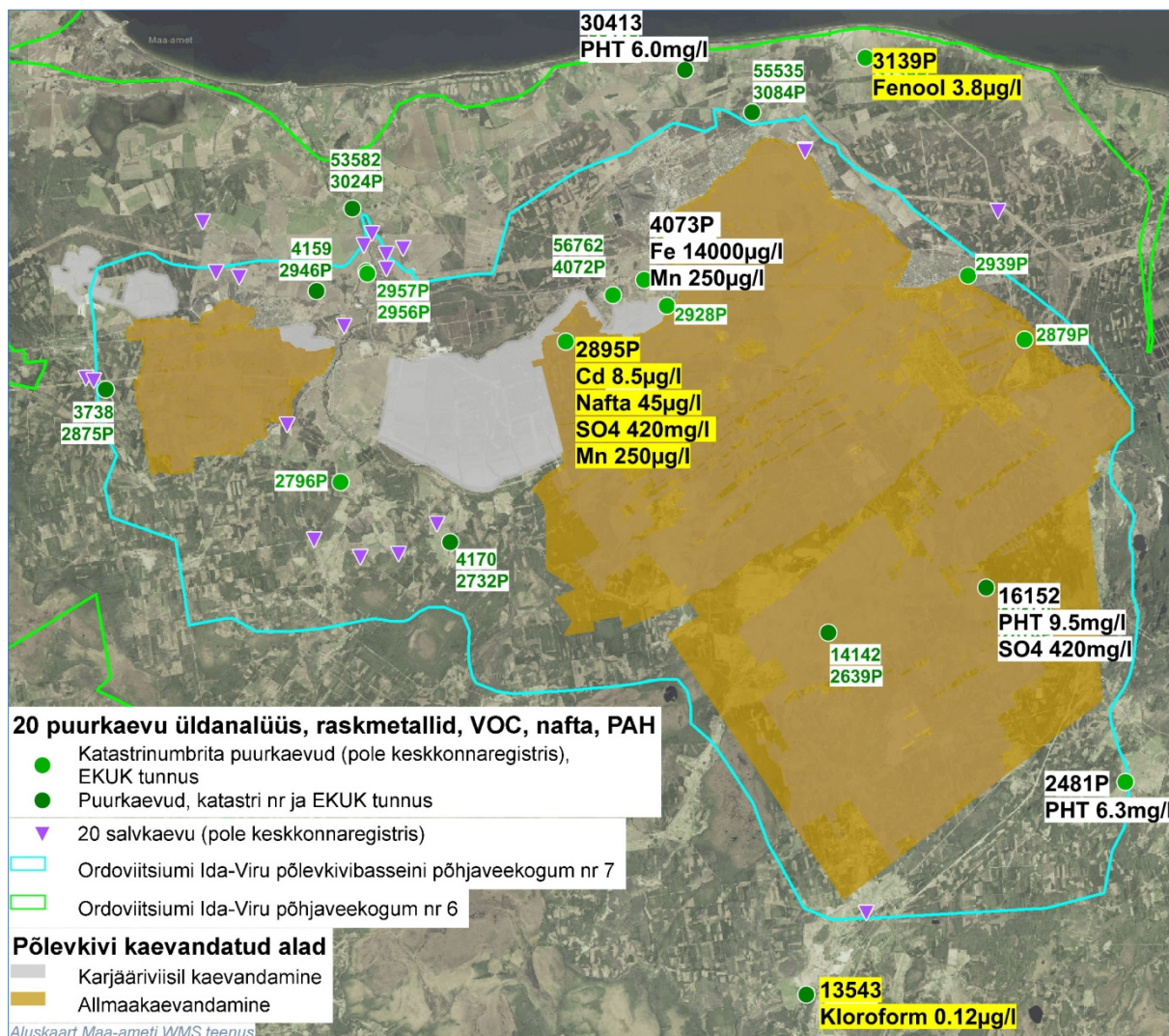
Katastri nr	EKUK tunnus	Akti nr	Põhjavee-kogum nr	Kuupäev	Olulisemad norme ületavad		Ohtlikud orgaanilised ained, <LOQ alla labori määramispiiri	X	Y
					Üldanalüüsi näitajad	Baarium ja raskmetallid			
-	2939P	VS19000039	7	19.03.2019			<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	695606	6585141
-	2879P	VS19000042	7	19.03.2019	Fe 460µg/l, Mn 95 µg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	697688	6582657
16152	2674P	VS19000105	7	20.05.2019	PHT 9.5 mg/l, SO₄ 420 mg/l , Fe 1000µg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	694634	6584621
30413	3137P	VS19000121	6	29.05.2019	PHT 6 mg/l, SO₄ 110 mg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	684748	6592971
55535	3084P	VS19000123	5a	29.05.2019	Fe 770 µg/l,	Ba 510 µg/l	<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	687316	6591355
-	2481P	VS19000150	7	05.06.2019	PHT 6.3 mg/l , Fe 2100 µg/l	Ba 870 µg/l	Fenantreen 0.008µg/l. <mp BTEX, VOC, fenoolid, nafta.	701561	6565811
-	2928P	VS19000175	7	17.06.2019	Fe 670 µg/l	Ba 170 µg/l	<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	684059	6583978
-	3139P	VS19000195	6	02.07.2019			Fenool 3.8µg/l , atsetanaften 0.008µg/l, fenantreen 0.012µg/l, fluoreen 0.006µg/l, naftaleen 0.005µg/l. <LOQ BTEX ja VOC, nafta.	691637	6593438
13534	2397P	VS19000197	6	02.07.2019			Kloroform 0.12 µg/l , <LOQ BTEX, fenoolid, nafta, PAH.	689381	6557703
14142	2639P	VS19000215	5a	08.07.2019	Fe 6300µg/l	Ba 410 µg/l	<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	690226	6571509
4159	2946P	VS19000222	7	10.07.2019	Fe 1700µg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	670680	6584535
3738	2875P	VS19000227	7	10.07.2019	Fe 940µg/l	Ba 390 µg/l	<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	662636	6580781
-	2895P	VS19000236	7	15.07.2019	SO₄ 420mg/l , Fe 4000µg/l, Mn 250µg/l	Cd 8.5 µg/l ,	Naftasaadused 45 µg/l . <LOQ BTEX, VOC, fenoolid, PAH.	680199	6582612
-	2796P	VS19000239	7	16.07.2019	Fe 2400 µg/l, Mn 69 µg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	671598	6577244
4170	2732P	VS19000241	7	16.07.2019	Fe 300 µg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	675787	6574963
-	2957P	VS19000249	7	17.07.2019			<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	672584	6585284
53582	3024P	VS19000257	5a	22.07.2019	Fe 2900 µg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	672053	6587683
-	2956P	VS19000283	7	13.08.2019	NH ₄ 1.3 mg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	672625	6585199
-	4073P	VS19000368	7	24.09.2019	Fe 14000 µg/l, Mn 250 µg/l	Ba 140 µg/l	Fenantreen 0.006µg/l. <LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta.	683189	6584964
56762	4072P	VS19000375	7	30.09.2019	Fe 1700 µg/l, Mn 99 µg/l		<LOQ BTEX, VOC, fenoolid, nafta, PAH.	681969	6584364
Ordoviitsiumi Ida-Viru põhjaveekogum (nr 6)				Kehtiva veemajanduskava keemilise seisundi hinnang on halb. Põhjaveekogumis on läviväärtused SO ₄ 50 mg/l, ühealuselised fenoolid 1 µg/l, naftasaadused 20 µg/l, benseen 1 µg/l, PAH _{sum} 0.1 µg/l.					
Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogum (nr 7)				Kehtiva veemajanduskava keemilise seisundi hinnang on halb. Põhjaveekogumis on läviväärtused SO ₄ 250 mg/l, ühealuselised fenoolid 1 µg/l, naftasaadused 20 µg/l, benseen 1 µg/l, PAH _{sum} 0.1 µg/l.					
Ordoviitsiumi-Kambriumi Virumaa põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas (5a)				Kehtiva veemajanduskava keemilise seisundi hinnang on hea (pole ka ohustatud). Põhjaveekogumis on läviväärtused SO ₄ 100 mg/l, ühealuselised fenoolid 1 µg/l, naftasaadused 20 µg/l, benseen 1 µg/l, PAH _{sum} 0.1 µg/l.					



Joonis 32. Puurkaevude Piper diagrammid

Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaevu katastri nr 16152 kohta on vaid kaks analüüsi ja 2019 aasta veeanalüüs näitab olulist sulfaatide sisalduse kasvu võrreldes 2002 aastaga. See Estonia kaeveväljale jääv puurkaev on küllalt lähedal üleujutatud Ahtme kaevandusele ning sealsetes üleujutatud kaevanduskäikudes olev vesi võib olla kandunud Ahtme kaevanduse alt väljapoole Estonia kaeveväljale.

Analüüsitud ohtlike orgaaniliste ainete sisaldused olid 15 puurkaevu vees alla labori määramispiiri. Kahe keskkonnaregistrisse kandmata puurkaevu vees ületas labori määramispiiri vaid fenantreeni sisaldus (EKUK tunnus 2481P 0.008 µg/l ja EKUK tunnus 4073P 0.006 µg/l). Fenantreeni sisaldused neis kahes kaevus jäid alla keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavat künnisarvu 0.05 µg/l.



Joonis 33 Ohtlike ainete ja mõnede olulisemate põhjavee üldnäitajate ületamised puurkaevude vees
Kolme puurkaevu vees olid ohtlike orgaaniliste ainete sisaldused suuremad (vaata joonis 33) :

- Puurkaevu 2895P (EKUK tunnus, kaev pole keskkonnaregistris) vees oli **Cd sisaldus 8.5 µg/l**, ületades sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 joogivee piirsisaldust 5 µg/l. Ületatud oli ka keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastav Cd künnisarv 1 µg/l, piirarv (10 µg/l) ei olnud ületatud.
Puurkaevu 2895P vees ületas ka naftasaaduste (sisaldus oli 45 µg/l) keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarv 20 µg/l (piirarv 600 µg/l ei olnud ületatud) ja keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48 naftasaaduste läviväärtus 20 mg/l.
- Puurkaevu 3139P (EKUK tunnus, kaev pole keskkonnaregistris) vees oli **fenooli sisaldus 3.8 µg/l**. Ületatud oli keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48 ühealuseliste fenoolide läviväärtus 1 µg/l ja keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastav künnisarv 1 µg/l (piirarv 100 µg/l ei olnud ületatud).
Puurkaevu 3139P vees oli üle labori määramispiiri PAH ühenditest atsetanafteeni 0.008µg/l, fenantreeni 0,012 µg/l, fluoreeni 0,006µg/l ja naftaleeni 0,005µg/l. Loetletud PAH ühendite sisaldused puurkaevu 3139P vees jäid alla keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarve.



- Puurkaevus katastri nr 13534 põhjavees oli lenduvatest orgaanilistest ühenditest (VOC) kloroformi 0,12 µg/l. Sisaldus ületas keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 0,1 µg/l, piirarv 5 µg/l ei olnud ületatud.



9 Põhjavee (O₂Is-*kn*) kvaliteet Ida-Virumaa suletud kaevanduste piirkonnas

Suletud kaevanduste piirkonnas veeproovide võtmiseks lähtuti puurkaevude valimi koostamisel Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi alal läbiviidud Terviseameti varasema inventuuri (Virumaa kaevude joogivee kvaliteedi uuring, „Virumaa kaevude uuringutabel“ koos koordinaatidega⁴), keskkonnaregistri (EELIS) ja kohalike omavalitsuste kaevude andmetest (eeskätt joogiveetorustike teave).

Keskkonnaregistris olevatest kaevudest koostati kaevandatud alal paiknevate Lasnamäe-Kunda veekihi kaevudest valim (2018 aastal 168 kaevu). Neist 26 kaevu jäi reoveealale ja need jäeti esialgu valimist välja. Kohalikest omavalitsustest saadud teabe ja kaardiandmete ülevaatuse põhjal (kui kaevu asukohas polnud elamut) jäi valimisse alles 119 Lasnamäe-Kunda veekihi kaevu, mis planeeriti veeproovide võtmiseks.

Veeproovide võtmiseks läbiviidud kohapealse ülevaatuse käigus selgus, et 72 paigas kasutatakse joogivee saamiseks sinna rajatud ühisveevärgi vett, 15 kaevu juures enam ei elata või puudub juurdepääs, 20 kaevu juures olevasse majapidamisse jäeti küll kiri kontakti sooviga, kuid kaevuomanikud ei võtnud ühendust.

Kuna hajaasustuspriirkondade joogivee kvaliteedi uuringu käigus sobivate kaevude arv jäi väikseks (töös polnud ette nähtud mittetöötavate kaevude läbipumpamist), laiendati veeproovide võtmiseks sobivate kaevude otsinguala väljapoole allmaakaevandatud ala (eeskätt põhja poole⁵) ja läbi käidi ka keskkonnaregistrisse viimastel kuudel lisandunud kaevud.

2019 aasta lõpuks õnnestus hajaasustuspriirkondade joogivee kvaliteedi uuringu raames võtta Lasnamäe-Kunda veekihist 32 põhjaveeproovi. Kuna Lasnamäe-Kunda veekihi sobivaid puurkaeve oli endiselt vähe (neid kaeve, mis polnud ka põhjaveekogumite keemilise seisundi seires või EGT poolt teostatava LIFE IP CleanEst projektis põhjaveeuuringus⁶), lisati töö eesmärgist lähtuv asjakohaseks peetud teiste veekihtide analüüsitulemusi mis võeti hajaasustuspriirkondade joogivee kvaliteedi uuringu käigus: ülalpool olevate Ordoviitsiumi veekihtide 12 puurkaevu⁷ ja üks Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi kaevu (katastri nr 13505) analüüsitulemus.

Käesoleva peatüki koostamisel on kasutatud ka põhjaveekogumite keemilise seisundi seire raames 2019 aastal võetud 6 Lasnamäe-Kunda veekihi, 4 Ordoviitsiumi ülemiste veekihtide ja 2 Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi seirejaama analüüsitulemusi.

Lisaks kasutati 2019 aastal LIFE IP CleanEst projekti käigus võetud Lasnamäe-Kunda veekihi 25 puuraugu või puurkaevu analüüsitulemusi: ülalpool olevate Ordoviitsiumi veekihtide 15 puurkaevu või puurauku (neist kaks kaevu on katastri numbrita); Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi 7 puurkaevu või puuraugu analüüsitulemusi.

⁴ Kahjuks muul kujul neid andmeid enam ei ole, antud teemaga tegelenud inimesed ei tööta ka enam Terviseametis, seega pole võimalik neilt enam täpsemat infot saada.

⁵ Kaevandatud alast põhja ja kirdepool liigub Lasnamäe-Kunda veekihi vesi veega täitunud kaevandatud alast väljapoole.

⁶ Tegevus C.9 Põhjaveekogumite hüdrogeoloogilised uuringud põhjaveekogumite ohtlike ainete ja keemilise koostise selgitamiseks ning seisundimuutuste prognoosimiseks.

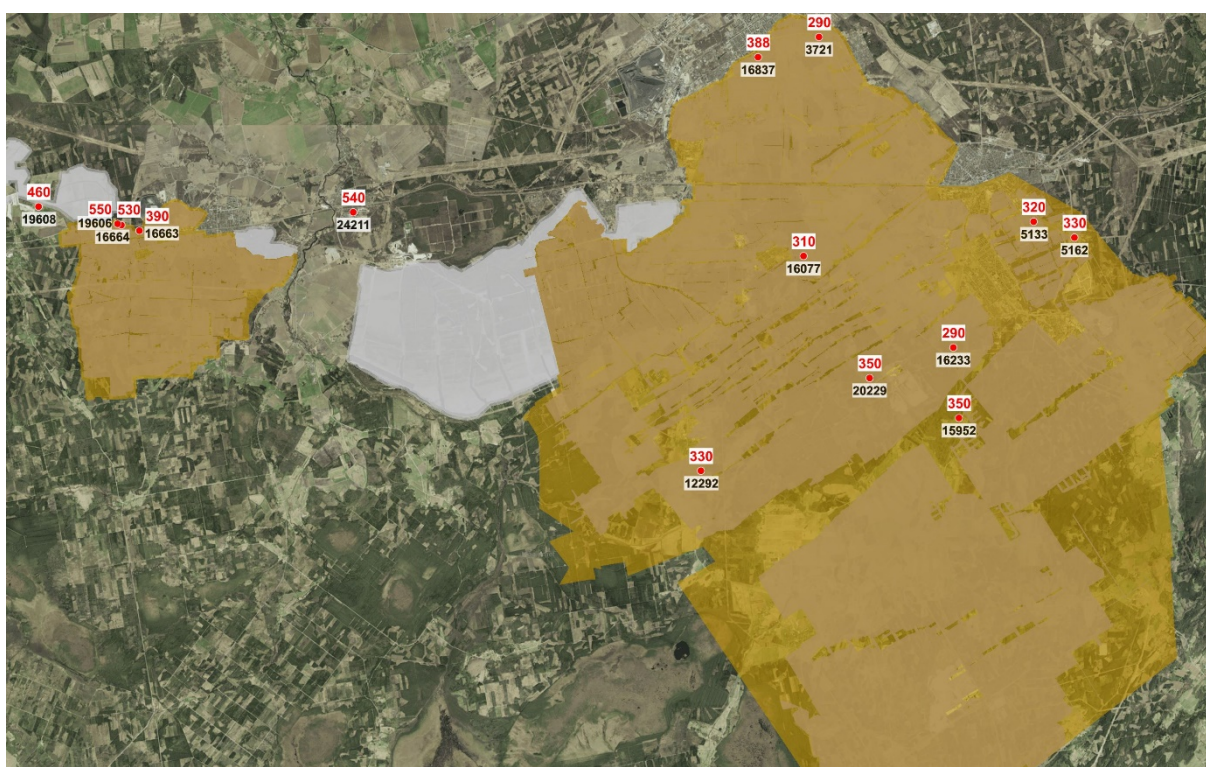
⁷ Neist 12 kaevust on 7 kaevu ilma katastri numbrita.

9.1 Analüüside tulemused

9.1.1 Sulfaatide sisaldus

Kokku on hajaasustuspiirkondade joogivee kvaliteedi uuringul kasutatud ja joonisel 35 esitatud 63-e Lasnamäe-Kunda veekihi kaevu või puuraugu vee analüüsitulemused 2019 aasta proovivõttudest. Sulfaatide sisaldus joonisel 35 esitatud Lasnamäe-Kunda veekihi kaevude vees 2019 aastal võetud 63 proovi järgi oli 1-550 mg/l (keskmiselt 155 mg/l).

Keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud sulfaadi läviväärtus 250 mg/l oli ületatud kokku 14 puurkaevust võetud veeproovis (joonis 34). Nende kaevude vesi ei vasta ka sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid¹“ vastavale indikaatornäitaja piirsisaldusele 250 mg/l.

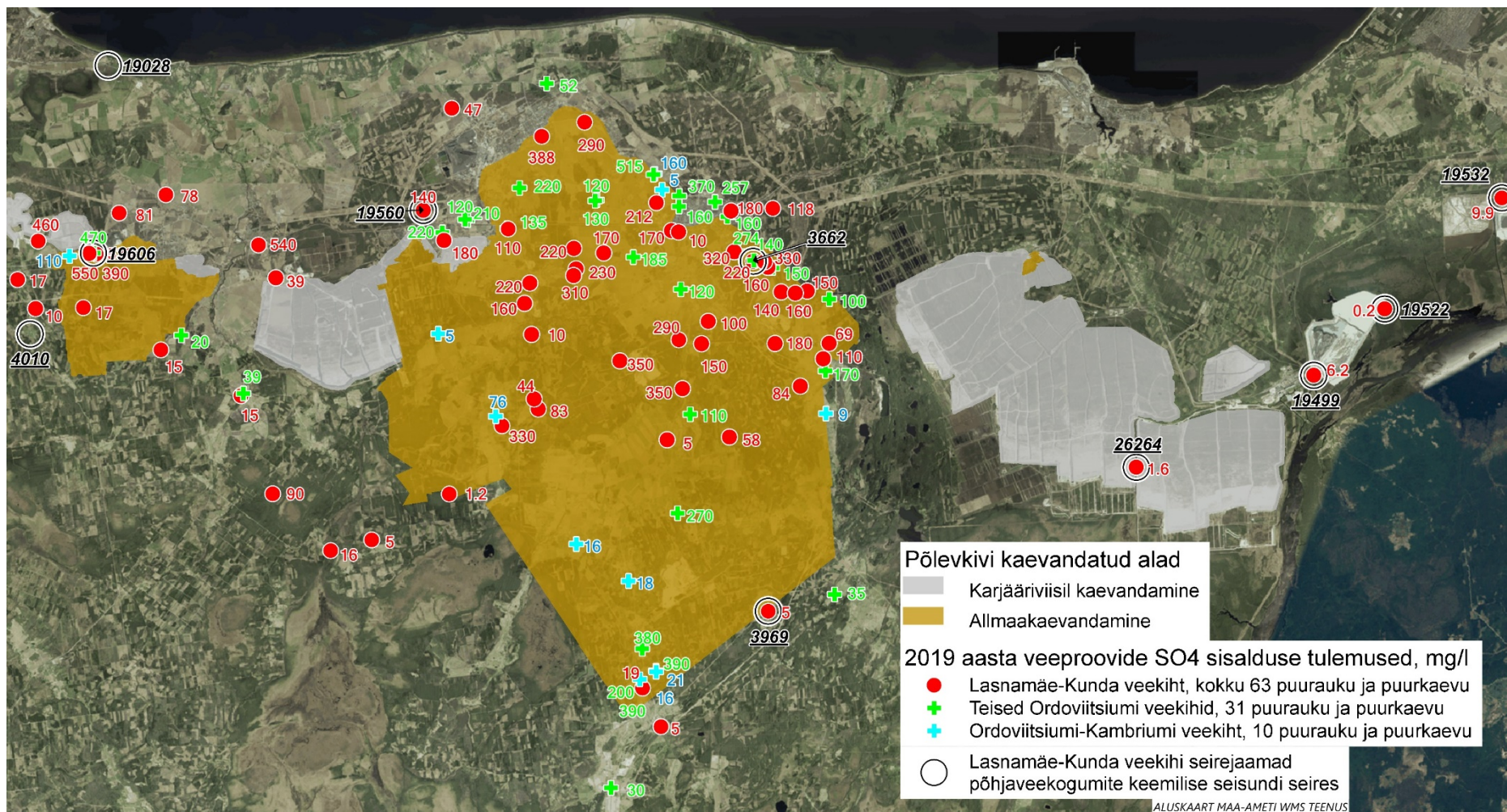


Joonis 34. Sulfaadi läviväärtust 250 mg/l ületavad puurkaevud, sisaldus mg/l (punane) ja katastri number (must)

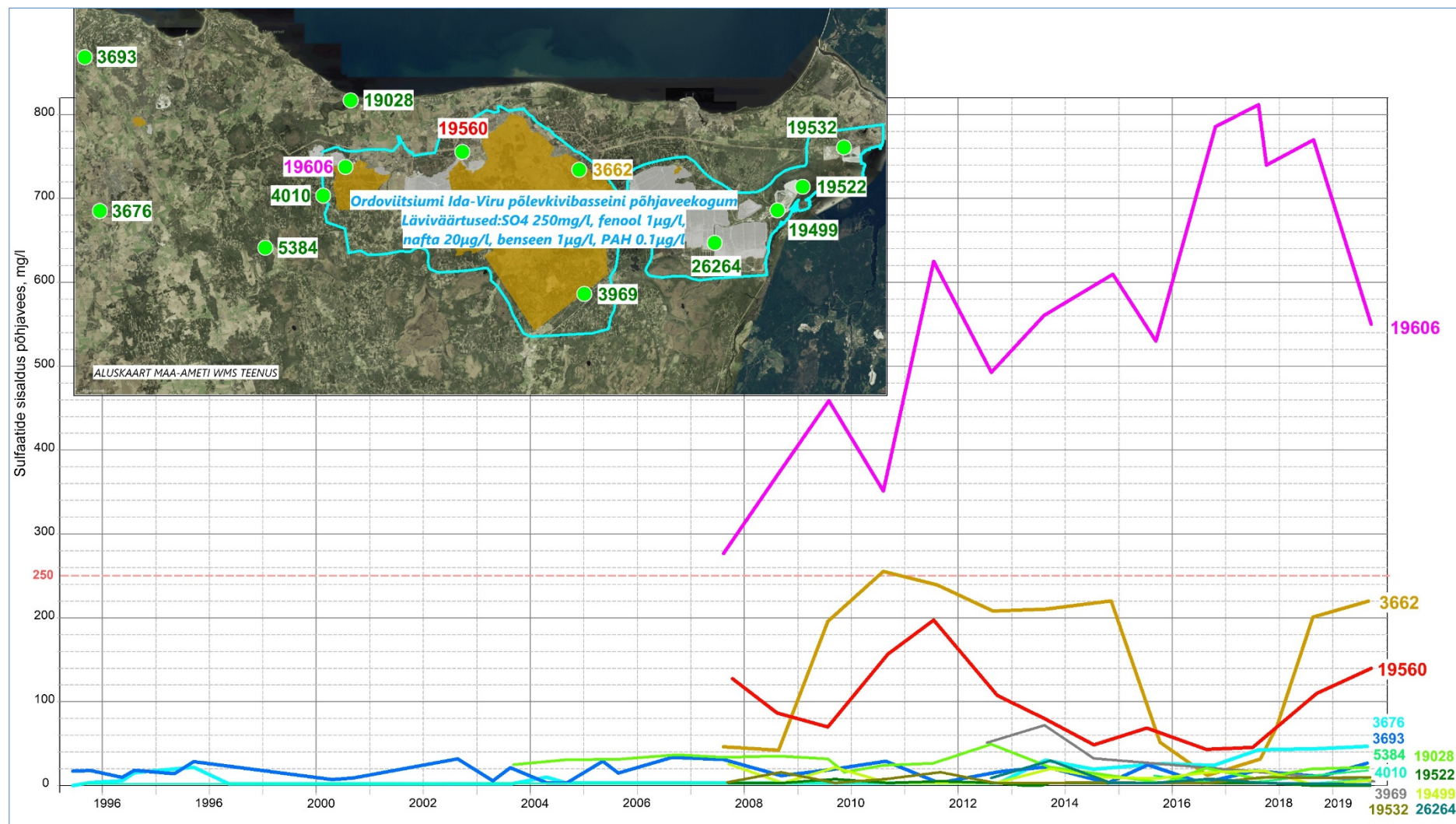
Veega täitunud allmaakaevanduste alale jäävate Lasnamäe-Kunda veekihi 37 puurkaevu põhjavee keskmine sulfaadisisaldus oli 207 mg/l (10-550 mg/l).

Veega täitunud kaevanduste alal esinev sulfaatide sisalduse tõus Lasnamäe-Kunda veekihis on tingitud ülalpool oleva Keila-Kukruse suurema sulfaatide sisaldusega vee sissetungist.

Veega täitunud kaevanduste ja karjääride puhul juures võib Lasnamäe-Kunda veekihis (põhjavee voolusuunas allavoolu) täheldada kõrgeenenud sulfaatide sisaldust ka 2-4 kilomeetri kaugusel.



Joonis 35 Sulfaadi sisaldus Lasnamäe-Kunda veekihtis ja sellest üleval ja allpool olevates teistes veekihtides, 2019. aasta uuringute andmed

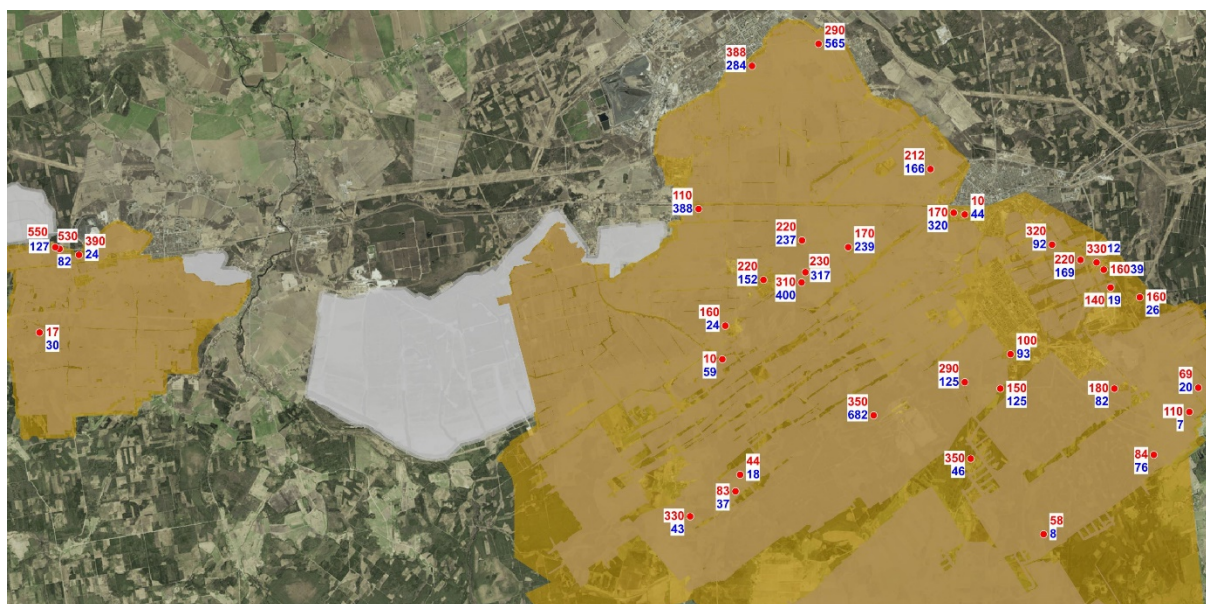




Veega täitunud kaevanduste ja karjääride juures põhjavee volutsuunas ülesvoolu ei erine sulfaatide sisaldused Lasnamäe-Kunda veekihi sageli veekihi taustatasemetest. Ka töötavate allmaakaevanduste alal (kui kaevanduskäikudest pumbatakse vesi välja, veega täitunud kaevanduste mõjualast eemal), on sulfaatide sisaldused Lasnamäe-Kunda veekihi looduslähedased.

Vaadeldes Lasnamäe-Kunda veekihi kaevude osas Keskkonnaregistri EELIS-es olevaid kõige esimesi sulfaadi määrangud võrreldavate kaevude osas, siis kõige esimeste (1969-2016) veeanalüüside keskmine sulfaatide sisaldus oli 120 mg/l ja 2019 aastal 179 mg/l (kokku 57 võrreldavat kaevu).

Veega täitunud kaevanduste alale jäävate 36 võrreldava (joonisel 37) kõige esimeste veeanalüüside keskmine sulfaatide sisaldus oli 144 mg/l ja 2019 aastal 209 mg/l.



Joonis 37 Üleujutatud kaevanduste kaevude SO₄ sisaldus puurimisjärgselt (sinine) ja aastal 2019 (punane)

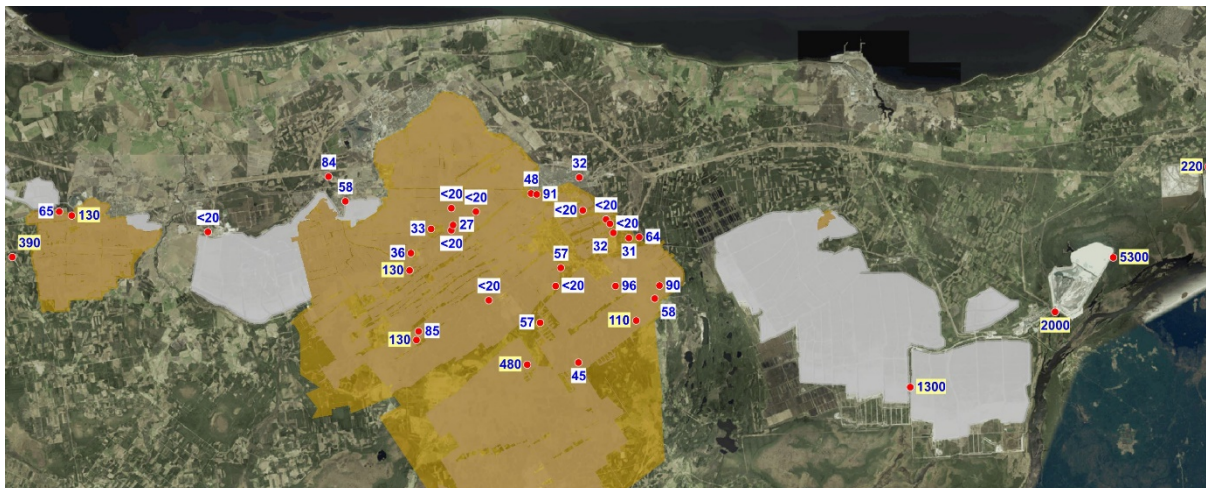
Lasnamäe-Kunda veekihi seirejaamad, mille kohta on pikemal perioodil olemas analüüsitulemused, paiknevad valdavalt väljaspool veega täitunud kaevanduste ala (vaata joonis 36) ja kunagisest kaevandamisest mõjutatud on vaid kolme seirekaevu põhjavesi, katastri nr 3362, 19560 ja 19606. Sulfaatide sisalduse kindlat kasvutrendi näitavad vaid seirekaevu katastri nr 19606 veeproovid.

Veega täitunud kaevanduste piirkonnas ja kaevandusvee väljakiildumise alal on Lasnamäe-Kunda veekihi sulfaatide sisaldused kordades kõrgemad võrreldes kaevandamata alaga, kaevu rajamisaegsete sisaldustega on sulfaate keskmiselt ca 60 mg/l rohkem.



9.1.2 Baarium

Baarium. 2019 aastal hajaasustuspiirkondade joogivee kvaliteedi uuringu, põhjaveekogumite keemilise seisundi seire ning LIFE IP CleanEst projekti raames Lasnamäe-Kunda veekihi kaevude ja puuraukude põhjavees analüüsitud baariumi sisaldused on esitatud joonisel 38.



Joonis 38 Baariumi sisaldused Lasnamäe-Kunda veekihi 2019. aastal

Keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 järgi on baariumi sisalduse künnisarv põhjavees 50 µg/l ja piirarv 7000 µg/l. Üheski 38 uuringukaevu või puuraugu vees ei olnud ületatud baariumi piirarv. Põhjavee Ba künnisarv oli ületatud 21 uuringupunkti põhjavees.

Künnisarvu ületamise korral tuleb hinnata ainest põhjustatavat ohtu põhjavee kasutajale ning ökosüsteemidele. Keskkonnaministri 24.07.2019 määrus nr 28 seab pinnaveekogumite ökoloogilise seisundi hindamisel baariumile keskkonna kvaliteedi piirväärtuse pinnavees 100 µg/l. Taolise loodusliku leidumisega saasteaine piirväärtuse ületamisel on pinnaveel mittehea seisund, kui on tõendatud otsene inimtegevuse mõju.

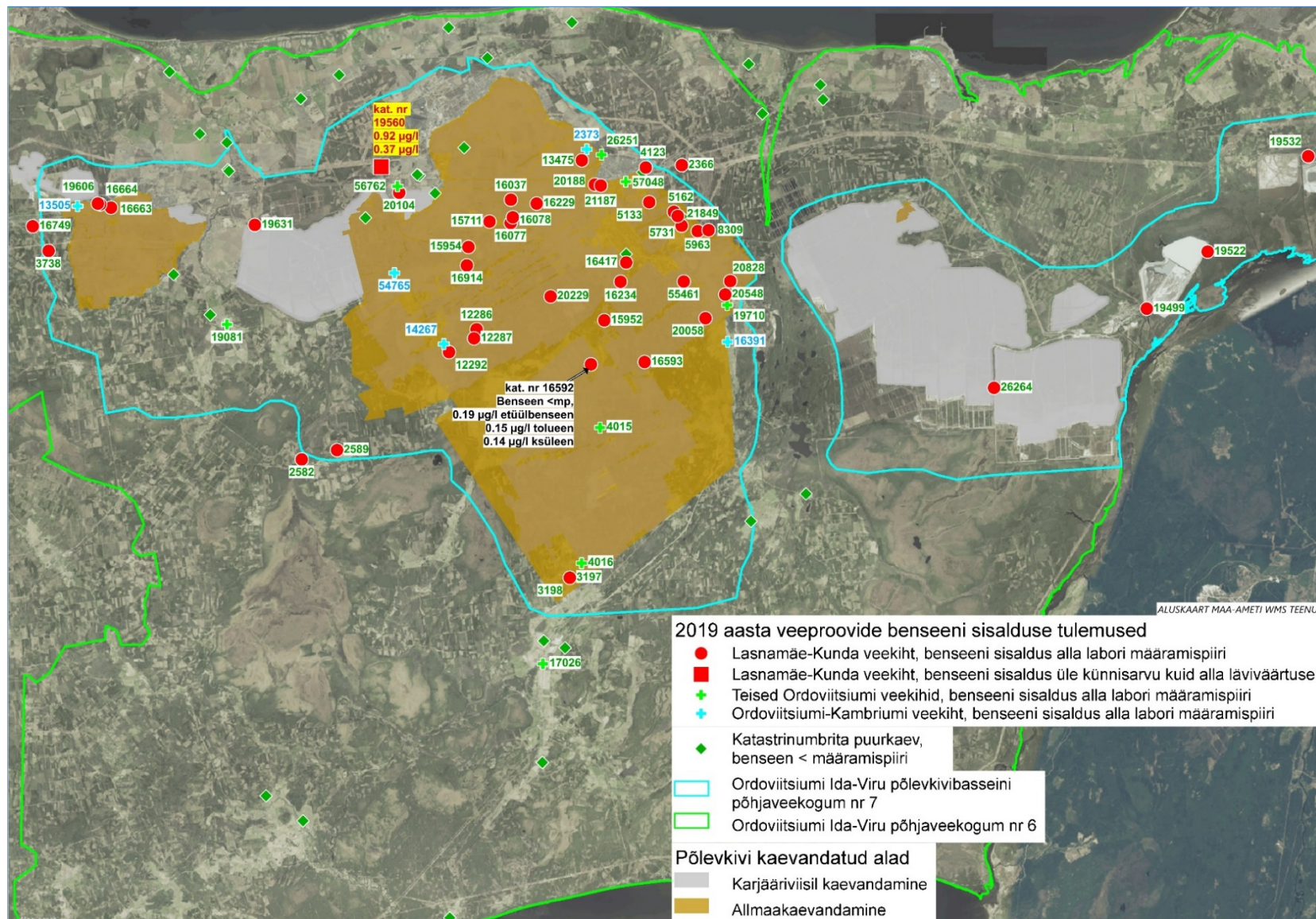
2019. aasta uuringute raames võetud põhjaproovides ületas baariumi sisaldus pinnavee piirväärtust (100 µg/l) 21 uuringupunkti. Veega täitunud kaevanduste alale jäävates Lasnamäe-Kunda veekihi uuringupunktides oli baariumi sisaldus 20-130 µg/l, keskmiselt 54 µg/l ning sisaldused on lähedased looduslikule. Suurimad baariumi sisaldused Lasnamäe-Kunda veekihi olid Eesti Elektri jaama tuhamägede kõrval olevates seirejaamades.

Veega täitunud kaevanduste piirkonna Lasnamäe-Kunda veekihi baariumi sisaldused ei põhjusta pinnaveekogumite keemilise või ökoloogilise seisundi halvenemist.

9.1.3 Ohtlikud ained

Benseen. Hajaasustuspiirkondade joogivee kvaliteedi uuringu, põhjaveekogumite keemilise seisundi seire ning LIFE IP CleanEst projekti raames Lasnamäe-Kunda veekihi kaevude ja puuraukude põhjavees 2019 aastal analüüsitud benseeni sisaldused on esitatud joonisel 39. Kokku on benseeni sisaldusi 2019 aastal analüüsitud 60-s katastri numbriga puurkaevu või puuraugu põhjavees, joonisele 39 on lisatud ka 73 katastrinumbriga puurkaevu millede veest analüüsiti benseeni sisaldus.

Benseeni analüüsiti Lasnamäe-Kunda veekihi 35 puuraugu või puurkaevu veest, neist 31 asuvad veega täitunud kaevanduste alal.



Joonis 39 Benseeni sisaldused eri veekihtides 2019. aastal



Kokku 133 puurkaevu või puuraugu vees analüüsitud benseeni sisaldustest oli üle labori määramispiiri benseeni sisaldus väljaspool kaevandatud ala Kohtla jõe ääres reostunud pinnasega alal paikneva seirepuuraugu 19560 SJA5693000 põhjavees. Benseeni sisaldus oli 24.09.2019 veeproovis 0.92 µg/l ja 27.08.2019 veeproovis 0.37 µg/l ületades keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavat künnisarvu 0.2 µg/l, piirarv 5 µg/l ei olnud ületatud.

Ületatud ei olnud keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud benseeni läviväärtus 1 µg/l ega sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 benseeni piirsisaldus 1 µg/l.

Johtuvalt analüüsimisel multimeetodi kasutamisest saadi lisaks benseenile ka etüülbenseen, m/p-ksüleen, o-ksüleen ja tolueeni sisaldused. Nendest näitajatest oli labori määramistiir ületatud vaid hajaasustuspriirkondade joogivee kvaliteedi uuringu käigus puurkaevus katastri nr 16592 võetud veeproovis. Puurkaevu katastri nr 16592 põhjavee benseeni sisaldus oli alla labori määramispiiri 0.06 µg/l, kuid etüülbenseeni sisaldus oli 0.19 µg/l, tolueenil 0.15 µg/l ja ksüleenil 0.14 µg/l. Need sisaldused ei ületanud keskkonnaministri 04.09.2019.a. määrus nr 39 vastavat künnisarvu 0.5 µg/l.

Veega täitunud kaevanduste alal Lasnamäe-Kunda veekihi benseeni sisaldused jäid alla labori määramispiiri.

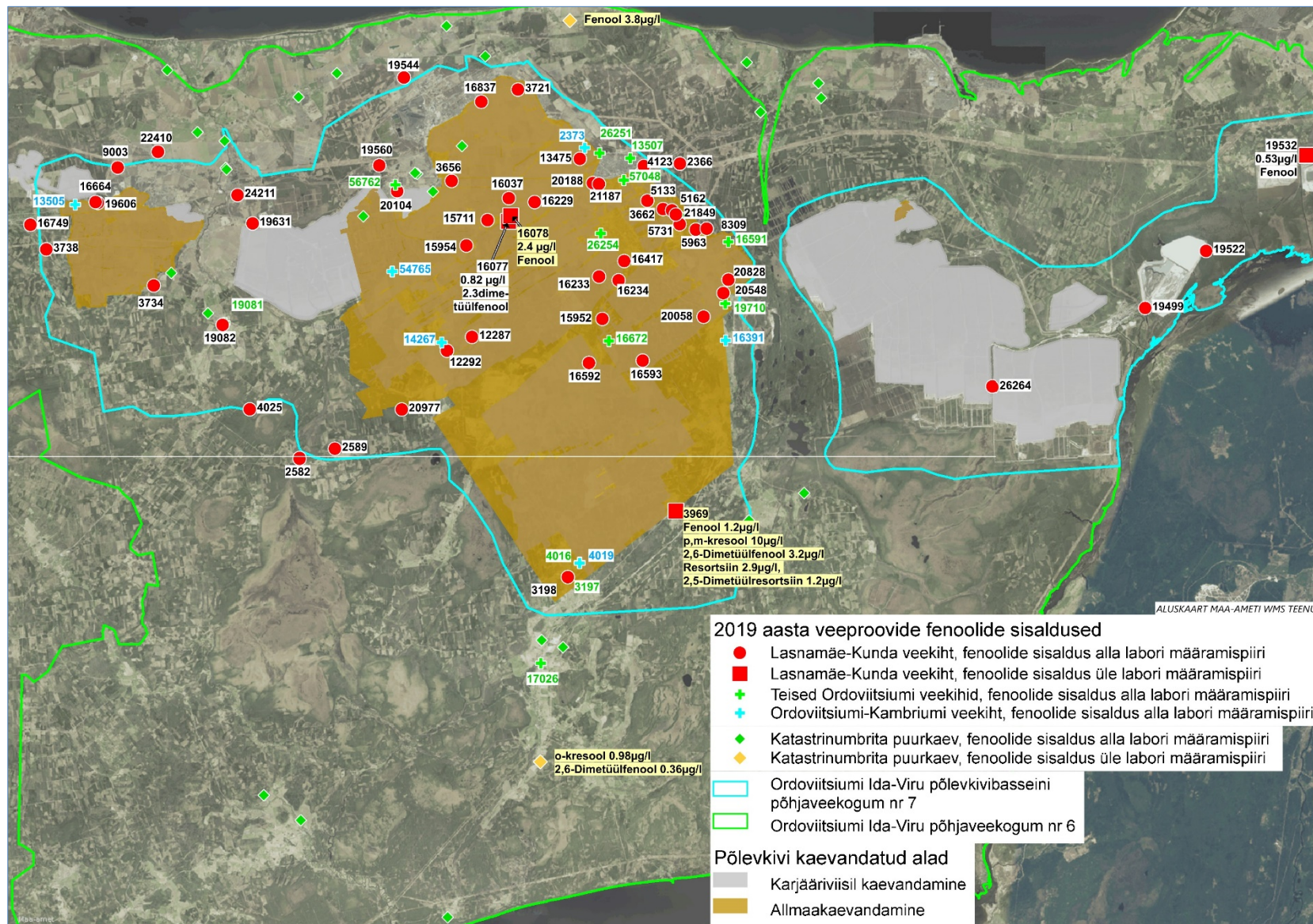
Fenoolid. Hajaasustuspriirkondade joogivee kvaliteedi uuringu, põhjaveekogumite keemilise seisundi seire ning LIFE IP CleanEst projekti raames Lasnamäe-Kunda veekihi kaevude ja puuraukude põhjavees 2019 aastal analüüsitud fenoolide sisaldused on esitatud joonisel 40.

Kokku analüüsiti fenoolide sisaldusi 2019. aastal analüüsitud 73 katastri numbriga puurkaevu või puuraugu põhjavees. Joonisele 40 on lisatud ka 31 katastrinumbrita (pole keskkonnaregistris) puurkaevu, millede vees analüüsiti fenoolide sisaldus hajaasustuspriirkondade joogivee kvaliteedi uuringu käigus.

Lasnamäe-Kunda veekihi puuraukude või puurkaevude põhjavee fenoolide veeanalüüse oli kasutada kokku 55-st uuringupunkti ja neist 32 jäid veega täitunud kaevanduste alale.

Kokku seega 104 puurkaevu või puuraugu vees analüüsitud fenoolide sisaldustest oli üle labori määramispiiri fenoolide vaid kuues kaevus:

- Puuraugu katastri nr 19532 (SJA0761000) põhjavees oli fenooli sisaldus 0.53 µg/l. Sisaldus ei ületa keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 1 µg/l, ega keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud ühealuseliste fenoolide läviväärtust 1 µg/l.
- Puuraugu katastri nr 3969 põhjavees oli fenooli sisaldus 1.2 µg/l, p,m-kresool 10 µg/l ja 2,6-Dimetüülfenool 3.2 µg/l. Sisaldus on üle keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 1 µg/l (piirarv 100 µg/l ei olnud ületatud) ja üle keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud ühealuseliste fenoolide läviväärtuse 1 µg/l. Kahealuselistest fenoolidest leiti resorpsiini 2.9 µg/l ja 2,5-dimetüülresorpsiini 1.2 µg/l, sisaldused olid üle keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 0.5 µg/l, piirarv 50 µg/l ei olnud ületatud.



Joonis 40 Fenoolide sisaldused eri veekihtides 2019. aastal



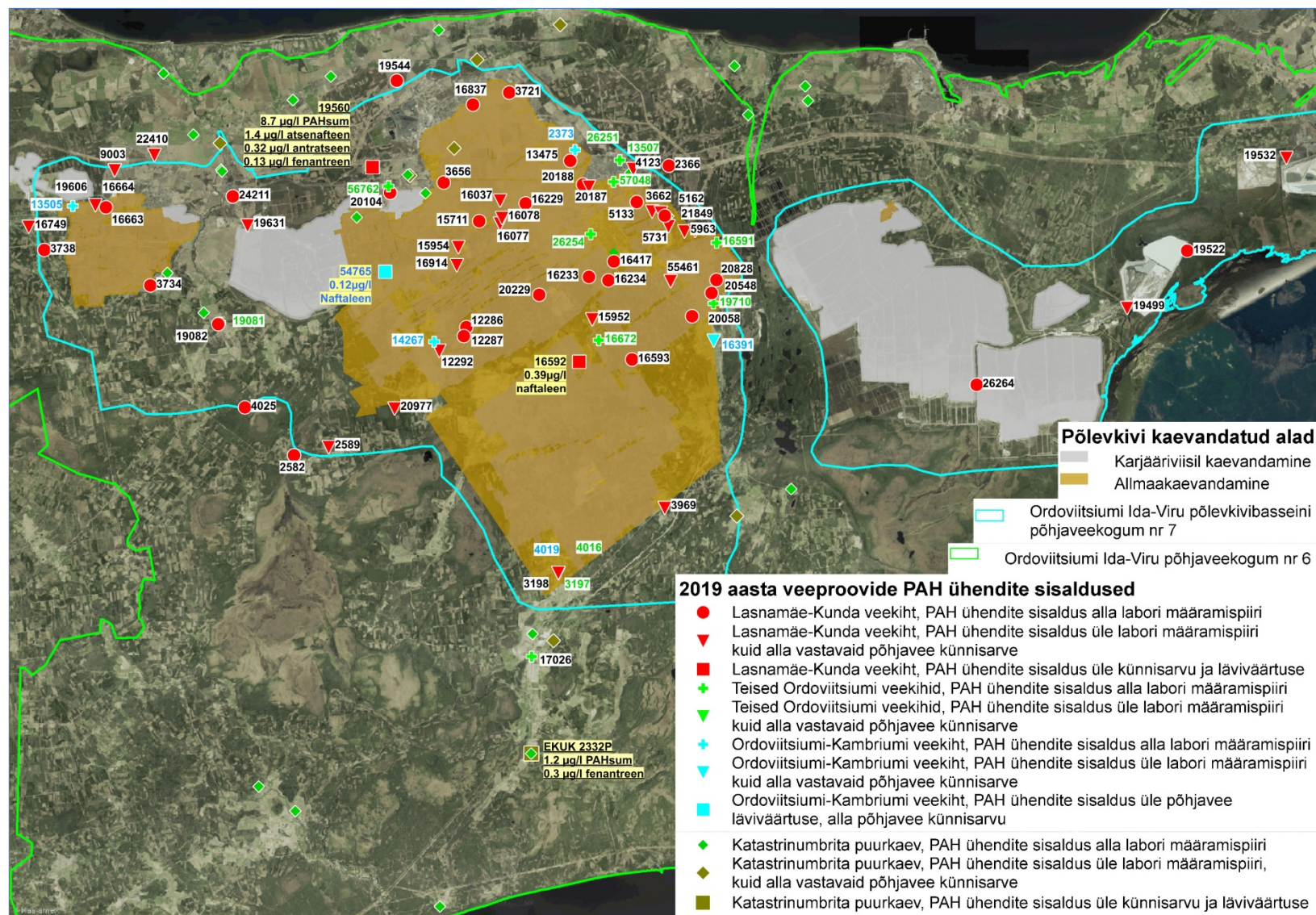
- Puuraugu katastri nr 16078 põhjavees oli fenooli sisaldus 2.4 µg/l. Sisaldus on üle keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 1 µg/l, piirarv 100 µg/l ei olnud ületatud. Ületatud oli ka keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud ühealuseliste fenoolide läviväärtus 1 µg/l.
- Puuraugu katastri nr 16077 põhjavees oli fenooli sisaldus 2.4 µg/l. Sisaldus on üle keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 1 µg/l, piirarv 100 µg/l ei olnud ületatud. Ületatud oli ka keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud ühealuseliste fenoolide läviväärtus 1 µg/l.
- Kahest keskkonnaregistrisse kandmata puurkaevust võetud veeproovidest oli Toila valla Valaste küla Keskvälja puurkaevus (EKUK koodiga 3139P) fenooli sisaldus 3.8 µg/l. Sisaldus on üle keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 1 µg/l, piirarv 100 µg/l ei olnud ületatud. Ületatud oli ka keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud ühealuseliste fenoolide läviväärtus 1 µg/l.
- Alutaguse valla Alliku küla Peebu puurkaevust (EKUK koodiga 2332P) 04.06.2019 võetud veeproovis oli o-kresooli 0.98 µg/l ja 2,6-dimetüülfenooli 0.36 µg/l. Sisaldus on üle keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 0.2 µg/l, piirarv 50 µg/l ei olnud ületatud. Ületatud oli ka keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud ühealuseliste fenoolide läviväärtus 1 µg/l. 24.07.2019 võetud kordusproovis jäi fenoolide sisaldus alla labori määramispiiri.

Veega täitunud kaevanduste ala Lasnamäe-Kunda veekihi on fenoolide sisaldused üksikutes puurkaevudes üle labori määramispiiri ja fenoolide sisalduse poolest puuduvad olulised erinevused kaevandamata alaga.

Polütsükliilised aroomaatse ühendid (PAH). Hajaasustuspiirkondade joogivee kvaliteedi uuringu, põhjaveekogumite keemilise seisundi seire ning LIFE IP CleanEst projekti raames Lasnamäe-Kunda veekihi kaevude ja puuraukude põhjavees 2019 aastal analüüsitud PAH ühendite sisaldused on esitatud joonisel 41.

PAH ühendite sisaldusi on analüüsitud 2019 aastal 74 keskkonnaregistrisse kantud (katastri numbriga) puurkaevu või puuraugu põhjavees. Joonisele 41 on lisatud ka 33 keskkonnaregistrisse kandmata (katastrinumbriga) puurkaevus. Lasnamäe-Kunda veekihi puuraukude või puurkaevude PAH ühendite veeanalüüse on kokku 59 ja neist 35 asuvad veega täitunud kaevanduste alal.

41 uuringupunkti vees ületas PAH ühendite sisaldus labori määramispiiri. Valdavalt on PAH ühendite sisaldused väikesed ja vaid nelja uuringupunkti põhjavees oli ületatud keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastav künnisarv või keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud summaarne PAH ühendite läviväärtus.



Joonis 41 PAH ühendite sisaldused eri veekihtides 2019. aastal

Üle läviväärtuse või künnisarvu ületava PAH ühendite sisaldusega kaevudest asub veega täitunud kaevanduste alal Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi puurkaev katastri nr 54765.

- Puurkaevust katastri nr 54765 27.08.2019 LIFE IP CleanEst projekti raames võetud veeproovis oli naftaleeni sisaldus 0.12 µg/l. Ületatud on keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud summaarne PAH ühendite läviväärtus 0.1 µg/l. Naftaleeni sisaldus ei ületanud keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 järgset naftaleeni künnisarvu 1 µg/l ega summaarset PAH ühendite künnisarvu 0.2 µg/l.
- Puuraugu katastri nr 19560 SJA5693000 (väljaspool kaevandatud ala Kohtla jõe ääres reostunud pinnasega alal) 24.09.2019 võetud veeproovis oli PAH ühendite summaarne sisaldus 8.7 µg/l. Sisaldus ületab keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavat künnisarvu 0.2 µg/l, piirarv 10 µg/l ei olnud ületatud. Ületatud oli ka keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud summaarne PAH ühendite läviväärtus 0.1 µg/l. Ületatud ei olnud sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid¹“ PAH ühendite summaarse sisalduse piirarv 0.1 µg/l (summa benzo(b)fluorantreen + benzo(k)fluorantreen + benzo(ghi)perüleen + indeno(1,2,3-cd)püreen). Üksikkomponentide osas oli 24.09.2019 võetud veeproovis ületatud künnisarvud antratseeni 0.1 µg/l (0.32 µg/l), atsenafteeni 0.1 µg/l (1.4 µg/l) ja fenantreeni 0.05 µg/l (0.13 µg/l) osas. Ühtegi keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 piirarvu ei ületatud.
LIFE IP CleanEst projekti raames puuraugust katastri nr 19560 võetud varasemas (27.08.2019) veeproovis oli PAH ühendite summaarne sisaldus 0.77 µg/l. Sisaldus ületab keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 künnisarvu 0.2 µg/l, piirarv 10 µg/l ei olnud ületatud. Ühegi üksikkomponendi osas ei ületatud 27.08.2019 veeproovis keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavaid künnisarve (analüüsitulemused olid fluoreen 0.41µg/l, naftaleen 0.024µg/l, fluoranteen 0.14µg/l, püreen 0.12µg/l, fenantreen 0.041µg/l).
- Puurkaevust katastri nr 16592 võetud (23.09.2019) veeproovis oli naftaleeni sisaldus 0.39 µg/l. Ületatud oli keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud summaarne PAH ühendite läviväärtus 0.1 µg/l. Naftaleeni sisaldus ei ületanud keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 naftaleeni künnisarvu 1 µg/l, kuid ületas summaarset PAH ühendite künnisarvu 0.2 µg/l. *Samal päeval 2019 LIFE IP CleanEst projekti raames võetud veeproovis oli naftaleeni sisaldus 0.034 µg/l.*
- Alutaguse valla Alliku küla Peebu puurkaevust (EKUK koodiga 2332P) võetud (04.06.2019) veeproovis oli PAH ühendite summaarne sisaldus 1.2 µg/l. Sisaldus ületab keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 vastavat künnisarvu 0.2 µg/l, piirarv (10 µg/l) ei olnud ületatud. Ületatud oli ka keskkonnaministri 01.10.2019 määruses nr 48 toodud summaarne PAH ühendite läviväärtus 0.1 µg/l. Üksikkomponentide osas oli Alliku küla Peebu kaevuvees ületatud keskkonnaministri 04.09.2019 määrus nr 39 fenantreeni künnisarv 0.05 µg/l (0.3 µg/l), vastavat piirarvu 2 µg/l ei ületatud. Ületatud ei olnud sotsiaalministri 24.09.2019 määrus nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid¹“ PAH ühendite summaarse sisalduse piirarv 0.1 µg/l (summa benzo(b)fluorantreen + benzo(k)fluorantreen + benzo(ghi)perüleen + indeno(1,2,3-cd)püreen).



Alliku küla Peebu kaevust 24.07.2019 võetud kordusproovis jäid PAH ühendite sisaldused alla labori määramispiiri.

Labori määramispiiri ületavates kontsentratsioonides on PAH ühendite levik Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi alal sagedane. Sisaldused põhjavees ületavad harva vastavaid künnisarve ja läviväärtusi.

Veega täitunud kaevanduste alal asuvas 35 Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaevu või puuraugu vees oli 14 juhul ületatud labori määramispiir PAH ühendite osas kuid ühtegi künnisarvu, läviväärtuse või piirarvu ületamist ei olnud.

PAH ühendite sisalduse poolest puuduvad kaevandatud alal olulised erinevused võrreldes kaevandamata alaga. Kaevandamata ala põhjavees olevad künnisarve või läviväärtust ületavad PAH ühendite sisaldused on vaid üksikjuhtudel seostatav jääkreostusega (katastri nr 19560).

9.2 Järeldused

Kaevandamisajal inimeste joogiveevarustuseks rajatud puurkaeve joogiveeallikana täna enamasti ei kasutata. Rajatud on ühisveevärk, milles veekvaliteet on nõuetekohane ja kontrollitud. Veega täitunud allmaakaevanduste alale jäävate Lasnamäe-Kunda veekihi 37 puurkaevu põhjavee keskmine sulfaatide sisaldus oli 207 mg/l (10-550 mg/l). Sulfaadi läviväärtus 250 mg/l ületas läviväärtuse 14-st puurkaevust võetud veeproovis. Suletud põlevkivikaevanduste ja kaevandusvee väljakiildumise alal on Lasnamäe-Kunda veekihi sulfaatide sisaldused kordades kõrgemad võrreldes kaevandamata alaga, võrreldes kaevu rajamisaegsete sisaldustega on täna sulfaate keskmiselt ca 60 mg/l rohkem.

Veega täitunud kaevanduste alal paikneb Lasnamäe-Kunda veekiht sügaval ja selle veekihi baariumi sisaldused ei põhjusta pinnaveekogumite keemilise või ökoloogilise seisundi halvenemist. Suuremad baariumi sisaldused on Eesti Elektriijaama tuhamägede kõrval olevate seirejaamade põhjavees.

Käesoleva töö käigus analüüsitud orgaanilistest ohtlikest ainetest olid veega täitunud kaevanduste ala Lasnamäe-Kunda veekihi benseeni sisaldused alla labori määramispiiri. Benseen oli põhjavees vaid väljaspool kaevandatud ala Kohtla jõe ääres reostunud pinnasega alal paikneva seirepuuraugu katastri nr 19560 (SJA5693000) põhjavees.

Fenoolide sisaldus veega täitunud kaevanduste ala Lasnamäe-Kunda veekihis olid üle labori määramispiiri kahes uuringupunktis ja fenoolide sisalduse poolest puuduvad erinevused kaevandamata alaga.

Erinevalt benseenist ja fenoolist leiti PAH ühendeid üle labori määramispiiri paljude uuringupunktide põhjavees ja taoline laialdane levik kajastab tööstuspiirkondade inimtegevuse mõju. Tõenäoliselt ei ole tegemist mingi uue reostusallikaga vaid asjaoluga, et varasemalt on PAH ühendite analüüse vähe tehtud. Sageli on ka kauaaegse tööstusajalooga piirkonnas keeruline konkreetset reostuse allikat tuvastada.

Madalate sisaldustega (veidi üle labori määramispiiri) on PAH ühendite levik sagedane kogu Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi alal. Sisaldused põhjavees ületavad harva vastavaid piirnorme.



Vanade suletud ja veega täitunud põlevkivikaevanduste aladel oli 14-s (uuritud 35-st) Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaevu või puuraugu vees ületatud labori määramispiir PAH ühendite osas. Ühtegi künnisarvu, läviväärtust või piirarvu ületamist ei tuvastatud.

Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi kaevandatud alal puuduvad PAH ühendite sisalduse poolest olulised erinevused võrreldes kaevandamata alaga. Kaevandamata ala põhjavees künnisarve või läviväärtust ületavad PAH ühendite sisaldused on vaid üksikjuhtudel seostatavad jääkreostusega (katastri nr 19560).

PAH ühendite künnisarvu või läviväärtuse reeglipäratuna tunduv ületamine ning PAH ühendite kontsentratsioonide muutlikkus näitab ilmselt püsiva reostuseallika puudumist ja sisalduste sõltuvust kohapealsetest tingimustest (kaevu või puuraugu konstruktsioon, seisund, vett juhtivate lõhede levik, lähiümbruse inimtegevus jne).



10 Põlevkivitööstuse mõju joogivee kvaliteedile

Käesoleva uuringu üheks ülesandeks oli hinnata põlevkivitööstuse mõju omaveevärkide joogiveele. Vastavalt töö lähteülesandele oli eesmärgiks analüüsida 80 Ida-Virumaa ning 80 Lääne-Virumaa omaveevärgis joogiveest baariumi, fenoolide (1- ja 2-aluselised), sulfaadi, PAH-ide, benseeni ja naftasaaduste sisaldusi ning mikroobide üldarvu 22 °C juures. Kuigi lähteülesande kohaselt oleks pidanud jagunema kaevud nii põlevkivitööstuse piirkonnas kui ka kontrollaladel võrdselt, oli selline lähenemine praktiliselt võimatu, Eesti põlevkivimaardla (pindalaga 164 747,09 ha) asub Ida- ja Lääne-Virumaal ning on jaotatud 23-ks maardlaosaks ehk kaeve- ja uuringuväljaks. Põlevkivi kaevandused ja karjäärid paiknevad põhiliselt Ida-Virumaal, Lääne-Virumaale jääb vaid Ubja vana kaevandus ja praegune Ubja karjäär. 2015.a. seisuga oli põlevkivi kaevandatud 13 KOV-i territooriumil (Iisaku, Illuka, Jõhvi, Kohtla, Kohtla-Nõmme, Lüganduse, Mäetaguse, Sonda, Sõmeru, Toila ja Vaivara vallas ning Kiviõli ja Kohtla-Järve linnas). Loetletud KOV-idest on kõige enam põlevkivi kaevandatud Jõhvi vallas (60%-l territooriumist) ning Kiviõli linnas ja Mäetaguse valla territooriumil (40%) (Keskkonnaministeerium, 2015).

Kuigi põlevkivisektori võib jaotada tulenevalt põhiprotsessidest viieks (põlevkivi kaevandamine, sh rikastamine; elektri- ja soojusenergia tootmine; põlevkiviõli tootmine; põlevkivikeemia ja põlevkivi kasutamine tsemendi tootmisel) (EKUK, 2017), on käesoleva töö raames otstarbekam vaadelda sektorit tervikuna, sest tootmishooned ja nendega seotud jäätmekäitluskohad asuvad väga väiksel maa-alal võrreldes kaevandustega.

Põlevkivitööstuse mõju all olevad pinnaveekogumid on Ida-Eesti veemajanduskava järgi valdavalt kesises või halvas seisundis. Põlevkivitööstusega seotud kaevandamine mõjutab otseselt pinna- ja põhjaveevaru kogust ja selle kvaliteeti. Kaevandusvee väljapumpamise ja selle ärajuhtimise, milleks on rajatud kümneid kraave ning muudetud jõgede sänge, tagajärjel on oluliselt muutunud piirkonna looduslik veerežiim ning mitmed veekogud jäänud osaliselt või täiesti kuivaks. Kaevandamisega kaasnevat vett iseloomustab suurenenud sulfaatide sisaldus, karedus ning heljum. Halva seisundi põhjuseks peetakse ka ohtlike ainete (eelkõige fenoolid ja naftasaadused) sisaldust pinnavees (EKUK, 2017 ja Maves, 2014). Kaevandatud aladel kanduvad saasteained põhjavees kiiremini laiali. Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi keemiline seisund on halb, põhjaveekogumi koguseline seisund ei parane. Selle veekogumi Lasnamäe-Kunda veekihi omadused muutuvad kaevandamise lõpetamise järel ja pole kindlust selle veekihi edasisest sobivusest joogiveeallikana kaevandatud alale kaevandamise ajal üksiktarbijatele rajatud kaevudes (Maves, 2014). Altkäevandatud alade Lasnamäe-Kunda veekihti on eraldi analüüsitud käesoleva töö peatükis 9.

Valimisse kaasati kõik Lääne-Virumaa kaevud (39 salvkaevu ning 41 puurkaevu) ja kõik Ida-Virumaa kaevud, millest joogivett tarbiti (kaevu vett ei tarbitud joogiveeks nelja salvkaevu ning kahe puurkaevu puhul) ning eelpool loetletud analüüseid tehtud olid. Ida-Virumaal kujunes valimi suuruseks 45 puurkaevu ning 42 salvkaevu. Ida-Virumaal muutsid uuringu keerulisemaks asjaolud, et a) üle veega täitunud kaevanduste piirkonnas kaevandamisajal inimeste joogiveevarustuseks rajatud puurkaeve joogiveeallikana täna enamasti enam ei kasutata, sest inimesed saavad oma joogivee ühisveevärgist ja b) vabatahtlike leidmine uuringusse soovitud piirkondades oli keerulisem, mistõttu kulus palju aega sobivate kaevude leidmiseks.



10.1 Analüüsitulemused

Põlevkivitööstuse mõju hindamisel joogivee kvaliteedile on lähtutud tabelis 13 toodud piirväärtustest. Analüüsitava näitajate jaoks, millele ei ole kehtestatud piirväärtusi sotsiaalministri määrusega nr 61 või puuduvad WHO soovituslikud piirväärtused joogiveele, võrreldi keskkonnaministri 04.09.2019.a. määruses nr 39 „Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused“ toodud põhjavee künnisarvude ning piirväärtustega. Tulenevalt Veeseaduse § 79 lg 1 nimetatud eesmärkidest (põhjavee kvaliteedi piirväärtus näitab põhjavees saasteaine kontsentratsiooni, mida inimese tervise ja keskkonna kaitsmise huvides ületada ei tohi) kasutati joogivee kvaliteedi hindamisel ka põhjavee kvaliteedi piirväärtusi juhul, kui joogiveele ei olnud vastavaid piirväärtusi kehtestatud.

Tabel 13. Piirväärtused joogiveele ning põhjaveele

Aine nimetus	Ühik	WHO soovituslik piirväärtus joogiveele (2017)	Sotsiaalministri määrus nr 61	Põhjavee künnisarv	Põhjavee piirarv
Fenool	µg/l			0,5	50
2,3-dimetüülfenool	µg/l			0,5	50
2,6-dimetüülfenool	µg/l			0,5	50
3,4-Dimetüülfenool	µg/l			0,5	50
3,5-Dimetüülfenool	µg/l			0,5	50
5-Metüülresortsiin	µg/l				
2,5-Dimetüülresortsiinool	µg/l				
Resortsiin	µg/l			0,5	50
Antratseen	µg/l			0,1	5
Atsenaften	µg/l			1	30
Atsenaftüleen	µg/l				
Baarium (Ba)	µg/l	1300		50	7000
Benseen	µg/l	10	1	0,2	5
Benso(a)antratseen	µg/l				
Benso(a)püreen	µg/l	0,7	0,01	0,01	1
Benso(b)fluoranteen	µg/l		Σ = 0,1	0,03	0,3
Benso(g,h,i)perüleen	µg/l			0,02	0,2
Benso(k)fluoranteen	µg/l			0,03	0,3
Indeno(1,2,3-cd)püreen	µg/l			0,02	0,2
Coli-laadsed bakterid	MPN/ 100 ml		0		
Dibenso(a,h)antratseen	µg/l				
Elektrijuhtivus (proovivõtul)	µS/cm		2500		
Enterokokid	PMÜ/ 100 ml		0		
Escherichia coli	MPN/ 100 ml	0	0		
Etüülbenseen	µg/l	300		0,5	50
Fenantreen	µg/l			0,005	2
Fluoranteen	µg/l				
Fluoreen	µg/l				



Aine nimetus	Ühik	WHO soovituslik piirväärtus joogiveele (2017)	Sotsiaalministri määrus nr 61	Põhjavee künnisarv	Põhjavee piirarv
Hägusus	NTU		Tarbijale vastuvõetav, ebaloomulike muutusteta		
Kolooniate arv	PMÜ/ 1ml		Ebaloomulike muutusteta		
Krüseen	µg/l			0,001	1
Lahustunud hapnik (proovivõtul)	mg/l				
Lõhnaläve indeks					
Mangaan (Mn)	µg/l		50		
Naftaleen	µg/l			1	50
Naftasaadused (süsivesinikud C10 - C40)	µg/l			20	600
PAH summa	µg/l			0,2	10
Püreen	µg/l			1	5
Raud (Fe)	µg/l		200		
Sulfaat (SO42-)	mg/l		250		
Tolueen	µg/l	700		0,5	50
Värvus	mg/l Pt		Tarbijale vastuvõetav, ebaloomulike muutusteta		
m/p-Ksüleen	µg/l	500		0,5	30
o-Kresool	µg/l				
o-Ksüleen	µg/l	500		0,5	30
p/m-Kresool	µg/l				
pH (proovivõtul)	pH ühik		6,5 ... 9,5		

10.1.1 Fenoolid

Terminid fenoolid kasutatakse keemiliste ühendite kohta, milles on aroomaatse tsükliga seotud hüdroksüülrühm (-OH), seega on tegu hüdroksübenseenidega. Nende lihtsaim lisaasendusrühmadeta esindaja on fenool. Hüdroksüülrühmade arvu põhjal eristatakse ühe-, kahe- või mitmealuselisi fenooli. Fenooli leidub ka eluslooduses. Mõned taimed toodavad fenooli selleks, et nende vegetatiivsed osad oleksid mürgised ja et neid ei söödaks (EKUK, 2018).

Põlevkivi termilise töötlemise ja toorpõlevkiviõli järeltöötlemise tagajärjel tekib fenoolvett, mis vajab eraldi käitlemist. Sõltuvalt õlitööstustest ekstraheeritakse fenoolveest (defenoleeritakse) summaarsed põlevkivifenoolid ning seejärel suunatakse defenoleeritud reovesi regionaalsesse reoveepuhastisse või suunatakse fenoolveed kateldesse põletamiseks (EKUK, 2018).

Põlevkivifenoolid sisaldavad erinevaid ühe- ja kahealuselisi fenooli ja selle põhiosiseks on kõrge reaktsioonivõimega alküülresortsinoolid. Fenooli kasutatakse keemiatööstuse toormena



tehisparkainete, tampoonimissegude ja liimvaikude tootmisel. Põlevkiviõli koostises on süsivesinikke 56%, ölis lahustuvaid fenoole 24%, neutraalseid hapnikuühendeid 16,5% ja vees lahustuvaid fenoole 3,5%. (Riisalu, 2010) Fenoole sisaldavad ka põlevkivi termilise töötlemise tagajärjel tekkivad jäätmed – poolkoks, fuussid, filtrikoogid, tuhk (EKUK, 2018).

Õlitööstused on kohustatud keskkonnalubade alusel regulaarselt teostama heitvee omaseiret ning määrama 1- ja 2-aluseliste fenoolide sisaldust heitvees ja fenoolise sisaldust välisõhus (EKUK, 2018).

EKUK 2017.a. uuringu (EKUK, 2017) käigus põlevkiviõlitööstustest võetud heitvee proovides ei olnud kahealuselisi fenoole analüütilisest määramispiirist (mp 0,03 µg/l) kõrgemates kontsentratsioonides. 2015. aasta ettevõtte heitvee omaseire analüüsid on näidanud kahealuseliste fenoolide kontsentratsioone vahemikus 210 – 290 µg/l ning EKUK 2017.a. uuringu põhjal on hinnatud aastaseks heitkoguseks kuni 398 kg aastas. EKUK 2017.a. uuringu käigus hinnati põlevkiviõlitööstusest reoveega regionaalsesse veepuhastisse suunatavaks kahealuseliste fenoolide koguseks 3 698 kg aastas. Kahealuselistest fenoolidest moodustas suurima osa resortsiin 3 172 kg. 5-metüülresortsiooni ja resortsiini esines 2017.a. EKUK uuringu (2017) raames võetud õlitööstuse reovee ühtlustusmahuti setteproovis vastavalt 230 ja 89 mg/kg kuivaine kohta.

EKUK 2017.a. uuringu käigus põlevkiviõlitööstustest võetud heitvee proovides oli ühealuselistest fenoolidest fenooli 0,45 µg/l, o-kresooli 0,64 µg/l, 2,3-dimetüülfenooli 0,94 µg/l ja 2,6-dimetüülfenooli 0,69 µg/l ning võetud proovide sisalduse põhjal kvantifitseeriti ühealuseliste fenoolide aastaseks heitkoguseks pinnavette 3,7 kg. Võttes arvesse varasemaid oma- ja riikliku seire käigus määratud ühealuseliste fenoolide sisaldusi hinnati EKUK 2017.a. uuringus maksimaalseks võimalikuks aastaseks heitkoguseks 22,4 kg. EKUK 2017.a. uuringus hinnati põlevkiviõlitööstusest reoveega regionaalsesse veepuhastisse suunatavaks ühealuseliste fenoolide koguseks 1 659 kg aastas. Uuringus välja toodud varasemate uuringute ja nende käigus võetud proovide põhjal on maksimaalseks võimalikuks reoveepuhastisse suunatavaks aastaseks koguseks 44 613 kg. Erinevaid ühealuselisi fenoole esines 2017.a. EKUK uuringu raames võetud õlitööstuse reovee ühtlustusmahuti setteproovis 25 - 100 mg/kg kuivaine kohta. Fenooli leidus ka kaevanduste settetiikide setetes 0,065 – 0,072 mg/kg kuivaine kohta. Kaevanduste heitvees jäi fenoolide sisaldus allapoole analüütilist määramispiiri 0,3 µg/l. EKUK 2017.a. uuringu käigus hinnati varasemate omaseire analüüsitulemuste põhjal kaevandustest lähtuvaks 1-aluseliste fenoolide heitkoguseks 7,5 kg/a.

Põlevkivitööstuses eraldub fenooli välisõhku valdavalt erinevatest tehnoloogilistest protsessidest. Vastavalt välisõhu saasteallikate infosüsteemi (OSIS) andmetele oli 2015. aastal välisõhku eralduvate fenoolide heitkogus 24 543,7 kg (EKUK, 2018).

Fenoole leiti üle määramispiiri kuuest joogivee proovist (kahest salvkaevust ning kahest puurkaevust Ida-Virumaal ning ühest salvkaevust ning ühest puurkaevust Lääne-Virumaal). Fenoolide sisaldused ületasid põhjavee künnisväärtust puurkaevudes tunnustega 2675P ja 3139P, teistes proovides ühegi piirväärtuse ületamisi ei tuvastatud:

- Puurkaevust 2332P – 2,6-dimetüülfenooli – 0,36 µg/l ja o-kresooli – 0,98 µg/l;
- Puurkaevust 2675P – 2,6-dimetüülfenooli – 0,57 µg/l ja p/m-kresooli – 0,92 µg/l;
- 2675P asub Tapa lennuvälja jääkreostusobjektist (JRA00000001) ca 4,7 km loode suunas ning Tapasaare raketibaasi jääkreostusobjektist (JRA0000171) ca 5,5 km edela suunas.



- Salvkaevust 3046S – 2,6-dimetüülfenooli – 0,33 µg/l ja salvkaevust 3049S – 2,6-dimetüülfenooli – 0,39 µg/l. Kaevud 3046S ja 3049S asuvad Kukruse põlenud aheraineladestust (JRA00000042) ca 1,1 km kaugusel põhja suunas.
- Puurkaevust 3139P – fenooli – 3,8 µg/l. 3139P asub Kukruse põlenud aheraineladestust (JRA00000042) ca 5,6 km kaugusel kirde suunas.
- Salvkaevust 3317S – p/m-kresooli – 0,39 µg/l. 3317S asub Tapa Männiku raketidivisjoni jääkreostusobjektist ca 3,3 km lääne suunas ning Tapa lennuvälja jääkreostusobjektist (JRA00000001) ca 5,9 km kirde suunas.

10.1.2 Polüaromaatsed süsivesinikud (PAH-id)

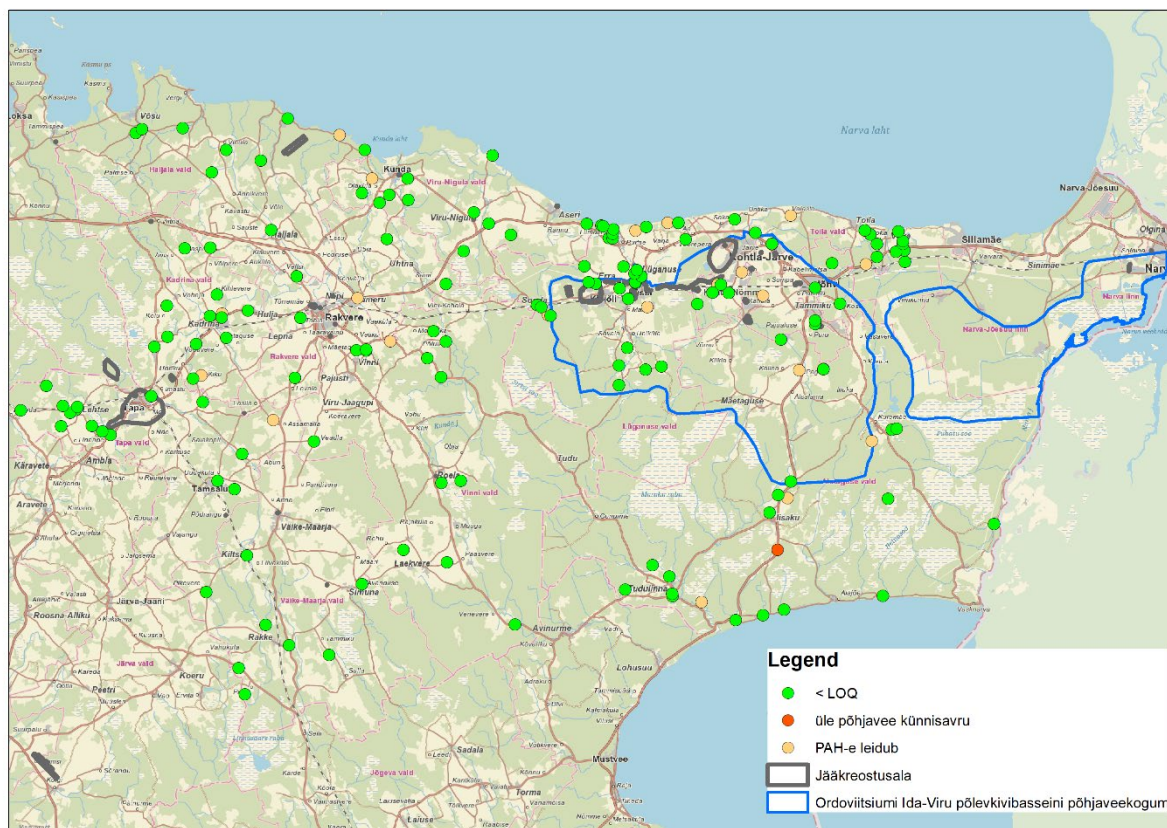
Polüaromaatsed süsivesinikud (PAH-id) koosnevad üksteisega liitunud benseenituumadest, mis ei sisalda heteroaatomeid ega asendusrühmi. PAH-ide hulka kuulub enam kui 300 ühendit, mis erinevad üksteisest benseenituumade arvu ja asetuse poolest molekulis (EKUK, 2015).

Tekivad kütuste ja muu orgaanilise materjali põlemise kõrvalproduktina, samuti orgaanilise aine mittetäielikul põlemisel. Peamisteks PAH-ide allikateks keskkonnas on tööstuslikud protsessid, liiklus ja kodune kütuse põletamine. PAH-e moodustub ka looduslike protsesside nagu metsatulekahjude, vulkaanipursete ning orgaanilise aine bakteriaalse lagunemise tulemusel (EKUK, 2015).

PAH-e kasutatakse värvide, plastiku valmistamisel, orgaanilistes pooljuhtides, insektiidi ja fungitsiidina, lõhkeainete valmistamisel. PAH-ide hulka kuuluvad mitmed veekeskkonnale prioriteetseks ohtlikuks aineks tunnistatud ühendid, nagu näiteks benzo(a)püreen, antratseen, naftaleen. Veekeskkonnas olulist mõju omavate ühendite hulka loetakse ühendeid järgmiselt: ühine EQS on kehtestatud benzo(a)püreenile, benzo(b)fluoranteenile, benzo(g,h,i)perüleenile, benzo(k)fluoranteenile, indeno(1,2,3-cd)püreenile. Eraldi norm on kehtestatud ühendipõhiselt antratseenile, fluoranteenile ja naftaleenile. Tulevikus tuleb PAH-e (benzo(a)püreen ja fluoranteen indikaatoritena) määrata elustikust, et saada õiget ülevaadet veekogude seisundist ja PAH-ide mõjust elustikule (DIR 2013/39/EÜ). PAH-e võib leiduda peaaegu kõigis vee liikides, nad adsorbeeruvad tahketele osakestele, kuid esinevad ka veefaasis. Osad neist on inimestele tugevalt kantserogeensete ja/või mutageensete omadustega (EKUK, 2015).

Erinevaid PAH-e eraldub välisõhku nii elektri- kui ka kaugküttejaamadest ning tahkete kütuste ümbertöötlemise tehastest (sh põlevkivi kaevanduse ja teiste kütuste ümbertöötlemise kateldest) ja seda leidub ka erinevate elektrienergia tootmiseks kasutatavate põlevkivi põletustehnoloogiate rakendamise tagajärjel tekkivates kolde- ja lendtuhkade fraktsioonides. Samuti leidub PAH-e kaevandustega seotud settebasseinide setetes (settetiikidest lähtuvas heitvees jäid sisaldused allapoole analüütilist määramispiiri 0,005 µg/l) ja õlitööstustest reoveepuhastisse suunatud reovees (EKUK, 2018) ning Kohtla-Järve poolkoksimaie nõrgvees.

Käesoleva uuringu raames leiti PAH-e üle määramispiiri 23 joogivee proovist (viie salvkaevust ning 11 puurkaevust Ida-Virumaal ning kolmest salvkaevust ning neljast puurkaevust Lääne-Virumaal). PAH-ide sisaldused ei ületanud ühtki joogiveele kehtestatud piirväärtust, kuid ühes Ida-Virumaa puurkaevus (2332P) tuvastati põhjavee künnisväärtuste ületamisi. Põhjavee künnisarvu ületamist kaevus 2332P on raske millegagi seostada, sest samast kaevust võeti ka kuus nädalat hiljem kordusproov, millest ei leitud PAH-ide sisaldusi üle määramispiiri.



Joonis 42. PAH-id joogivees.

Puurkaevudest leiti üle määramispiiri järgmisi PAH-e:

- 16037P – naftaleeni 0,01 µg/l ja püreeni 0,006 µg/l;
- 16592P – naftaleeni 0,039 µg/l;
- 19631P – benzo(a)püreeni 0,002 µg/l;
- 2251P – fenantreeni 0,011 µg/l, fluoreeni 0,008 µg/l, naftaleeni 0,006 µg/l ja püreeni 0,006 µg/l;
- 2332P – antratseeni 0,052 µg/l, atsenafteeni 0,029 µg/l, atsenaftüleenini 0,35 µg/l, benzo(a)antratseeni 0,01 µg/l, benzo(a)püreeni 0,03 µg/l, benzo(b)fluoranteeni 0,03 µg/l, benzo(k)fluoranteeni 0,05 µg/l, fenantreeni 0,3 µg/l, fluoranteeni 0,081 µg/l, fluoreeni 0,093 µg/l, krüseeni 0,012 µg/l, naftaleeni 0,24 µg/l, ja püreeni 0,057 µg/l;
- 2374P – naftaleeni 0,006 µg/l;
- 2481P – fenantreeni 0,008 µg/l;
- 3139P – atsenafteeni 0,008 µg/l, fenantreeni 0,012 µg/l ja naftaleeni 0,005 µg/l;
- 4079P – naftaleeni 0,005 µg/l;
- 4083P – fenantreeni 0,006 µg/l ja naftaleeni 0,008 µg/l;
- 4085P – naftaleeni 0,029 µg/l;
- 2619P – püreeni 0,01 µg/l;
- 2834P – püreeni 0,006 µg/l;
- 2925P – atsenaftüleenini 0,011 µg/l ja naftaleeni 0,05 µg/l;
- 3276P – atsenafteeni 0,008 µg/l ja atsenaftüleenini 0,014 µg/l.



Salvkaevudest leiti üle määramispiiri järgmisi PAH-e:

- 2885S – fenantreeni 0,005 µg/l;
- 2922S – naftaleeni 0,009 µg/l;
- 3046S – naftaleeni 0,005 µg/l;
- 3112S – naftaleeni 0,005 µg/l;
- 3125S – püreeni 0,017 µg/l;
- 2727S – naftaleeni 0,011 µg/l ja püreeni 0,006 µg/l;
- 3301S – naftaleeni 0,018 µg/l;
- 3317S – atsenafüleen 0,008 µg/l, benzo(k)fluoranteeni 0,002 µg/l, indeno(1,2,3-cd)püreeni 0,002 µg/l, dibenso(a,h)antratseeni 0,0023 µg/l, fenantreeni 0,011 µg/l, fluoranteeni 0,007 µg/l ja püreeni 0,013 µg/l.

10.1.3 Aromaatsed süsivesinikud – BTEX

- Benseen CAS 71-43-2
- Etüülbenseen CAS 100-41-4
- Tolueen CAS 108-88-3
- m,p-Ksüleen CAS 108-38-3; 106-42-3
- o-Ksüleen CAS 95-47-6

BTEX-id tähistavad kuut lenduvat aromaatsset ühendit: benseen, tolueen, etüülbenseen, m-ksüleen, p-ksüleen ja o-ksüleen, mis tavaliselt esinevad koos naftasaadustes. Tegemist on kergelt lenduvate monotsükliliste aromaatssete süsivesinikega, mida kasutatakse lahustitena ja teiste kemikaalide tootmiseks. Lenduvate omaduste tõttu ei püsi BTEX-i ühendid keskkonnas pikalt ning aitavad tuvastada hiljuti toimunud ainete kasutust (EKUK, 2015).

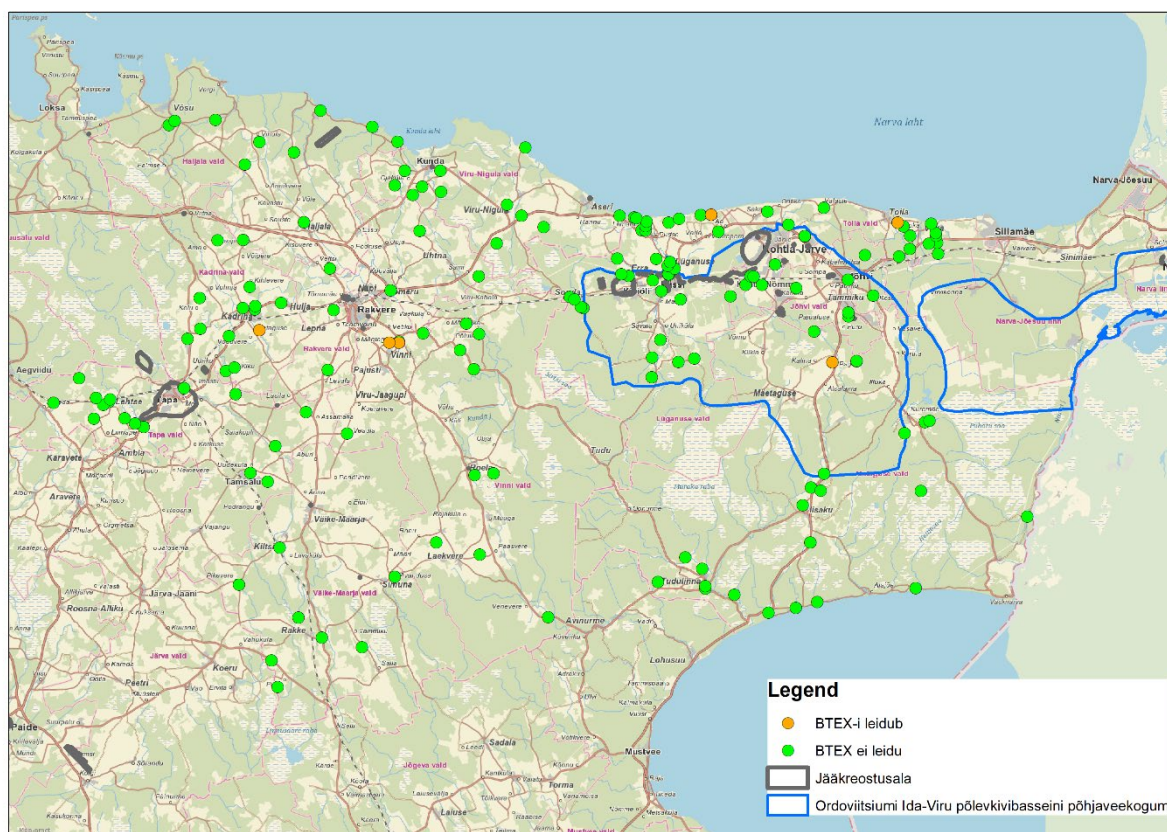
Põlevkiviõli tootmise tööstustest EKUK (2017) uuringu käigus võetud heitvee proovides jäi benseeni sisaldus allapoole analüütilist määramispiiri ja heitkoguseid ei arvatud. 2012 ja 2013 aasta seireandmete põhjal esines benseeni põlevkiviõli tootmisega seotud heitvees kuni 3,8 µg/l ja selle põhjal leitud arvutuslik benseeni aastane heitkogus oli 5,2 kg. Sama uuringu raames võetud põlevkivi kaevanduste heitveed ei sisaldanud benseeni analüütilisest määramispiirist 0,06 µg/l kõrgemates kontsentratsioonides ning heitkoguseid ei arvatud. Küll esines benseeni ühe kaevanduse settetiigi settes 0,03 mg/kg kuivaine kohta.

EKUK (2017) uuringu käigus võetud proovide põhjal suunatakse põlevkiviõli tööstusest reoveepuhastile 4603 kg benseeni aastas. Uuringus antud maksimumstsenariumi, mille puhul on võetud arvesse varasemaid omaseire andmeid, põhjal suunatakse reoveepuhastile 7781,3 kg benseeni aastas. Samuti sisaldasid benseeni õlitööstuse reovee ühtlustusmahuti setted – 5,8 mg/kg kuivaine kohta ning tsemenditööstuse õlipüüduri setted 0,82 mg/kg kuivaine kohta. Nimetatud setted antakse üle ohtlike jäätmete käitlejatele.

Põlevkivil baseeruva elektrienergia tootmisega seotud heitvee proovides oli tolueeni kontsentratsioon kuni 0,11 µg/l ning heitkoguseks hinnati 0,4 kg aastas (EKUK, 2018). EKUK (2017) uuringu käigus põlevkiviõli tootmise tööstustest võetud heitvee proovides jäi tolueeni sisaldus allapoole analüütilist määramispiiri ja heitkoguseid ei arvatud. 2012 ja 2013 aasta seireandmete põhjal esines tolueeni



põlevkiviõli tootmisega seotud heitvees kuni 1,5 µg/l ja selle põhjal leitud arvutuslik tolueeni heitkogus aastas oli 2,1 kg (EKUK, 2018b). EKUK (2017) uuringu raames põlevkivi kaevanduste heitvees võetud 3 proovist sisaldus tolueeni ühes proovis 0,11 µg/l ning kaevanduse põhiseks heitkoguseks hinnati 7 kg aastas. Samuti esines tolueeni ühe kaevanduse settetiigi settes 0,03 mg/kg kuivaine kohta.



Joonis 43. BTEX-i leidumine joogivees

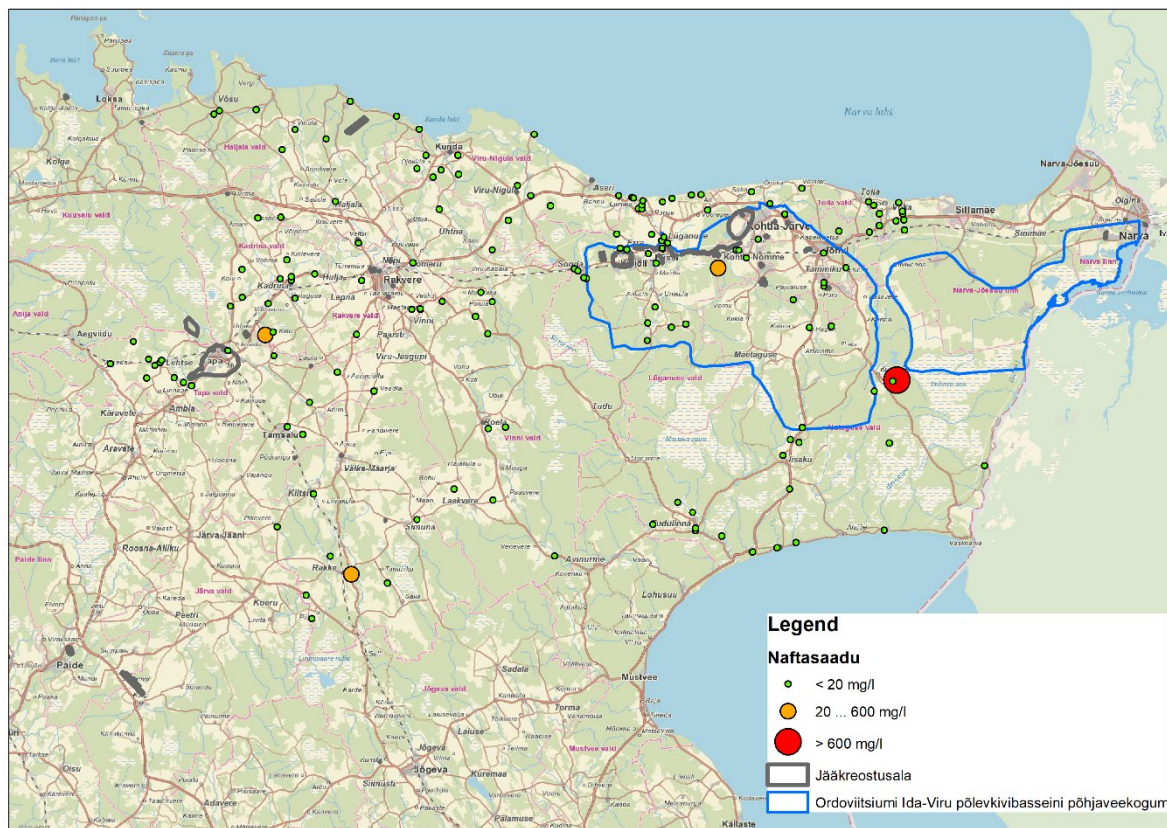
BTEX leiti üle määramispiiri kuuest joogivee proovist (kahest salvkaevust ning ühest puurkaevust Ida-Virumaal ning kolmes puurkaevust Lääne-Virumaal). Benseeni ei leitud ühestki joogivee proovist. Muude näitajate osas ühtki piirväärtust ei ületatud:

- Puurkaevust 16592P leiti etüülbenseeni 0,19 µg/l, tolueeni 0,15 µg/l ja m/p-ksüleenit 0,14 µg/l;
- Puurkaevust 2811P leiti tolueeni 0,12 µg/l;
- Puurkaevust 2812P leiti tolueeni 0,3 µg/l ja m/p-ksüleenit 0,11 µg/l;
- Puurkaevust 2859S leiti m/p-ksüleenit 0,24 µg/l ja o-ksüleenit 0,41 µg/l;
- Salvkaevust 3073S leiti o-ksüleenit 0,26 µg/l. Kaev asub Pühajõeest ca 400 m kaugusel, Pühajõe põhjasetted (JRA0000123) on reostunud teadaolevalt naftasaaduste ja põlevkiviõlidega;
- Salvkaevust 3134S leiti o-ksüleenit 0,25 µg/l.

10.1.4 Naftasaadused (C₁₀ – C₄₀ süsivesinikud)

C₁₀ – C₄₀ süsivesinikud ehk juriidilistes terminites “Naftasaadused” on ainegrupp, mis koosneb tuhandetest individuaalsetest süsivesinikest (enamasti alkaanid, tsükloalkanid, aromaatsed ühendid), mille keemistemperatuurid jäävad vahemikku 174 – 525 °C. Neid kasutatakse üldise indikaatorina kütuse- ja kemikaalireostuste hindamisel veekeskkonnas. C₁₀ – C₄₀ süsivesinikke

sisaldavad segud ja tooted on ohtlikud ning seetõttu on nende kasutus kontrollitud ja reguleeritud seadusandlikul tasandil. Peamisteks kasutusallikaks on vedelkütused (s.h kerge ja raske kütteõli, määrdeõli, lahustid ja muud kemikaalid (EKUK, 2018b).



Joonis 44. Naftasaadused joogivees

Naftasaadusi leiti üle määramispiiri kokku seitsmest joogivee proovist (kolmest puurkaevust Ida-Virumaal ning kolmes puurkaevust ja ühest salvkaevust Lääne-Virumaal). Kõik leiud ületasid põhjavee künnisväärtust 20 µg/l ning puurkaevus 4080P tuvastati ka põhjavee piirarvu ületamine – 630 µg/l.

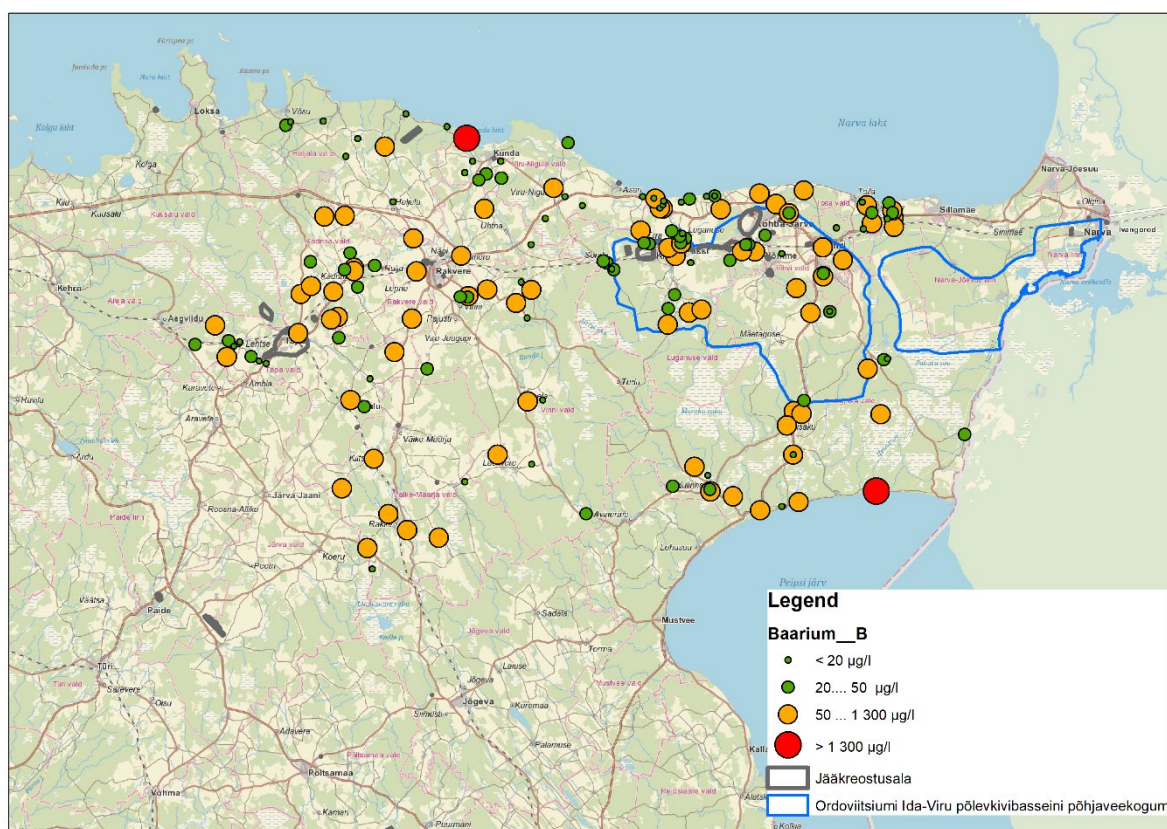
- Puurkaev 16592P – naftasaadused joogivees 25 mg/l, asub Ahtme mnt 88 ABT jääkreostusobjektist (JRA0000078) ca 5,5 km edela suunas;
- Puurkaev 2200P – naftasaadused joogivees 45 mg/l, lähipiirkonnas teadaolevaid jääkreostusalasid ei ole;
- Puurkaev 2458S – naftasaadused joogivees 25 mg/l, asub Tamsalu liiprilammutustehase põhjaveereostuse (JRA00000067) alast ca 2,3 km kirde suunas;
- Puurkaev 2765P – naftasaadused joogivees 70 mg/l, asub Tapa Männiku raketidivisjoni jääkreostusobjektist ca 2,2 km lääne suunas ning Tapa lennuvälja jääkreostusobjektist (JRA00000001) ca 4,8 km kirde suunas.
- Puurkaev 2895P – naftasaadused joogivees 45 mg/l, asub Kohtla-Nõmme Autokummide remonditehase jääkreostusalast (JRA00000121) ca 1,5 km lõuna suunas ning Kohtla jõe reostunud põhjasetetest (JRA0000080) ca 2,2 km lõuna suunas. Kaevust ca 5 - 6 km kaugusele lääne suunas jäävad veel Rutiku osaliselt põlenud aheraineladest (JRA0000036) ja Sompä põlenud aheraineladest (JRA0000035)



- Salvkaev 3117S – naftasaadused joogivees 25 mg/l, asub Tapa Männiku raketidivisjoni jääkreostusobjektist ca 3,3 km lääne suunas ning Tapa lennuvälja jääkreostusobjektist (JRA00000001) ca 5,9 km kirde suunas.
- Puurkaev 4080P – naftasaadused joogivees 630 mg/l, lähipiirkonnas teadaolevaid jääkreostusalasid ei ole. Võimalik, et tegemist lokaalse reostusega.

10.1.5 Baarium

Põhja- ega joogivees baariumi sisaldus Eestis piiratud ei ole. Reostusuuringutes kasutatav Keskkonnaministri määrus nr 39 „Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused“ esitab baariumi künnisarvuks 50 µg/l ja piirarvuks 7000 µg/l. Baarium esineb looduslikult pinnastes, kivimites ja põlevkivis. Baariumi sisaldus oli EKUK (2017) uuringu raames põlevkivist võetud proovides 32 ja 27 mg/kg kuivaine kohta. Seetõttu esineb baariumi ka põlevkivi termilise töötlemise käigus tekkivates kõrvalsaadustes ja jäätmetes: tuhas, poolkoksis, fuussides, fenoolvees. Baarium jõuab põlevkivi töötlemise tootmisprotsessides kasutatava ja tekkiva ning kaevandamisel väljapumbatava vee kaudu tööstuste heit- ja reoveeringlusse, kust see suunatakse sõltuvalt vee kvaliteedist kas heitvee väljalaskude kaudu pinnavette või regionaalsesse reoveepuhastisse (EKUK, 2018b).



Joonis 45. Baarium joogivees.

Põlevkiviõli tootmisest lähtuv baariumi heitkogus pinnavette on 284 kg aastas (EKUK 2017). Sellest 165 kg baariumi heidet lähtub ühtsest heitvee ringlussõlmest, mida kasutab nii põlevkiviõli kui elektrienergia tööstus reoveepuhastisse (EKUK, 2018b).

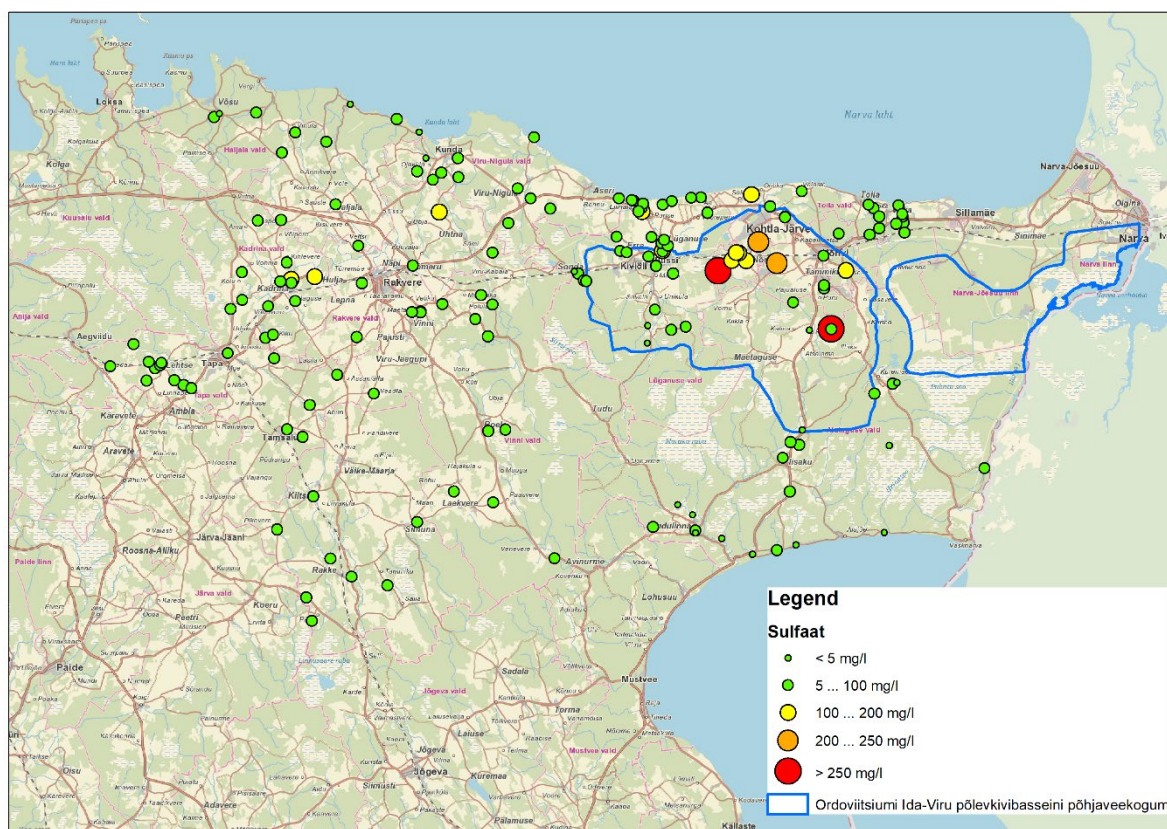
Õlitööstuste reovee kaudu reoveepuhastisse suunatavaks baariumi heitkoguseks hinnati EKUK (2017) uuringus kasutatud varasemalt võetud proovide tulemuste ja uuringu käigus heitvees määratud

kontsentratsioonide põhjal 131 - 154 kg/a. Baariumi esinemist reovees indikeerivad ka reovee ühtlustusmahuti settes sisalduvad baariumi kontsentratsioonid, mis EKUK (2017) uuringu põhjal oli kuni 250 mg/kg kuivaine kohta.

Eestis kaevandatakse põlevkivi nii allmaa kaevandustes kui ka karjäärides. Kaevandusveed kogutakse settebasseinidesse (tiikidesse) ja sealt edasi suunatakse otse loodusesse ehk pinnavette. EKUK (2017) uuringu raames põlevkivi kaevandamisel väljapumbatavast veest võetud proovides jäid baariumi kontsentratsioonid vahemikku 34 – 92 µg/l (st ei ületanud pinnaveele kehtestatud piirväärtust 100 µg/), arvutuslik aastane heitkogus on 7 416 – 8 819 kg. Samuti leidis baariumi kolme kaevanduse settetiigi settes 79-230 mg/kg kuivaine kohta, mis suunati reoveepuhastisse (EKUK, 2018b).

Baariumit ei leitud üle määramispiiri 44 joogivee proovist. Baariumi sisaldused ületasid põhjavee künnisarvu (50 µg/l) 72 juhul ning kahest joogivee proovist leiti baariumi ka üle WHO soovitusliku piirväärtuse joogiveele (1 300 µg/l).

10.1.6 Sulfaadid



Joonis 46. Sulfaadid joogivees

Sotsiaalministri määruses nr 61 toodud piirväärtust ja keskkonnaministri määruses nr 48 toodud sulfaadi läviväärtust (250 mg/l) oli ületatud kokku kahes joogivee proovis (kahes puurkaevus Ida-Virumaal üle ujutatud kaevanduste aladel).

Suletud ja veega täitunud kaevanduste mõju põhjavee kvaliteedile on täpsemalt analüüsitud peatükis 9. Joogivee piirnorme ületavad sulfaadisisaldused leiti kahest suletud kaevanduste piirkonnas paiknevast puurkaevust (2895P ja 4079P).



10.2 Järeldused

- Käesoleva uuringu üheks ülesandeks oli hinnata põlevkivitööstuse mõju omaveevärkide joogiveele. Lähteülesande kohaselt oleks pidanud jagunema kaevud nii põlevkivitööstuse piirkonnas kui ka kontroll-aladel võrdselt, põlevkivi kaevandused ja karjäärid paiknevad põhiliselt Ida-Virumaal, Lääne-Virumaale jääb vaid Ubja vana kaevandus ja praegune Ubja karjäär.
- Põlevkivitööstuse mõju all olevad pinnaveekogumid on Ida-Eesti veemajanduskava järgi valdavalt kesises või halvas seisundis. Põlevkivitööstusega seotud kaevandamine mõjutab otseselt pinna- ja põhjaveevaru kogust ja selle kvaliteeti. Kaevandatud aladel kanduvad saasteained põhjavees kiiremini laiali. Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivibasseini põhjaveekogumi keemiline seisund on ja Lasnamäe-Kunda veekihi omadused on muutunud kaevandamise lõpetamise järel joogiveeallikana ilmselt vähemsobivaks (Maves, 2014).
- Ida-Virumaa suletud kaevanduste piirkonnas kaevandamisajal inimeste joogiveevarustuseks rajatud puurkaeve joogiveeallikana täna enamasti enam ei kasutata, sest inimesed saavad oma joogivee ühisveevärgist, mille veekvaliteet on nõuetekohane.
- Fenooli leiti üle määramispiiri kokku kuuest joogivee proovist (kahest salvkaevust ning kahest puurkaevust Ida-Virumaal ning ühest salvkaevust ning ühest puurkaevust Lääne-Virumaal). Fenoolide sisaldused ületasid põhjavee künnisväärtust puurkaevudes tunnustega 2675P ja 3139P, teistes proovides ühegi piirväärtuse ületamisi ei tuvastatud. Põlevkivitööstuse mõju avaldus kahele salvkaevule (3046S ja 3049S), mis asuvad Kukruse kaevandusest ja Kukruse põlenud aheraineladestust (JRA00000042) ca 1,1 km kaugusel põhja suunas.
- Käesoleva uuringu raames leiti PAH-e üle määramispiiri 23 joogivee proovist (viie salvkaevust ning 11 puurkaevust Ida-Virumaal ning kolmest salvkaevust ning neljast puurkaevust Lääne-Virumaal). PAH-ide sisaldused ei ületanud ühtki joogiveele kehtestatud piirväärtust, kuid ühes Ida-Virumaa puurkaevus (2332P) tuvastati põhjavee künnisväärtuste ületamisi. Põhjavee künnisarvu ületamist kaevus 2332P on raske millegagi seostada, sest samast kaevust võeti ka kuus nädalat hiljem kordusproov, millest ei leitud PAH-ide sisaldusi üle määramispiiri.
- BTEX leiti üle määramispiiri kuuest joogivee proovist (kahest salvkaevust ning ühest puurkaevust Ida-Virumaal ning kolmes puurkaevust Lääne-Virumaal). Benseeni ei leitud ühestki joogivee proovist. Muude näitajate osas ühtki piirväärtust ei ületatud. Kui enamuses kohtades ei olnud BTEX-i leidumist joogivees võimalik otseselt seostada, siis salvkaev 3073S asub Pühajõe ca 400 m kaugusel. Pühajõe põhjasetted (JRA0000123) on reostunud teadaolevalt naftasaaduste ja põlevkiviõilidega;
- Naftasaadusi leiti üle määramispiiri seitsmest joogivee proovist (kolmest puurkaevust Ida-Virumaal ning kolmes puurkaevust ja ühest salvkaevust Lääne-Virumaal). Kõik leiud ületasid põhjavee künnisväärtust 20 µg/l ning puurkaevus 4080P tuvastati ka põhjavee piirarvu ületamine – 630 µg/l. Osa naftasaaduste leidumisi on seostatavad piirkonnas asuvate jääkreostusaladega. Puurkaevu 4080P puhul on võimalik, et tegemist on lokaalse reostusega.
- Baariumit ei leitud üle määramispiiri 44 joogivee proovist. Baariumi sisaldused ületasid põhjavee künnisarvu (50 µg/l) 72 juhul ning kahest joogivee proovist leiti baariumi ka üle WHO soovitusliku piirväärtuse joogiveele (1 300 µg/l).
- Sotsiaalministri 24.09.2019.a. määruses nr 61 toodud piirväärtust ja keskkonnaministri 01.10.2019.a. määruses nr 48 toodud sulfaadi läviväärtust (250 mg/l) oli ületatud kokku kahes joogivee proovis (kahes puurkaevus Ida-Virumaal üle suletud põlevkivikaevanduste aladel).



- Kokkuvõtlikult saab tõdeda, et põlevkivitööstuse mõju omaveevärgide joogiveele on keeruline hinnata, sest suletud kaevanduste piirkonnas, kus on põhjavee ja ka joogivee sulfaatide sisaldused kõrgemad, on enamik inimesi tänaseks liitunud ühisveevärgiga. Põlenud aheraineladestute ümbruses on teatavat veekvaliteedi halvenemist näha, kuid ei saa väita, et piirkonna veekvaliteet erineks oluliselt teistest jääkreostusallikatega seotud piirkondadest muus osas kui tekkepõhjuses.



11 Ettepanekud olukorra parendamiseks

Täiendavad uuringud veeseaduse ning keskkonnaministri 31.07.2019.a. määruse nr 31 „Kanalisatsiooniehitise planeerimise, ehitamise ja kasutamise nõuded ning kanalisatsiooniehitise kuja täpsustatud ulatus“ muutmiseks

Uuringu käigus selgus, et mikrobioloogilise reostuse leidumise tõenäosus joogivees sõltub põhjavee kaitstusest, omapuhasti hooldusest ning lekkekindlusest (vt ptk 6). Täpsustamist vajab omapuhasti kuja ning joogivee saamiseks kasutatava puur- või salvkaevu vaheline kaugus, mis välistaks mikrobioloogilise saastuse levimise. Mikrobioloogilise reostuse levik ja tõenäoline sattumine joogi- ning põhjavette sõltuvad eelkõige pinnase hüdrogeoloogilistest omadustest (sh paksusest), vee liikumissuunast pinnases ning puhasti paiknemisest kaevu suhtes. Ettepanek on teha täpsustavad uuringud põhjavee kaitstuse, joogivee kvaliteedi ning reoveepuhasti kuja omavaheliste seoste väljaselgitamiseks kolmel pilootalal Eestis.

Uuringu eeldatav maksumus on 200 000 eurot.

Investeeringisvajadused

Ettepanekute tegemisel investeeringisvajaduste plaanimiseks on eelduseks võetud, et:

- hajaasustuspiirkondades saab omaveevärkidest vett ligikaudu 12% Eesti elanikkonnast (ca 160 000 inimest) ehk ca 70 000 leibkonda, mis omakorda jagunevad ca 24 000 salvkaevu ning ca 46 000 puurkaevu vahel;
- valdav osa kaevudest teenindas 1...5 inimest;
- käesolevas uuringus oli puurkaevude mediaansügavus 30 meetrit ning salvkaevude mediaansügavus 5,6 meetrit;
- uuringu valim kirjeldab ka uuringust välja jäänud omaveevärkide seisukorda. Uuringusse kaasatud kaevude seisukorda on täpsemalt kajastatud peatükis 4;
- kaevude vastavusse viimine keskkonnaministri määruse nr 43 nõuetega. Meetme eeldusena on arvestatud, et välja vajavad vahetamist a) puurkaevud, mis on üle 40.a. vanad ja/või mis ei vasta keskkonnaministri 09.07.2015.a. määruse nr 43 nõuetele ning b) salvkaevud, mille veetootlikkus ei rahulda tarbija vajadusi (ei arvestatud tehniliste probleemidega) ja/või ei vasta keskkonnaministri 09.07.2015.a. määruse nr 43 nõuetele. Hinnanguliselt vajavad väljavahetamist ca 30 000 kaevu ning hooldustöid ca 18 000 kaevu. Uute kaevude rajamise meetme maksumuse arvutamisel võeti aluseks, et keskmine puurkaev maksab ca 5 000 eurot, millele lisanduvad veel veetõsteseadmed ca 2 000 eurot ning veetorustik 700 eurot (kokku 7 700 eurot), hooldustööde maksumusel on võetud aluseks hinnanguline maksumus 1 500 eurot. Ca 20 600 puurkaevu puhul on arvestatud ka vana kaevu tamponeerimise vajadusega (maksumus 1 000 eurot);
- veetöötuse vajaduse hindamisel on aluseks võetud raua ning mangaani osas mitterahuldavate joogiveeproovide osakaal eeldusega, et keskmine veetöötlusseadme maksumus on 1 650 eurot (vahemik võib kõikuda koos paigaldusega 1000-3500 euro vahel);



- meetmed mikrobioloogilise reostuse põhjuste väljaselgitamiseks ning saastuse vältimiseks sisaldavad uuringuid reostuse põhjuste väljaselgitamiseks, kaevude ning veevärgi puhastamist (hooldust) ning vajadusel ka täiendavate veetöötlusseadmete (nt, UV-seade) kasutuselevõttu (arvestuslik maksumus 1 200 eurot). Eraldi reana on välja toodud kanalisatsioonirajatiste korrastamise vajadus (arvestuslik maksumus 4 700 eurot), millele on viidatud ka Infragate Eesti AS (2014) töös.

Tabel 14. Investeeringuvajadused

Meede	Maksumus kokku (eurot)	Sh, kaitsmata või nõrgalt kaitstud põhjaveega aladel (eurot)
Kaevude vastavusse viimine keskkonnaministri määruse nr 43 nõuetega	28 104 366	13 209 052
Uute kaevude rajamine	151 214 007	71 070 583
Veetöötlusseadmete paigaldamise vajadus	39 767 964	18 690 943
Mikrobioloogilise reostuse väljaselgitamine ja vältimine	40 155 689	18 873 174
Kokku investeeringud omaveevärkidesse	259 242 026	121 843 752
Investeeringud kanalisatsioonirajatistesse	63 424 839	29 809 674
Investeeringuvajadus kokku	322 666 865	151 653 427

Tabelis 14 toodud investeeringuvajadused on esitatud koos käibemaksuga. Meetmete prioritseerimisel tuleb arvesse võtta joogivee kvaliteeti, põhjavee kaitstust ning mikrobioloogilise reostuse põhjust. Investeeringute kavandamisel on soovitatav:

- eelisjärjekorras teha investeeringuid nõrgal kaitstud või kaitsmata põhjaveega aladel;
- mikrobioloogilise reostuse korral esmalt välja selgitada reostuse põhjus;
- soodustada mitme lähestikku paikneva majapidamise liitmist üheks veevärgiks. Selline lähenemine võimaldab kokku hoida nii investeeringutelt kui ka hoolduskuludelt. Lahenduse sobivus tuleb välja selgitada alternatiivide analüüsi käigus. Veevärgi omandisuhted ning haldamine tuleb fikseerida võlaõigusseaduses sätestatud korras;
- anda soodustingimustel abi allpool vaesuspiiri elavatele leibkondadele.

Andmebaaside korrastamise vajadus

Kaevude ning reoveepuhastite kohta kogutakse Eestis andmeid peamiselt kolme andmebaasi:

- Ehitisregistrisse (<https://www.ehr.ee/>),



- Keskkonnaregistrisse (<http://register.keskkonnainfo.ee/>)
- VEKA-sse (<https://veka.keskkonnainfo.ee/>).

Ehitisregistrisse kaevude kohta andmete sisestamine peaks olema standardiseeritud. Ehitisregister on andmebaas, mis koondab endas erinevate ehitiste ja tehnosüsteemide andmeid. Käesoleval ajal ei ole võimalik registrist usaldusväärseid väljavõtteid kaevude kohta teha, sest lisaks eksimustele ehitise kasutamise otstarvete koodide sisestamisel ei selgu ka vabakirjalisest lahtrist „Nimetus“ kaevu otstarve ning kasutusvaldkond.

Nimetatud andmebaasidel on küll erinevad eesmärgid, kuid kõik nad koondavad sarnaseid andmeid. Võttes aluseks, et keskkonnaregister koondab andmeid kõigi veekaitseliselt oluliste ehitiste kohta (sh, kaevud ning reoveepuhastid), on dubleerimise vähendamiseks mõistlik kanda suurkaevud jm keskkonnakaitselise seisukohalt olulised rajatised esmalt keskkonnaregistrisse, millest omakorda on võimalik kanda ehitise arvele võtmiseks vajalikud andmed Ehitisregistrisse.

Soovitav on luua ühendus Ehitisregistri ning erinevate keskkonnavalaste andmebaaside vahel, mis võimaldaks Ehitisregistri andmeid üle kanda ning aitaks vähendada nii andmebaaside dubleerimist kui ka kohalike omavalitsuste ja Keskkonnameti halduskoormust.

Omaveevärkide- ning omapuhastite käitajate teadlikkuse suurendamine

Omaveevärkide ning -puhastite kohapealse ülevaatamise ajal jäi läbiva probleemina silma käitajate teadmiste puudulikkus. Uuringu tegijate hinnangul on käitajate kompetentsuse suurendamiseks vaja:

- **avalikkuse teavitamine** – käesoleval ajal on joogivee alase teavitustegevuse kandev roll Terviseametil, kes on oma kodulehel pühendanud ka eraldi lehekülje (<https://www.terviseamet.ee/et/keskkonnatervis/inimesele/joogivee-ohutus>) joogivee ohutuse alase teabe edastamiseks. Paraku on antud lehekülj küllaltki lakooniline. Käesoleva uuringu raames koostasid nii Terviseameti kui ka Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ spetsialistid mitmeid teavituslehti, mis võiks samuti olla Terviseameti kodulehelt vabalt kättesaadavad. Lisaks tuleks sinna koondada erinevat informatsiooni nii levinumate probleemide kohta omaveevärkides kui ka soovitusi nende lahendamiseks. Omapuhastite alast teavitustegevust on osaliselt teinud nii Keskkonnaministeerium kui ka Keskkonnamet, kuid ka KOV-id. Võttes arvesse, et KOV-id vastutavad oma territooriumil veekäitluse korraldamise eest, peaks ka nende roll olema kohalikul tasandil suurem. Osa KOV-e (nt Saku, Lääne-Harju, Saaremaa ja Elva vallad) on oma kodulehtedele lisanud ka juhiseid omapuhastite rajamise kohta.
- **soodustada infovahetust** – lihtsaim viis selleks on luua veebipõhine keskkond, kus omaveevärkide ning -puhastite käitajad saavad kogemusi jagada ning ka teistelt asjatundjatelt (projekteerijad, ehitajad, tehnoloogid, õppejõud) vajaduse korral nõu küsida;
- **muuta kättesaadavaks eestikeelne tõrkeotsingusüsteem** – tõrkeotsingusüsteemid võimaldavad leida kiireid lahendusi tekkinud probleemidele. Kuigi on saadaval mitu ingliskeelset tõrkeotsingukäsiraamatut, on ekspertide hinnangu kohaselt eestikeelset tõrkeotsinguteatmikku väga vaja. Paljusid probleeme, mida nii omaveevärkide kui ka omapuhastite puhul täheldati, oleksid käitajad olnud ise suutelised lahendama, kuid neil



olnuks kohta, kust abi otsida. Käesoleva uuringu raames tõrkeotsinguteatmiku vajadust eraldi ei analüüsitud ning soovitused põhinesid subjektiivsetel arvamustel;

- **luua kompetentsikeskus**, millesse koondataks veesektoriülene teave ning millest kujuneks kontaktpunkt kohalike omavalitsuste, omaveevärkide käitajate, vee-ettevõtete, teadusasutuste ja muude veesektoriga seotud asutuste jaoks. Kompetentsikeskuse ülesandeks peaks saama ka projekteerimismääruste väljatöötamine ning veekäitlejate nõustamine nii puhastite kui ka veevõrkide käitamise kui ka muude veesektori arengu seisukohast oluliste küsimuste lahendamisel.

Järelevalve korraldamine

Uuringu käigus selgus, et ligi 71 % omaveevärkide joogiveest ei vastanud sotsiaalministri määruses nr 61 kehtestatud kvaliteedikriteeriumitele, kusjuures olukord oli sarnane nii puurkaevude kui ka salvkaevude lõikes. Põhjused, miks joogivesi nõuetele ei vastanud, saab lihtsustatult jagada kaheks – põhjavee kvaliteedist tulenevad (nt, kõrge raua sisaldus põhjavees) ja tarbija tegevused (nt, puudulik veetöötlus, hooldamata kaevud, reostus omapuhastitest).

Võttes aluseks rahvatervise seaduse § 4 punkti 3 (joogivesi peab olema tervisele ohutu) ja Veeseadusega seatud põhjavee kaitselised eesmärgid ning joogivee kvaliteedile esitatavad nõudmised (Sotsiaalministri määrus nr 61), on ilmne, et ka omaveevärkide nõuetelevastavust tuleb jälgida ning tõhustada nõustamist.

Nõuetele vastavuse jälgimisel korraldamisel peab arvesse võtma, et sotsiaalministri (24.09.2019) määrust nr 61 ei kohaldata omaveevärkidele, kust võetakse vett alla 10 m³ ööpäevas või mida kasutab vähem kui 50 inimest (v.a. juhul, kui joogiveega varustamine on osa ettevõtja majandustegevusest või avalik-õiguslikust tegevusest). Teisalt ei ole ka ratsionaalne suunata ressursse joogivee kvaliteedi regulaarseks kontrollimiseks omaveevärkides, kui kontrolli tulemusena saab näiteks tõdeda, et veevärg vajab investeeringuid, mida saab teha vaid kinnistu omanik (joogivee tarbija). Sanktsioonide rakendamine sellisel juhul oleks aga absurdne.

Eelnevat arvesse võttes **on mõistlik omaveevärkide nõuetelevastavust jälgida ja suunata läbi planeeringute ning kohtkäitluseeskirjade kontrolli**, võttes eesmärgiks reostuse ennetamise ning reostusohlike situatsioonide vältimise:

- Planeeringute ning ehitustegevuse korraldamise kaudu on võimalik ennetada selliste kaevude kasutuselevõttu, mis ei vasta keskkonnaministri 09.07.2015.a. määruse nr 43 nõuetele, tagada kaevu ning kanalisatsiooniehitiste vahelist nõutavat kaugust (vt veeseadus ja keskkonnaministri 31.07.2019.a. määrus nr 31) ning ennetada seeläbi ka võimalikku joogi- ning põhjavee reostust.
- Olenemata reoveepuhasti suurusest peab olema see lekkekindel (vt ka veeseaduse § 124) ning kõigis kohtpuhastites tekib puhastusprotsessi käigus jäätmeid, mis vajavad edasist käitlemist. Reovee kohtkäitluse ja äraveo eeskirjad seavad raamistiku nende jäätmete käitlemiseks, kusjuures kinnistu valdaja peab säilitama pargimisteenuse kasutamist tõendavat kviitungit kaks aastat. Käesolevas uuringus tuvastati seos reoveepuhasti lekkekindluse, kohtpuhastusjäätmete kasutamise ning mikrobioloogilise saastuse vahel (vt ka ptk 6.5). Kuigi reoveepuhasti lekkekindlust on visuaalsel vaatlusel väga keeruline kindlaks teha, on võimalik kontrollida, kas on rajatud nõuetekohased reoveekäitlusrajatised (vt ka veeseaduse § 102-104,



124-128 ja 154 ning keskkonnaministri 31.07.2019.a. määrus nr 31) ning kas neid ka hooldatakse lähtuvalt reovee kohtkäitluse ja äraveo eeskirjadest ja seeläbi vähendada joogivee mikrobioloogilise saastumise ohtu.

Joogivee kvaliteedi alast kontrolli saavad teha eelkõige omaveevärgi kasutajad, kellel on võimalik pöörduda kahtluste korral erinevate laborite poole. Seda, kuidas proove võtta ning milliseid analüüse teha, on käsitletud täpsemalt juhendis „Juhend hajaasustuspäikeskonnas paiknevate majapidamiste kaevude joogivee nõuetekohasuse saavutamiseks ja terviseohutuse tagamiseks“. Juhul, kui omaveevärgi joogivee kvaliteediga on probleeme, saab abi Terviseametilt, kes annab soovitusi terviseohu kõrvaldamiseks.

Käesoleval ajal puudub otsene kohustus teostada järelevalvet omaveevärgide joogivee kvaliteedi üle:

- Veeseaduse § 85 lõike 2 üle teeb riiklikku joogivee kvaliteedi alast riiklikku järelevalvet Terviseamet (määratud pädevaks asutuseks veeseaduse § 92 alusel), kuid ameti kohustuseks ei ole teha järelevalvet isiklikule veevärgile, kust võetakse vett alla 10 m³ ööpäevas või mida kasutab vähem kui 50 inimest (välja arvatud juhul, kui joogiveega varustamine on osa ettevõtja majandustegevusest või avalik-õiguslikust tegevusest). Omaveevärgide osas on Terviseametile seatud vaid nõustamise kohustus.
- Kuigi kohaliku omavalitsuse korralduse seaduse § 6 lõige 1 seab omavalitsusüksuste ülesandeks korraldada veevarustust ja kanalisatsiooni oma territooriumil ning keskkonnajärelevalve seaduse § 6 lõige 1 annab talle koos veeseaduse §250 lõikega 5 õiguse teostada ka riiklikku järelevalvet veeseaduse alusel reovee kohtkäitluse ja äraveo nõuete täitmise hindamiseks, ei ole joogivee kvaliteedi alane järelevalve käesoleval ajal nende kohustuseks.
- Keskkonnainspeksioon teostab veeseaduse kohast järelevalvet hüdrogeoloogiliste töödele (§ 208-210) koos Keskkonnaameti ning reovee kohtkäitluse ja äraveo nõuete täitmisele (§ 104 lõike 7 alusel) koos kohalike omavalitsustega.

Ettepanekute tegemisel järelevalve korraldamiseks on lähtutud neljast stsenaariumist.

A. Omaveevärgide nõuetelevastavust hakkab jälgima kohalik omavalitsus

Eelised:

- KOV-ide kohustuseks on korraldada veevarustust ja kanalisatsiooni oma territooriumil ning kooskõlastada oma territooriumil toimuv ehitustegevus. Sellest johtuvalt peaks neil olema ka kõige täpsem ülevaade oma territooriumil olevatest veesüsteemidest.
- KOV-idel peab olema usaldusväärne ülevaade nende haldusterritooriumil kasutatavatest kohtkäitlussüsteemidest ja nende seisukorrast, et vältida kohtkäitlussüsteemidest reostuse levimist joogivette. Samuti on neile antud teostada ka riiklikku järelevalvet veeseaduse alusel reovee kohtkäitluse ja äraveo nõuete täitmise hindamiseks.

Puudused:



- Puudu on spetsialistidest, kes tunneksid nii joogi- kui ka reovee käitlust. Olemasolevate (keskkonna-) spetsialistide koormus on jagunenud eri valdkondade (nt, jäätmekäitlus, veevarustus) vahel.
- Puuduvad atesteeritud proovivõtjad.

B. Omaveevärkide üle hakkab järelevalvet tegema Terviseamet.

Eelised:

- Terviseamet juba teostab riiklikku joogivee kvaliteedi alast järelevalvet. Proovivõtjad on atesteeritud proovivõtjad joogivee valdkonnas.
- Terviseametil on olemas oskusteave ning amet tegeleb ka täna omaveevärkide nõustamisega

Puudused:

- Terviseametil puudub asjakohane ülevaade hajaasustuspiirkondade omaveevärkidest.
- Veespetsialistid on juba täna ülekoormatud. Puudu on spetsialistidest, kes tunneksid ka reoveekäitlust.
- Riiklik järelevalve individuaalsete kaevude joogivee kvaliteedi üle ei ole otstarbekas

C. Omaveevärkide üle hakkab järelevalvet tegema Keskkonnainspeksioon.

Eelised:

- Olemas atesteeritud proovivõtjad ning veekäitluse kohane pädevus.

Puudused:

- Keskkonnainspeksioonil puudub asjakohane ülevaade hajaasustuspiirkondade omaveevärkidest.
- Veespetsialistid on juba täna ülekoormatud.
- Riiklik järelevalve individuaalsete kaevude joogivee kvaliteedi üle ei ole otstarbekas

D. Järelevalvet ei tehta

Eelised:

- Järelevalvele eraldi raha ei kulutata.

Puudused:

- Jätkub põhjavee lokaalne reostamine.

Stsenaariume võrreldes on selge, et ainsana omab hajaasustuse majapidamiste rajatistest ülevaadet kohalik omavalitsus. Kuigi nii Terviseametis kui ka Keskkonnainspeksioonis on olemas järelevalve kogemusega spetsialistid, on ülimalt keeruline teostada järelevalvet ilma piirkonna tervikpildist ülevaadet omamata. See on aga KOV-i vastutusala. Omaveevärgi nõuetelevastavuse riiklik järelevalve on põhjendatud vaid juhtudel, kui nõuete rikkumine põhjustab keskkonnaseisundi halvenemist.



Inimese tervise kaitseks peaks riik eelkõige ressursse suunama nõustamisse ja toetamisse, et inimesed teaksid, mis põhjustab joogivee kvaliteedi langust, kuidas seda ära hoida või parandada ning neil oleks vahendeid vajadusel vastavaid investeeringuid teha.

Ettepanekud järelvalve tõhustamiseks:

- **Veekäitlust hajaasustuspriirkondades tuleb vaadelda ühtse tervikuna ning see peab olema kohaliku omavalitsuse hallata** – omapuhastite seisukord mõjutab nii põhja- kui ka joogivee kvaliteeti (vt ka ptk 6). Ka täna kooskõlastab KOV pea kogu tema territooriumil aset leidvat ehitustegevust ning sellest johtuvalt on neil ainsana terviklik ülevaade sanitaarkaitse- ning kuja nõuete täitmisest. Läbi ühisveevärgi- ja kanalisatsiooni arengukavade koostamise (sh asjakohaste ülevaadete ja finantsprognooside tegemise) läbi omavad KOV-id parimat ülevaadet perspektiivsetest muutustest nii reoveekogumisalade (RKA-de) lõikes kui ka väljaspool reoveekogumisalasid. Samuti on neil kohustus teostada järelvalvet reovee kohtkäitluse ja äraveo nõuete täitmise hindamiseks. **Omaveevärgide joogivee kvaliteedi jälgimist on mõistlik korraldada ainult läbi planeeringute ning kohtkäitluseeskirjade kontrolli**, võttes eesmärgiks reostuse ennetamise ning reostusohlike situatsioonide vältimise.
- **Pädevuse tõstmine** – nii joogiveekäitlus kui reoveepuhastamine on küllaltki tehnilised valdkonnad ning eeldavad muuhulgas arusaamist nii veeringest tervikuna (sh nt, reostuse levimine põhjavette) kui ka veemajanduse planeerimise ning korraldamisega seotud probleemistikust. Käesoleval ajal on Järvamaa Kutsehariduskeskuses võimalik õppida veekäitlusoperaatori eriala⁸, mille õppekava on küll suunatud eelkõige vee-ettevõtete operaatoritele, kuid mille baasil oleks võimalik kerge vaevaga luua ka veekäitluse korraldamisele ning järelvalvele suunatud õppekava. Teiseks võimaluseks on lähenemine, kus üks spetsialist vastutab üheaegselt mitme KOV-i veemajandamise korraldamise eest või ostetakse osa pädevusest teenusena sisse.
- **Sihtuuringud** – mõistlik on hajaasustuse omaveevärgide joogivee kvaliteedi väljaselgitamiseks ning asjakohaste ülevaadete saamiseks jätkata Terviseameti korraldatud sihtuuringutega. Nimetatud sihtuuringute läbiviimisse tuleb kaasata KOV-i vastava ala spetsialistid. Sihtuuringud peaksid lisaks joogivee kvaliteedile (Terviseameti pädevus) samaaegselt kaardistama ka omapuhastite seisukorda ning kohtkäitlus ja äraveo eeskirjade täitmist (KOV-i pädevus). Nii joogivee kvaliteedi kui ka muude probleemide ilmnemisel (nt, tarbijate kaebused joogivee kvaliteedi üle, purgimisteenuse mittekasutamine⁹, kuja ning rajatiste vastuolu veeseaduse §-des 127, 129, 148-154 nõuetega) kaasab KOV-i üksus vajadusel nii Terviseameti kui ka Keskkonnainspektsiooni esindajad.

⁸ <https://jkhk.ee/et/erialad/veekaitlusoperaator-%28session%29>

⁹ Ekslik on arvata, et purgimisteenust vajavad ainult kogumismahutite kasutajad. Kõigis bioloogilise puhastuse protsessides (nt, biokile, aktiivmuda, septik) tekib reoveesetteid, mis on jäätmeseaduse § 1 lõike 2 punkti 1 kohaselt jäätmed ning nende kasutamine on lubatud vaid keskkonnaministri 31.07.2019.a. määruses nr 29 toodud tingimustel.



12 Kokkuvõte

- Puuduvad täpsed andmed selle kohta, kui palju inimesi kasutab omaveevärgi vett. Keskkonnaministeeriumi hinnangul saab eraveevärgidest vett ligikaudu 12 % Eesti elanikkonnast (ca 160 000 inimest) ehk ca 70 000 leibkonda.
- Töö käigus koguti andmeid 998 omaveevärgi ning 40 omapuhasti kohta. Selleks töötati välja eraldi meetodika. Kaevude seisukorda hinnati salvkaevude ja puurkaevude osas eraldi. Töö käigus inventariseeriti ka 20 puurkaevu ja 20 salvkaevu Ida-Virumaal. Kaevude seisukorra hindamisel võeti eelkõige aluseks keskkonnaministri 09.07.2015 määrus nr 43, millega on kehtestatud nõuded salv- ja puurkaevudele. Uuritud salvkaevudest vastas keskkonnaministri määruse nr 43 nõuetele vaid 20,9 % ning puurkaevudest 47,4 %.
- Veetöötlusseadmeid kasutati ligi pooltes (49 %) külastatud omaveevärgides. Omaveevärgide veepuhastusseadmete valikul etendab olulist rolli nende maksumus (mehaanilised filtrid on tunduvalt odavamad rauaärastusfiltritest) ja inimeste vähene teadlikkus nii vee kvaliteedist, veetöötlusseadmete funktsionaalsusest kui ka vajalikest hooldustoimingutest.
- Uuritud omaveevärgidest vastas joogivesi kõigile sotsiaalministri määruses 61 kehtestatud kvaliteedikriteeriumitele vaid 29 %, kusjuures olukord oli sarnane nii puurkaevudel kui ka salvkaevudel põhinevate omaveevärgide lõikes. Ülejäänud 71 % omaveevärgide puhul olid peamisteks probleemide allikateks mikrobioloogiline saastus, sh 48 % juhtudel tuvastati joogivees mikrobioloogiline saastus (peamiselt *coli*-laadsed bakterid) ning 35 % juhtudest oli mittevastavuse põhjuseks liiga kõrge raua või mangaani sisaldus. Kuna käesoleva uuringu ei eesmärgiks ei olnud terviseriski hindamine, siis ei ole võimalik hinnata, kui suur osa elanikkonnast tarbib joogivett, mis võib tervist ohustada.
- Pestitsiidijääke leiti uuritud 69-st kaevust 13 juhul, pestitsiidide summana ületas lubatud piirväärtuse (0,5 µg/l) 2 puurkaevu (mõlemad Lääne-Virumaal) ja 1 salvkaevu (Tartumaal) vesi, üksikutest pestitsiididest ületas lubatud piirväärtust (0,1 µg/l) nelja puurkaevu ja kahe salvkaevu vesi. Leiti 8 pestitsiidi, neist 5 herbitsiidi ja 3 fungisiidi. Üle 50 mg/l oli nitraatide sisaldus neljas kaevus – 3 salvkaevus (Ida-Virumaalt, Jõgevamaalt ja Põlvamaalt) ning ühes puurkaevus (Ida-Virumaalt). Ületusriskiga (nitraadi sisaldus üle 40 mg/l) kaevude arv uuringus oli 16. Statistiline analüüs ei võimaldanud leida seost nitraadireostuse (nitraatide sisaldus > 50 mg/l) ning põhjavee kaitstuse vahel. Samuti ei täheldatud nitraadireostuse osas seost kaevude paiknemise (nitraaditundlikul alal või sellest väljaspool) suhtes. Võttes arvesse aga ületusriski, selgus, et nitraaditundlikul alal on suurem võimalus kõrgema nitraadisisalduse leidmiseks. Seost nitraatide sisalduse ning kaevu tüübi (puur- või salvkaev) vahel ei olnud statistilise analüüsi abil võimalik tuvastada, küll aga tuvastati seos *E.coli* ning nitraatide sisalduste vahel, mis lubab oletada, et paljudel juhtudel pärineb nitraadireostus fekaalsetest allikatest.
- Mikrobioloogiline saastatus on sageli kombinatsioon mitmest erinevat tüüpi bakteritest. Väiksem tõenäosus mikrobioloogilise saastatuse leidumiseks on nendes omaveevärgides, mida kasutatakse aastaringselt, kus vesi on toodud majja ning kaevu ümbrus ja kaev ise on hooldatud (kaevurakked on parandatud, kaev on kaetud, liigvesi ning võõrised ei satu kaevu). Salvkaevude joogiveest on suurem tõenäosus leida mikrobioloogilist saastatust, kui puurkaevude omast. Kaevu tehniline seisukord on oluline – kaevu ei tohi võõrised sattuda. Veetöötlus aitas küll reeglina vähendada mikrobioloogilist saastatust, kuid ebapiisav hooldus



(nt filtrite ummistumised) omakorda soodusta nii *E.coli* kui ka enterokokkide leidumist. Sagedamini leiti mikrobioloogilist saastatust omaveevärkides, kus joogivee kvaliteet varieerus aasta lõikes (nt, halvenes kevadeti). See võib olla tingitud olukorrast, kus kevadine lumesulamine pinnavesi pääsevad kaevu. Sageli tuleneb mikrobioloogiline saastatus inimese enda tegevusest – reoveepuhastit ei hooldata või tühjendatakse septikut perioodiliselt kas põllule või oma krundile. Omaette probleemid on seotud reoveepuhastite lekkekindlusega – kaudselt viitab sellele nii Infragate Eesti AS (2014) tehtud järelalus, mille kohaselt peaaegu pooled (48,6%) inventariseeritud reovee kohtkäitlussüsteemid ohustavad avarii korral põhjavett ehk asuvad kaitsmata või nõrgalt kaitstud põhjaveega alal kui ka tugev mittelineaarne korrelatsioon reoveepuhasti kujatingimuste täitmise ning põhjavee reostamise ohuga, mis omakorda viitab, et nii mõnelgi juhul on oht põhjaveele realiseerunud (esineb lekkeid).

- Eraldi tasub välja tuua, et sageli inimesed ei suudagi lõhna, maitse või värvuse järgi eristada mikrobioloogilist saastatust. 20 % tarbijatest ei olnud mikrobioloogiliselt saastunud veele mingeid kaebusi (peamised kaebused olid seotud vee kareduse ning rauasisaldusega), 61 % juhtudest hinnati vesi maitsetuks, 78 % juhtudest lõhnatuks ning 81 % juhtudest ka värvusetuks.
- Käesoleva uuringu raames analüüsiti eraldi Ida-Virumaa üleujutatud kaevanduste piirkonnas Ordoviitsiumi Lasnamäe-Kunda veekihi puurkaevude põhjavett ning põlevkivitööstuse mõju joogivee kvaliteedile. Üleujutatud kaevanduste piirkonnas kaevandamisajal inimeste joogiveevarustuseks rajatud puurkaeve joogiveeallikana täna enamasti enam ei kasutata, sest inimesed saavad oma joogivee ühisveevärgist. Üleujutatud kaevanduste piirkonnas ja kaevandusvee väljakiildumise alal on Lasnamäe-Kunda veekihi sulfaatide sisaldused kordades kõrgemad võrreldes kaevandamata alaga, kaevu rajamisaegsete sisaldustega on sulfaate keskmiselt ca 60 mg/l rohkem. Sotsiaalministri määruses nr 61 toodud piirväärtust ja keskkonnaministri määruses nr 48 toodud sulfaadi läviväärtust (250 mg/l) oli ületatud kokku kahes joogivee proovis (kahes puurkaevus Ida-Virumaal üle ujutatud kaevanduste aladel). Kuigi nii põhja- kui ka joogiveest leiti muid ohtlikke aineid (BTEX, fenoolid, naftasaadused), on nende esinemine pigem seostatav konkreetsete jääkreostusobjektidega (nt, Kukruse põlenud aheraineladest).
- Töö tulemusena selgus, et hajaasustuspriirkondade joogiveevarustusse on vaja teha investeeringuid ca 259 miljoni euro eest, millel lisanduvad investeeringud kanalisatsioonirajatistesse (ca 63 miljonit eurot). Tehti ettepanekuid täiendavate uuringute, teadlikkuse tõstmise, andmebaaside korrastamise ning järelevalve korraldamise kohta.



Viited

Akvedukt (2020) *Veeautomaadid ja iseimevad pumbad* [WWW] <https://www.akvedukt.ee/ee/info/kkk/veeautomaadid-ja-iseimevad-pumbad>

Alasi, K., Heinsaar, Ü., Kriipsalu, M., Kuusik, A., Metsur, M., Maastik, A. (2001) *Omaveevärk ja omakanalisatsioon*. „Ehitame“ kirjastus. Tallinn

Ehitusseadustik [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/129062018010?leiaKehtiv>

EKUK (2015) *Prioriteetsete ohtlike ainete allikaanalüüs Pärnu jões reostusallika kindlaks määramiseks ning reostuse lõpetamiseks*. Leping nr 3-2_3/1124/2013

EKUK (2018a) *Hajaasustuse elanikel palutakse osaleda joogivee kvaliteedi alases uuringus*. Pressiteade [WWW] <http://www.klab.ee/6953/joogiveeuuring/>

EKUK (2018b) *Veekeskkonnale ohtlike ainete inventuur. Lõpparuanne*. Keskkonnaministeeriumi leping 4-1/16/119

EKUK (2019) *Nitraaditundliku ala põhjavee seire 2018*.

Fontes (2019) *Riigi ameti- ja hallatavate asutuste, riigi asutatud sihtasutuste ning avalik-õiguslike asutuste palgauuring 2019*. [WWW] https://www.rahandusministeerium.ee/system/files_force/document_files/kogu_avalik_teenistus_riigi_ameti-ja_hallatavate_asutuste_riigi_asutatud_sihtasutuste_ning_avalik-oiguslike_asutuste_palgauuring_2019.pdf?download=1

Infragate Eesti AS (2014) *Hajaasustuse reoveekäitlussüsteemide inventariseerimine* [WWW] https://www.envir.ee/sites/default/files/hajaasustuste_reovee_kohtkaitlussusteemide_inventuuri_aruanne.pdf

Karajeva, G., Harzia, H., Tuulik, K., Pindus, M. (2015) *Virumaa kaevude joogivee kvaliteedi uuring*. [WWW] <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2015/12/KTUK-Virumaa-kaevude-joogivee-kvaliteedi-uuring.pdf>

Karro, E. (2014) *Põhjavesi. – Üldmaateadus. Õpik kõrgkoolidele*. Koostajad: Mander, Ü., Liiber, Ü. Tartu: Eesti Loodusfoto, lk 355–569.

Karro, E., Uppin, M. (2013) *The occurrence and hydrochemistry of fluoride and boron in carbonate aquifer system, central and western Estonia*. Environmental Monitoring and Assessment, 185: 3735–3748.

Karu, J. (2016) *Veevärk*. Tallinn: TTÜ kirjastus. [WWW] <https://digi.lib.ttu.ee/i/?938>.

Keskkonnajäreelvalve seadus [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/KeJS>



Keskkonnaministeerium (2015) *Põlevkivi kasutamise riiklik arengukava 2016-2030*. [WWW] https://www.riigiteataja.ee/akt/3180/3201/6002/RKo_16032016_Lisa.pdf

Keskkonnaministri määrus nr 30 (06.05.2002) *Proovivõtumeetodid*. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/109052017038?leiaKehtiv>

Keskkonnaministri määrus nr 39 (04.09.2019) *Ohtlike ainete põhjavee kvaliteedi piirväärtused* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/106092019031>

Keskkonnaministri määrus nr 43 (09.07.2015) *Nõuded salvkaevu konstruktsiooni, puurkaevu või -augu ehitusprojekti ja konstruktsiooni ning lammutamise ja ümberehitamise ehitusprojekti kohta, puurkaevu või -augu projekteerimise, rajamise, kasutusele võtmise, ümberehitamise, lammutamise ja konserveerimise korra ning puurkaevu või -augu asukoha kooskõlastamise, ehitusloa ja kasutusloa taotluste, ehitus- või kasutusteatis, puurimispäeviku, salvkaevu ehitus- või kasutusteatis, puurkaevu või -augu ja salvkaevu andmete keskkonnaregistrisse kandmiseks esitamise ning puurkaevu või -augu ja salvkaevu lammutamise teatise vormid* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/114072015001>

Keskkonnaministri määrus nr 48 (01.10.2019) *Põhjaveekogumite moodustamise kord ja nende põhjaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, põhjaveekogumite seisundiklassid, seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ja koguseliste näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende saasteainete sisalduse läviväärtused ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees, taustataseme määramise metoodika ning põhjaveekogumite seisundiklasside määramise kord* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/102102019005>

Keskkonnaministri määrus nr 48 (01.10.2019) *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*. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/102102019005>

Keskkonnatervise Uuringute Keskus (2015) *Virumaa kaevude joogivee kvaliteedi uuring*. [WWW] <https://www.etag.ee/wp-content/uploads/2015/12/KTUK-Virumaa-kaevude-joogivee-kvaliteedi-uuring.pdf>

Kriipsalu, M. (2018) *Veetöötlusseadmed meie kodus*. Loengumaterjalid. Tartu: Eesti Maaülikool

Maaleht (2018) *Kaevuomanikele avaneb hea võimalus joogivee kvaliteedi kontrollimiseks*. [WWW] <http://maaleht.delfi.ee/news/maaleht/uudised/kaevuomanikele-avaneb-hea-voimalus-joogivee-kvaliteedi-kontrollimiseks?id=84632133>

Majandus- ja kommunikatsiooniministri määrus nr 78 (04.12.2012) *Ehitise kasutamise otstarvete loetelu* (kehtetu alates 30.06.2015 – asendatud Majandus- ja taristuministri määrusega nr 51, 02.06.2015) [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/107122012009>

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 (2020) *Väikemajade veevarustuse lahendamisest puurkaevude baasil*. [WWW] <http://www.maves.ee/vaikemajade-veevarustuse-lahendamisest-puurkaevude-baasil/>

Maves AS. (2014). *Põlevkivi kasutamise riikliku arengukava 2016-2030 keskkonnamõju strateegiline hindamine* aruanne. [WWW] https://www.envir.ee/sites/default/files/pak_ksh_heakskiitmiseks_03.12.2014.pdf

Maves (1993) *Pandivere riiklik veekaitseala / The Pandivere State Water Protection Area*. Koostajad: Eesti TA Geoloogia Instituut, AS Maves. Jyväskylä, 69 lk.

Perens, R. (2002) *Põhjavesi*. Kogumikus: *Saaremaa: Aeg, loodus, inimene* (peatoimetaja) Kään, H. Eesti entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 87–94.

Perens, R., Karro, E. (2008) *Põhjavesi*. Kogumikus: *Pärnumaa: Loodus. Aeg. Inimene* (peatoimetaja) Vunk, A. Eesti entsüklopeediakirjastus, Tallinn, 51–63.

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

Perens, R., Savva, V., Lelgus, M., Parm, T. (2001) *Eesti hüdrogeok103ortherne atlas*. OÜ Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn.

Polikarpus, M., Karro, E., Jõelet, A., Rooni, K. (2017) *Tartu linna põhjaveevarude ümberhindamine aastani 2045*. Tartu Ülikool, Tartu.

Põhjaveekomisjon (2004) *Eesti põhjavee kasutamine ja kaitse*. Tallinn [WWW] http://www.maves.ee/Projektid/2004/PV_raamat.pdf

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., 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., 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. (2019) *Dating of glacial palaeogroundwater in the Ordovician-Cambrian aquifer system, northern Baltic Artesian Basin*. Applied Geochemistry 102: 64–76.

Raidla, V., Kirsimäe, K., Vaikmäe, R., Jõelet, 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.



Sotsiaalministri määrus nr 1 (02.01.2003) *Joogivee tootmiseks kasutatava või kasutada kavatsetava pinna- ja põhjavee kvaliteedi- ja kontrollinõuded* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/237268>

Sotsiaalministri määrus nr 61 (24.09.2019) *Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimetodid* [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/126092019002>

Statistikaamet (2020) *Statistikaameti andmebaas* [WWW] <http://andmebaas.stat.ee>

Sterckx, A., Lemieux, J-M., Vaikmäe, R. (2018) *Assessment of paleo-recharge under the Fennoscandian Ice Sheet and its impact on regional groundwater flow in the northern Baltic Artesian Basin using numerical model*. Hydrogeology Journal 26: 2793–2810.

Terviseamet (2018) *Joogivee kvaliteet 2018. aastal*. [WWW] <https://www.terviseamet.ee/et/keskkonnatervis/inimesele/joogivee-ohutus/joogivee-kvaliteedi-ulevaated>

Terviseamet (2019). *Joogivee indikaatornäitajate iseloomustus*. [WWW] https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/content-editor/vanaveeb/Keskkonnatervis/vesi/joogivesi/Jv_indikaatornaitajad.pdf.

Terviseamet (2020) *Erakaevuvesi*. [WWW] <https://www.terviseamet.ee/et/valkonnad/keskkonnatervis/vesi/kaevuvesi>.

Veeseadus [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/104072017051?leiaKehtiv>

WHO (2003) *Iron in Drinking-water. Background document for development of WHO „Guidelines for Drinking-water Quality“*. World Health Organization, Geneva.

WHO (2004) *Barium in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. World Health Organization, Geneva.

WHO (2006) *Guidelines for drinking-water quality [electronic resource] : incorporating first addendum. Vol. 1, Recommendations*. – 3rd ed. World Health Organization, Geneva.

WHO (2008) *Guidelines for drinking-water quality - 3rd ed*. World Health Organization, Geneva.

WHO (2017) *Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum*. World Health Organization, Geneva.



LISAD

Lisa 1 – Metoodika

Lisa 2 – Infolehed

- Bakteriaalne reostus joogivees
- Raud, mangaan ja karedus
- Infoleht (koostaja: Terviseamet)
- Infoleht Ida-Virumaale (koostaja: Terviseamet)

Lisa 3 – Andmetabelid

Lisa 4 – Juhend hajaasustuspiirkonnas paiknevate majapidamiste kaevude joogivee nõuetekohasuse saavutamiseks ja terviseohutuse tagamiseks