

Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas (15)

Põhjaveekogumi iseloomustus

Põhjaveekogumi iseloomustus tugineb Eesti Geoloogiateenistuse poolt koostatud põhjaveekogumi kontseptuaalse mudeli aruandele (Marandi jt., 2019):

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, EGF:9110 Rakvere. (<https://fond.egt.ee/fond/egf/9110>),

kust leiab lisainformatsiooni lisas esitatud põhjaveekogumi kohta ning täiskirjed lisas toodud kirjanduse viidetele.

PVK nr.	Vesikond	Põhjaveekogumite grupp	Põhjaveekompleks	Maakond	Pindala (km ²)
15	Ida-Eesti vesikond	Siluri-Ordoviitsiumi	Kvaternaari, Siluri-Ordoviitsiumi	Lääne-Virumaa, Jõgevamaa	1288

Hüdrogeoloogiline iseloomustus	<i>Kivimite litoloogiline koostis</i>	Kogum paikneb Siluri ja Ordoviitsiumi karbonaatkivimites ja neid katvates Kvaternaari setetes, mida on mõjutanud põllumajandustegevus (nitraaditundlik ala). Veekihte moodustavate kivimite litoloogiline koostis on suhteliselt homogeenne, koosnedes mitmesugustest lubjakivi ja dolomiidi erimitest, milles esinevad mergli vahekihid. Maapinna lähedal on kivimid sageli karstunud ja lõhelised. Sügavuse suurenedes lõhelisus väheneb.
	<i>Kogumi paksus</i>	Litoloogiliselt ulatub põhjaveekogumit moodustavate kivimite paksus ~200 meetrini, kuid tulenevalt sügaval paiknevate karbonaatkivimite puudulikkusest veeandvusest piirduv vettandva osa ehk põhjaveekogumi paksus enamasti ülemise 70 meetriga (Perens jt., 2012).
	<i>Lasuv veepide</i>	Praktiliselt puudub, mistõttu põhjavesi on sageli kaitsmata või nõrgalt kaitstud (Perens jt., 2012).
	<i>Lamav veepide</i>	Ordoviitsiumi regionaalne veepide, mille moodustavad väikese lõhelisusega karbonaatkivimid sügavamal kui ~120 meetrit (Perens jt., 2012). Veepideme vertikaalne filtratsioonikoefitsient on ~10 ⁻⁶ m/ööpäevas (Perens & Vallner, 1997; Marandi jt., 2013).
	<i>Põhjavee survepind</i>	Sõltub reljeefist ja avatud põhjaveekihtide sügavusest. Maapinnalähedane põhjavesi on surveta, aga sügavamal

		<p>vettandvate ja vett halvasti juhtivate kivimite vaheldumisel kujuneb survealine põhjavesi.</p> <p>Maapinnalähedases aktiivse veevahetuse vööndis on põhjaveetase valdavalt 15–35 m sügavusel maapinnast (Perens jt., 2012). Maapinnalähedase põhjaveekihi samakõrgusjooned jälgivad reljeefi. Pedja ja Põltsamaa jõe ülemjooksudel ja kõrgustiku jalamil on survetase üle maapinna. (Perens jt., 2012).</p>
Hüdrodünaamika	Voolusuunad	<p>Põhjavee liikumise suuna määrab Pandivere kõrgustik kui peamine toiteala ja regionaalne veelahkmeala. Sealt liigub põhjavesi põhja, itta ja lõunasse. Soodsate toitumistingimustega paekõrgendikelt liigub põhjavesi kohaliku hüdrograafilise võrgu suunas. Kõrgustiku jalamit (80–90 m kõrgusel) tähistab tiheda sõõrina allikatevöönd (Norra, Oostriku, Völingi, Varangu, Lavi, Kulina, Simuna jt.), mis on paljude vooluveekogude läteteks.</p>
	Hüdrauliline juhtivus ja põhjaveevoolu kiirus	<p>Veekihtide veejuhtivuse väheneb kiiresti kihtide lasumussügavuse kasvuga.</p> <p>Maapinna lähedal (kuni 20 m sügavuseni) on lateraalne hüdrauliline juhtivus 10–50 m/ööpäevas, sügavusel 20–50 m vahemikus 5–8 m/ööpäevas ja sügavusel 50–100 m vahemikku 1–2 m/ööpäevas (Perens & Vallner, 1997). Kogumit moodustavate kivimite läbilaskevõime varieerub vahemikus <100 kuni 2000 m²/ööpäevas (Perens jt., 2012). Suurem vee läbilaskvus iseloomustab Pandivere kõrgustiku nõlval paiknevaid rikkevööndeid, aga valdav osa puurkaevudest jäävad hüdrauliliselt juhtivuselt selle väiksemate väärtuste vahemikku. Kogumiga seotud veekihtide filtratsioonimoodul varieerub vahemikus 1-70 m/ööpäevas, olles keskmise väärtusega 9 m/ööpäevas. Erinevad veekihid on omavahel ühendatud rikkevöönditega seotud vertikaalsete lõhede, ürgorgude ja arvukate alal paiknevate puurkaevude kaudu (Perens jt., 2012). Paremini vett andvad kihid levivad karbonaatkivimites juhuslikult ja on kontsentreerunud erinevate kivimikihtide kontaktpindadele (Perens jt., 2012).</p> <p>Põhjavee tegelik liikumiskiirus on väga erinev olles valdavalt 1 kuni 10 m/ööpäevas (kohati kuni 5000 m/ööpäevas; Perens jt., 2012). Põhjavee liikumine mööda vertikaalseid lõhesid sügavamatesse kihtidesse on tunduvalt aeglasem ja seda hinnatakse enamasti vahemikku 0,001–1 m/ööpäevas (Perens jt., 2012).</p>
	Toitumine ja režiim	<p>Regionaalne põhjaveevool lähtub Pandivere kõrgustikult, lokaalselt on toitealadeks ka soodsate toitumistingimustega ja õhukese pinnakattega kaetud paekõrgendikud. Savika pinnakattega liigniisketel aladel on põhjavee toitumine vähene. Pandivere kõrgustikuga võrreldes on selliste alade levik oluliselt suurem (Perens jt., 2012). Kõrgustiku harjal paikneb</p>

		<p>põhjaveetase 13-16 m sügavusel maapinnast ning nõlvadel 0,5-6 m sügavusel maapinnast (Perens jt., 2016).</p> <p>Pandivere kõrgustikul võib eristada aktiivse veevahetuse vööd, mis haarab veekompleksi ülemise osa kuni 80–100 m sügavuseni, ja alumist mõõduka kuni aeglase veevahetuse vööd 100-200 m sügavusel (Perens jt., 2012; Jõelet & Polikarpus, 2018).</p> <p>Põhjavee toitumine ja looduslik režiim sõltuvad eelkõige sademete hulgast ja õhutemperatuurist. Üldiselt saab põhjaveetasemete aastases kõikumises täheldada kahte maksimumi (kevadine lumesulamise ja sügisene sademete rohke periood) ja kahte miinimumi (suvine suurenenud evapotranspiratsiooniga periood ja talvine madalate veetasemete periood). Põhjaveetaseme kõikumise amplituud talvise miinimumi ja kevadise maksimumperioodi vahel on 0,5-3 m (Perens jt.,2012).</p> <p>Põhjaveerežiimi kujunemisel on oluline osa piirkonnas esinevatel karstinähtustel. Enim karstunud on Pirgu, Rakvere, Porkuni, Juuru ja Raikküla lademe kivimite avamusalad (Perens jt., 2012). Põhjavee kiiret filtreerumist ei soodusta mitte ainult maapinnal avanevad karstivormid (kurisud, karstilohud, avalõhed), vaid isegi suurem mõju põhjavee liikumisele on pinnakatte all esinevatel rohketal mattunud karstivormidel. Kurisute väikese valgala ja lühiajalise vee neeldumise perioodi tõttu varakevadel, on kurisute kaudu neeldunud vee hulk suhteliselt väike ja osa põhjavee infiltreerumises oluline vaid seal, kus nende valgala on suur (Perens jt., 2012).</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<u>Põhjavee koostis</u>	<i>Keemiline koostis</i>	<p>Põhjaveekogumis levib valdavalt Ca-Mg-HCO₃ tüüpi vesi, mineraalainete sisaldusega 0,3–0,5 g/L. Põhjavees esinevad looduslikult joogiveenormist kõrgemad sulfaadi (kuni 460 mg/L, keskmine 40 mg/L), raua (kuni 4,4 mg/L, keskmine 0,5 mg/L) ja mangaani (kuni 0,2 mg/L) kontsentratsioonid. Kohati on põhjaveekogumis täheldatud põllumajandus-tegevusest tingitud suuremaid NO₃⁻ ja pestitsiidide kontsentratsioone.</p> <p>NO₃⁻ kontsentratsioonid kogumis varieerunud perioodil 2001-2017 vahemikus <0,4 kuni 74,5 mg/L (Erg & Tamm, 2018; EKUK, 2018). Nitraaditundliku ala põhjaveeseire tulemuste järgi on Pandivere piirkonnas tervikuna NO₃⁻ kontsentratsioonid alates 2010 aastaks suurenenud keskmise väärtuseni 30 mg/L 2016. aastal (KAUR, 2017). Nitraatide kontsentratsioon põhjavees varieerub koos puurkaevu sügavusega. Pandivere piirkonnas on alates 2006. aastast kõige kõrgemad nitraadikontsentratsioonid (keskmine 20-33 mg/L) sügavamates üle 30 m sügavusega</p>
--------------------------------	---------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>kaevudes. Riiklikud põhjaveeseire andmed näitavad, et sügavusel 40-60 m langeb nitraadi kontsentratsioon tasemele <10 mg/L. Kõrgeimad nitraatiooni kontsentratsioonid esinevad seirekaevudes kevadel (aprillis, mais) ja madalaimad sügisel (septembris-oktoobris) ning nitraatide sisaldused on suuremad sademerohketel aastatel (KAUR, 2017). Keskmiselt suuremate NO₃⁻ sisalduste poolest eristuvad Pandivere teraviljakasvatusele spetsialiseerunud alad – Väike-Maarja ja Laekvere (Perens jt., 2012).</p> <p>Põhjaveekogumist tehtud põhjavee isotoopkoostise määrangud näitavad, et põhjaveekogumi vesi on valdavalt pärit tänapäevastest sademetest ($\delta^{18}\text{O}$ väärtused vahemikus -11,7 kuni -12,3‰; Savitskaja jt., 1998). Nende väärtuste järgi kuulub kogum pikem aktiivse veevahetuse vöösse. Samas on kogumi põhjavee isotoopkoostist vähe uuritud ja sügavamal geoloogilises läbilõikes ei saa välistada ka vanema põhjavee säilimist.</p> <p>Alates 2014. aastast on nitraaditundliku ala põhjavees seiratud fosfaadi sisaldusi, mis kujutavad potentsiaalset ohtu põhjaveest sõltuvatele maismaaökosüsteemidele. Perioodil 2014-2018 varieerus fosfaadi sisaldus kogumi põhjavees väärtuselt <0,06 mg/L kuni 0,66 mg/L (KESE, 2019). Pestitsiididest on kogumi põhjaveest kõige rohkem leitud kloridasoon-desfenüüli (Metabolit B; <0,04 kuni 1,0 µg/L), AMPAt (<0,05 kuni 0,48 µg/L) ja propikonasooli (<0,006 kuni 1,8 µg/L; EKUK, 2017; Erg & Tamm, 2018; KESE, 2019). Kohati ületavad pestitsiidide sisaldused kogumi põhjavees pestitsiidide ja nende metaboliididele, lagunemis- ja reaktsioonisaadustele kehtestatud kvaliteedi piirväärtust 0,1 µg/L (Keskkonnaministri määrus 29.12.2009 nr. 75).</p> <p>Oma keemiliselt koostiselt vastab põhjaveekogumi vesi joogiveeks kasutatava põhjavee II kvaliteediklassile. I kvaliteediklassi piirväärtustest on kohati kõrgemad raua (>0,2mg/L), nitraadi (>50 mg/L) ja sulfaadi (>250mg/L) sisaldused (Erg & Tamm, 2018; Sotsiaalministri määrus 02.01.2003 nr 1). Raua ja sulfaadi sisaldused on looduslikud.</p> <p>Põhjavee ohtlike ainete sisaldused on põhjavee seirekaevudes perioodil 2015-2017 olnud valdavalt alla määramispiiri (Erg & Tamm, 2018). Ainsana on põhjaveele kehtestatud piirarve ületanud benseeni sisaldus (30 µg/L) 2015. aastal ning PAHide sisaldus (0,13-0,25 µg/L) 2015. ja 2016. aastal võetud proovides (piirarvud vastavalt 5 ja 0,2 µg/L; Erg & Tamm, 2018; Keskkonnaministri määrus 11.08.2010 nr. 39)</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel</p>	<p>Põhjavee looduslikku keemilist koostist on mõjutanud karbonaatsete mineraalide lahustumine ja vähemal määral ka püriidi oksüdatsioon ja orgaanilise aine oksüdeerumine. Põllumajanduses kasutatavate mineraalväetiste ja sõnniku toimel on suurenenud põhjavee nitraatide kontsentratsioon looduslikult tasemelt 0-5 mg/L väärtusteni kuni 70 mg/L (KAUR, 2018A). Koos nitraatidega on viimastel aastatel põhjaveest tuvastatud ka taimekasvatuse kasutatavate pestitsiidide esinemine.</p>
--	------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Seosed pinna- ja maismaa-ökosüsteemidega (TLÜ Ökoloogia Instituut, 2015)</p>	<p>Seotud vooluvee-ökosüsteemid</p>	<p>Pandiveres moodustuva põhjavee kvaliteet määrab ära sealt algavate jõgede vee kvaliteedi ülemjooksul. Suvisel madalveeperioodil, mis kestab tavaliselt kolm kuud, toituvad jõed eelkõige põhjaveest.</p> <p><i>Põhjaveekogumist sõltuvad vooluveeökosüsteemid:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunda jõgi Ädara jõeni (Kunda_1; 1072900_1); • Kunda jõgi Ädara jõest Kunda III paisuni (Kunda_2; 1072900_2); • Kunda jõgi I ja III paisu vahel (Kunda_3; 1072900_3); • Loobu jõgi Udriku ojani (Loobu_1; 1077900_1); • Pedja jõgi Karaski ojani (Pedja_1; 1023700_1); • Pedja jõgi Puurmani paisust suudmeni (Pedja_3; 1023700_3); • Preedi jõgi Vahujõest suudmeni (Preedi_2; 1031500_2); • Põltsamaa jõgi Ilmandu jõeni (Põltsamaa_1; 1030000_1); • Põltsamaa jõgi Ilmandu jõest Päinurme jõeni (Põltsamaa_2; 1030000_2); • Põltsamaa jõgi Päinurme jõest suudmeni (Põltsamaa_3; 1030000_3); • Selja jõgi Veltsi ojast Soolikaojani (Selja_2; 1074600_2); • Selja jõgi Soolikaojast Varangu mnt sillani (Selja_3; 1074600_3); • Sõmeru jõgi (Sõmeru; 1075600_1); • Toolse jõgi Kunda karjääri sisselasuni (Toolse_1; 1074100_1); • Völlinge jõgi (Völlinge; 1032500_1); • Voore jõgi (Voore; 1073500_1). <p>Põhjavee toite osakaal kogumiga seotud vooluveeökosüsteemides oli aastatel 1942-1965 toimunud mõõtmiste järgi 47-58%.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	Seotud seisuveeökosüsteemid ja karstiobjektid	<ul style="list-style-type: none"> Eesjärv (Neeruti Eesjärv; VEE2012300); Kaanjärv (Nõmme Kaanjärv; VEE2044210); Linaleojärv (Äntu Linaleojärv; VEE2043810); Mustjärv (Kantküla Mustjärv; VEE2023500); Mõdriku järv (VEE2090020); Mäeotsa järv (VEE2043820); Orajärv (Neeruti Orajärv; VEE2012200); Sinijärv (Äntu Sinijärv; VEE2043600); Suurjärv (Vetiku Suurjärv; VEE2013200); Tagajärv (Neeruti Tagajärv; VEE2012400); Udujärv (VEE2023300); Uus Udujärv (VEE2023310); Vahejärv (Äntu Vahejärv; VEE2043700); Valgejärv (Äntu Valgejärv; VEE2043800); Väikejärv (Vetiku Väikejärv; VEE2013100); Väinjärv (VEE2050300).
	Seotud maismaaökosüsteemid	<ul style="list-style-type: none"> Endla soostiku loodeosa madalood ja soometsad; Nõmme-Veskijärve allikasoo; Ilmandu allikasoo ja madalood; Varangu allikasoo. <p>Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemide mitte hea seisundi peamised põhjused on kuivendus ja majandamise (niitmine, karjatamine) lakkamine.</p>

Seisundi hinnang (Hartal projekt, 2014b)	Koguseline seisund	Hea
	Keemiline seisund	Halb <i>Kohati on seirekaevude vees ületatud pestitsiididele, naftasaadustele ja nitraadile kehtestatud piirväärtusi.</i>
	Üldseisund	Halb

Põhjaveevarud (m ³ /ööpäevas)	Looduslik ressurss	483213
	Põhjavee kinnitatud varu	7580
	Põhjaveevõtt 2018. a	10969
	Kasutuses olev vaba põhjavee kogus veehaaretele 2018. a	5141
	Minimaalne looduslik vaba ressurss	475633
	Minimaalne looduslik kasutatav veehulk 2018. a	472244

Lähtudes põhjaveele avalduvast koormusest ja ohust on põhjaveekogumile kehtestatud järgmised läviväärtused (KeM 2019a):

Põhjaveekogumi number	Põhjaveekogum	Saasteaine	Ühik	Saasteaine sisalduse läviväärtus põhjavees
15	Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas	Ühealuselised fenoolid	µg/l	1
		Naftasaadused	µg/l	20
		Benseen	µg/l	1
		Summa PAH	µg/l	0,1

Põhjaveekogumi keemilise ja koguselise seisundi hinnang

Põhjaveekogumi keemilise seisundi hinnang

TEST 1. Põhjaveekogumi taustainformatsioon ja test põhjaveekogumi kui terviku üldise keemilise seisundi hindamiseks

Esimese sammuna (Tabel 1) teostatakse seireandmete koondamine ja arvutatakse oluliste saasteainete kohta kogu vaatlusperioodi (2014-2019. a.) keskmine sisaldus põhjaveekogumi kõikides seirepunktides ning võrreldakse neid vastavate läviväärtuste (LV) või piirväärtustega (PV). Tabelisse on koondatud kõik seireperioodi jooksul analüüsitud kvaliteedinäitajate määrangud (v.a. pestitsiidid), näitajate loend varieerub põhjaveekogumite lõikes.

Tabel 1. Põhjavee kvaliteedinäitajate 2014-2019. a. keskmised väärtused võrrelduna põhjaveekogumile kehtestatud lävi- (LV) ja piirväärtustega (PV). Puurkaevu koodi taha on märgitud kaevu mõjuraadius (% PVK pindalast)

Puurkaev, %		Cl	SO4	NH4	NO3	O2	pH	PHT (KHT Mn)	As	Cd	Hg	Pb	Fenoolid (1- aluselised) summa	Nafta- saadused	PAH summa	Benseen	Tetra- kloro- eteen	Tri- kloro- eteen
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	mgO/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
		Puudub	Puudub	0,5	50	Puudub	6-9	5	100	10	2	200	1	20	0,1	1	70	70
PRK0003061	9,9	11,5	17,4	0,07	10,1	2,0	7,20	0,71	0,24	0,01	0,01	0,13	0,33	10,00		0,05	0,05	0,05
PRK0003062	9,9	9,8	18,2	0,18	20,1	6,8	7,10	1,23	0,26	0,01	0,01	0,20	0,68	5,00		0,05	0,05	0,05
PRK0003598	3,1	16,0	17,6	0,08	27,1	10,1	7,22	0,98	1,56	0,06	0,01	0,64	0,15	5,00		0,03	0,05	0,05
PRK0003675	2,4	10,7	414,1	0,37	5,5	2,1	6,88	9,27	43,00	0,19	0,01	2,90	0,15	5,00			0,05	0,05
PRK0003676	2,4	16,0	34,0	0,32	0,2	1,6	7,44	1,67	1,20	0,02	0,01	1,30	0,15	5,00			0,05	0,05
PRK0003677	2,4	13,9	226,2	0,36	2,5	2,2	7,08	2,47	1,65	0,06	0,01	0,53	0,50	9,00	0,11	15,03	0,05	0,05
PRK0020798	5,1	13,5	35,4	0,18	10,5		7,20	0,50										
SJA1170000	5,4	9,8	23,2	0,01	37,8	9,1												
SJA2593000	1,9	7,8	20,2	0,01	46,3	9,4												
SJA7505000	7,1	8,7	28,6	0,02	22,5	6,9		0,50										
SJA4800000	6,2	6,1	17,6	0,01	42,0	10,7	7,50											
SJA3693000	3,2	7,4	44,2	0,01	20,6	7,6												
SJA7345000	4,4	6,0	26,4	0,03	32,5	10,3												
SJA3851000	8,3	14,8	14,7	0,02	22,5	11,5												
SJA4421000	4,2	9,2	36,4	0,01	29,5	6,6												
SJA8045000	3,4	14,3	31,0	0,01	39,1	11,5												
SJA6418000	1,8	11,2	71,4	0,01	16,5	5,4												
SJA7142000	5,3	7,9	26,0	0,01	32,0	10,0	7,30											
SJA9896000	2,1	8,5	26,0	0,01	40,0	10,5												
SJA5905000	9,3	9,7	28,2	0,01	37,5	7,7		0,50										
SJA4579000	1	6,4	37,4	0,01	12,2	3,8												
SJA5698000	2,2	10,7	63,6	0,04	19,7	9,7												
SJA8833000	6,5	5,2	36,0	0,01	10,6	5,8												
PVK keskmine		10,2	61,4	0,07	23,6	7,4	7,17	2,28	6,39	0,06	0,01	0,86	0,37	7,50	0,11	6,04	0,05	0,05

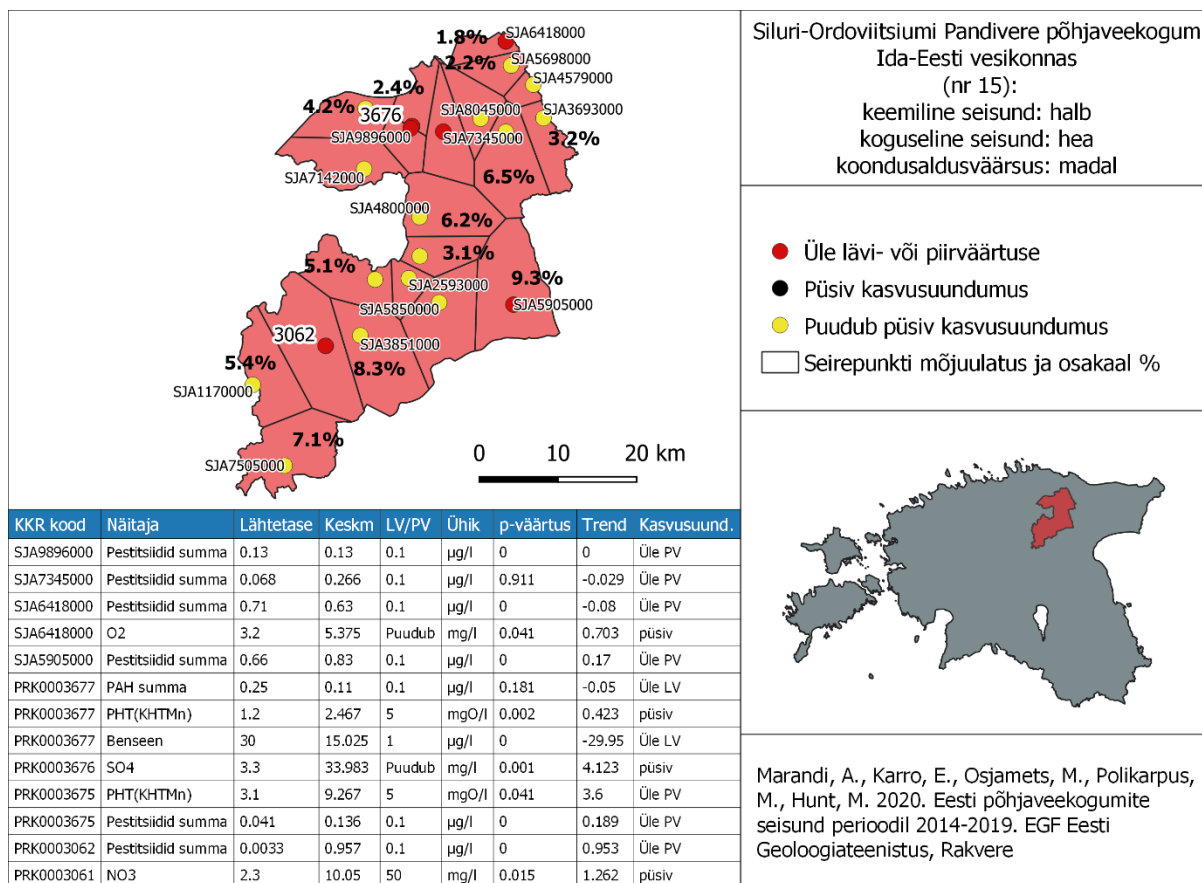
Lävi- või piirväärtuste ületamise korral jätkub seisundi hinnang keemiliste seisundi testide teostamisega, mille käigus hinnatakse muuhulgas põhjavee seisundit mõjutavate saasteainete sisalduste muutlikkust hindamisperioodi (2014-2019 a.) jooksul ning varieeruvust lähtetasemete suhtes.

Tabelist 1 nähtub, et ühes seirekaevus (3675) on ületatud keemilisele hapnikutarbele kehtestatud piirväärtus (5 mgO/l) ning teises (3677) seirepunktis PAH summale (0,1 µg/l) ja benseenile (1 µg/l) kehtestatud läviväärtused. Seire käigus kogutud algandmete koondamise ja töötlemise tulemus näitas, et põhjaveekogumis esineb pestitsiidide osas üksikuid kehtestatud piirväärtuse (0,1 µg/l) ületamisi (Tabel 2).

Tabel 2. Pestitsiidide aastakeskmised vaatluskaevupõhised sisaldused (n - analüüside arv hindamisperioodi jooksul)

Puurkaev	Aasta	Pestitsiid	Ühik	Keskmine sisaldus	n
PRK0003062	2017	kloridasoon-desfenüül	µg/l	0,11	1
PRK0003062	2017	propikonasool	µg/l	1,8	1
PRK0003675	2018	kloridasoon-desfenüül	µg/l	0,23	1

Seisundi hindamise juhendi (European Commission 2009; AS Infragate Eesti 2013) järgi on saasteainete levik märkimisväärne siis, kui see esineb 20 % või enam põhjaveekogumi pindalast või mahust. Põhjavee keemilise seisundi hinnang tugineb 23 seirepunkti andmetele ning mitmed neist paiknevad grupiti (Joonis 1), mistõttu mitmete kaevude mõjuraadiused kattuvad ja on võrdse pindalaga.



Joonis 1. Seirepunktide paiknemine ja nende mõjuulatused ning oluliste saasteainete kasvusuundumused Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogumis Ida-Eesti vesikonnas

Kuivõrd piir- ja läviväärtuste ületamised jäävad alla 20 % põhjaveekogumi pindalast (Tabel 1), on põhjaveekogum testi 1 põhjal heas seisundis (testi usaldusväärsus on kõrge) ning analüüs jätkub järgmiste seisundit iseloomustavate testide teostamisega.

Test 2. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks soolase või muu vee sissetungi ohust lähtuvalt.

Test soolase või muu vee sissetungi ohu tuvastamiseks ning selle mõju hindamiseks põhjaveekogumi keemilisele seisundile teostatakse nendes põhjaveekogumites, kus vee sissetungi iseloomustavatele kloriididele ja sulfaadile on kehtestatud läviväärtused (KeM 2019a). Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogumile Ida-Eesti vesikonnas ei ole nimetatud saasteainetele kehtestatud läviväärtusi, sest puudub oht soolase või muu vee sissetungiks. Seega on põhjaveekogum testi 2 põhjal heas keemilises seisundis. Testi usaldusväärsus on kõrge.

Test 3. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud pinnaveekogumitest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seonduvad vooluveekogumid, nende keemiline (KESE) ja ökoloogiline (ÖSE) seisund ning ebdasoodsa seisundi põhjused Eesti pinnaveekogumite seisundi 2018. aasta ajakohastatud vahehindangu järgi on toodud Tabelis 3 (Altoja et al. 2019).

Tabel 3. Põhjaveekogumiga seotud vooluveekogumid, nende seisund ning test 3 tulemus

vooluveekogum	KESE VMK 2013-2018	ÖSE VMK 2013-2018	ÖSE mitte hea element	ÖSE näitaja	lähim seirekaev	probleemne saasteaine	test 3
Kunda_1	hea	kesine	FYKE, KALA, HÜMO	O2, JKI, tõkestatus	3598; SJA3693000; SJA8833000; SJA5905000	FYKE (O2) . Lähimas põhjaveekogumite seirekaevus 3598 on hapniku keskmine sisaldus 10,1 mg/l, mis on omane maapinnalähedasele põhjaveele ja ei viita inimõjust põhjustatud muutustele. Hapniku sisalduste trend vaatlusperioodil on kergelt alanev (slope= -0,07), hapniku sisaldusi tuleb võimalike pikaajaliste muutuste tuvastamiseks kaevudes edasi jälgida.	hea
Kunda_2	hindamata	kesine	KALA	JKI			hea
Kunda_3	hindamata	kesine	ÖP	KALA	teadmata		hea
Loobu_1	hindamata	kesine	KALA	JKI			hea
Pedja_1	hindamata	kesine	KALA	JKI			hea
Preedi_2	hindamata	hea					hea
Sõmeru	hindamata	kesine	KALA, HÜMO	JKI, looklevus, maakate,			hea
Toolse_1	hea	kesine	KALA, SPETS	JKI, Ba	3677; 3676; 3675 SJA6418000; SJA5698000	SPETS (Ba) . lähimatest seirekaevudest ega teistest kogumi seirekaevudest pole vaatlusperioodil Ba sisaldust mõõdetud.	hea, madal usaldusväarsus
Voore	hindamata	kesine	KALA	teadmata			hea
Võllinge	hindamata	hea					hea

vooluveekogum	KESE VMK 2013-2018	ÖSE VMK 2013-2018	ÖSE mitte hea element	ÖSE näitaja	lähim seirekaev	probleemne saasteaine	test 3
Põltsamaa_1	hindamata	kesine	FYKE, KALA, SUSE	N-üld,P- üld,JKI,T,AS PT,EPT,DSFI ,SUSE_ÖKS	20798; 3061; 3062; SJA3851000	FYKE (N-üld,P-üld). Nüld ja Püld pole kogumi seirekaevudes määratud. Lähimad kogumi seirekaevud on 20798, 3062 ja 3061. NO3 sisalduse trend kaevus 3061 on kasvusuundumuses (slope=1,26, p=0,00061), perioodi keskmine sisaldus 10,1 mg/l. NO3 sisaldus kaevus nr 3062 on samuti püsivas kasvusuundumuses, keskmine sisaldus on 20,1 mg/l kuid 2019. aasta sisaldus 33 mg/l. Seirepunkti SJA3851000 perioodi keskmine NO3 sisaldus on 22,5 mg/l, ka selles punktis on kõrgeimad sisaldused leitud 2019. aastal, kus NO3 sisaldus ületas ka 75% taseme läviväärtusest. 1B tüüpi vooluveekogumi seisundit loetakse mitte heaks kui N-üld on kõrgem kui 3 mgN/l, arvestades nitraatide seireperioodi lõpu kõrget sisaldust lähimates seirekaevudes ning püsivat kasvusuundumust võib põhjaveest pärinev nitraat põhjustada pinnavee mitte head seisundit.	halb, madal usaldusväärsus
Põltsamaa_2	hea	kesine	KALA	teadmata			hea
Põltsamaa_3	hindamata	kesine	KALA	JKI			hea
Selja_2	hindamata	kesine	SUSE, KALA	PT, ASPT, EPT, JK			hea
Selja_3	hindamata	halb	FYKE, FYBE, SUSE, SPETS	N-üld, P- üld, 100- TDI, EPT, ASPT, DSFI, nafta, 1- al.fen.	3677; 3676; 3675; SJA8045000; SJA7345000	FYKE (N-üld, P-üld); SPETS (nafta, 1-al.fen). Lähimates seirekaevudes on naftasaaduste ja fenoolide sisaldused jäänud alla määramispiiri. P-üld pole kogumi seirekaevudes määratud. N-üldi pole kogumi seirekaevudes määratud. Perioodi keskmine NO3 sisaldus lähimates NTA seirepunktides SJA8045000 ja SJA7345000 on kõrge (vastavalt 39,1 mg/l ja 32,5 mg/l), NO3 sisaldus on tõusutrendis ning 2019 aasta keskmised sisaldused vastavalt 48 ja 42,5 mg/l ületasid ka 75% läviväärtusest. 1B tüüpi vooluveekogumi seisundit loetakse mitte heaks kui N-üld on kõrgem kui 3 mgN/l, arvestades nitraatide seireperioodi lõpu kõrget sisaldust lähimates seirekaevudes ning püsivat kasvusuundumust võib põhjaveest pärinev nitraat põhjustada pinnavee mitte head seisundit. Keskmine NO3 sisaldus lähimates põhjaveekogumi seirekaevudes on madalad, (perioodi keskmised sisaldused 0,2-5,5 mg/l).	halb, madal usaldusväärsus

Põhjaveekogumiga seotud vooluveekogumites põhjustavad mitte head seisundit hapniku sisaldus, toiteained, naftasaadused, fenoolid ja baarium, mis teoreetiliselt võivad pärineda põhjaveest (Tabel 3). Selja jões halba seisundit põhjustavate naftasaaduste ja fenoolide sisaldus lähimates põhjavee seirekaevudes katastri numbriga 3675, 3676, 3677 on olnud väiksem labori määramistäpsusest. Kuna Toolse jões ebasoodsat seisundit põhjustava baariumi sisaldust põhjavees pole määratud, pole võimalik hinnata kas baarium võiks

pärineda põhjaveest. Toiteainetest põhjustavad üldlämmastik ja üldfosfor Põltsamaa_1 ja Selja_3 vooluveekogudes mitte head seisundit. Põhjavees on toiteainetest seiratud nitraatide sisaldusi nii nitraaditundliku ala seire raames kui ka põhjaveekogumite seires. Põltsamaa_1 jõe lähimad põhjaveekogumi seirekaevud on 20798, 3062 ja 3061. NO₃ perioodi keskmine sisaldus kaevus nr 3061 on 10,1 mg/l, esineb püsiv kasvusuundumus (slope=1,26, p=0,00061). NO₃ sisaldus kaevus nr 3062 on samuti püsivas kasvusuundumuses, keskmine sisaldus on 20,1 mg/l kuid perioodi lõpul oli sisaldus juba 33 mg/l. Seirepunkti SJA3851000 perioodi keskmine NO₃ sisaldus on 22,5 mg/l, ka selles punktis on kõrgeimad sisaldused leitud 2019. aastal, kus NO₃ sisaldus ületas ka 75% taseme läviväärtusest. Sarnane on nitraatide olukord ka Selja_3 vooluveekogumile lähimates põhjaveeseirekaevudes. Perioodi keskmine NO₃ sisaldus lähimates NTA seirepunktides SJA8045000 ja SJA7345000 on kõrge (vastavalt 39,1 mg/l ja 32,5 mg/l), NO₃ sisaldus on tõusutrendis ning 2019 aasta keskmised sisaldused vastavalt 48 mg/l ja 42,5 mg/l ületasid 75% läviväärtusest. Põltsamaa_1 ja Selja_3 on 1B tüüpi vooluveekogumid, mille seisundit loetakse mitte heaks kui N-üld on kõrgem kui 3 mgN/l. Arvestades nitraatide seireperioodi lõpu kõrget sisaldust lähimates põhjavee seirekaevudes ning püsivat kasvusuundumust võib põhjaveest pärinev nitraat põhjustada pinnavee mitte head seisundit. Vooluvee seisundi põhjal on põhjaveekogum test 3 alusel halvas seisundis.

Põhjaveekogumiga seotud järvedest on seisuveekogumitena arvel vaid Äntu Sinijärv (veekogumi kood 2043600_1). Teiste seotud seisuveekogude kohta puuduvad kogumite seisundihinnangud, mis võimaldaks ühtse meetodikaga põhjaveest pärineda võivate saasteainete mõjusid test 3 alusel hinnata. Äntu järve keemiline seisund (KESE) on Eesti pinnaveekogumite seisundi 2018. aasta ajakohastatud vahehindangu järgi hindamata. Äntu järve ökoloogiline (ÖSE) seisund on hea (Altoja et al. 2019).

Põhjaveekogum on **test 3 järgi** (vooluveekogumid ja seisuveekogumid kokku) **halvas seisundis**. Seisund on halb kuna Selja_3 ja Põltsamaa_1 kogumitele lähimates põhjavee seirekaevudes on nitraatide sisaldus kasvusuundumuses ning hindamisperioodi viimaste aastate sisaldused on piisavalt kõrged, et põhjavee toidest pärinev lämmastik võib põhjustada nimetatud vooluveekogumite mitte head seisundit. **Hinnangu usaldusväärsus on madal**, kaasajastada tuleks jõgede põhjavee toite osakaalud ning põhjavee seirekaevude ja jõgede seosed.

Test 4. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on Endla soostiku loodeosa madalsood ja soometsad, Nõmme-Veskijärve allikasoo, Ilmandu allikasoo ja madalsood ning Varangu allikasoo. Seotud PSMÖS-idest ei kuulu Natura 2000 alade nimistusse vaid Nõmme-Veskijärve allikasoo. Natura 2000 alade elupaikade üldseisund on hea, elupaigatüüpideks on madalsoo, allikasoo, soometsad, soostunud niidud (Terasmaa et al. 2015). Kuna maismaaökosüsteemid, mille seisund on Natura sooelupaikade hindamise kriteeriumide alusel halvem kui hea põhjaveekogumis puuduvad, on põhjaveekogum **test 4 alusel heas seisundis (usaldusväärsus kõrge)**.

Test 5. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks joogiveest lähtuvalt Testi läbiviimisele kaastakse veehaarded toodanguga üle 500 m³/d. Teiseks kriteeriumiks on asjaolu, kas joogivee kvaliteeti puudutavate probleemidega on ajavahemikul 2014-2019 a. pöördunud põhjaveekomisjoni poole. Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogumis Ida-Eesti vesikonnas ei ole nimetatud ajavahemikul esinenud joogivee kvaliteediga seonduvaid probleeme, vee-ettevõtted ei ole pidanud veehaardeid sulgema ega ka efektiivsemaid veetötlusmeetodeid rakendama. **Põhjaveekogum on antud testi põhjal heas keemilises seisundis. Testi usaldusväärsus on kõrge.**

Põhjaveekogumi koguselise seisundi hinnang

Test 6. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks põhjaveeressursi bilansist lähtuvalt

Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas looduslik ressurss (483213 m³/d) on suurem kui põhjavee kinnitatud tarbeveevaru (7580 m³/d). Seetõttu hinnatakse testis 6 üldist põhjaveevõttu 2017. ja 2018. aastal (vastavalt 12032 ja 10969 m³/d) võrreldes neid põhjaveekogumi loodusliku ressursiga. 2018. a seisuga on loodusliku kasutatava vaba vee hulk 472244 m³/d.

Lähtuvalt eelnevast on test 6 tulemusena Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas heas seisundis. Testi usaldusväärsus on kõrge.

Test 7. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud pinnaveekogumitest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud pinnaveekogumite seisundit lähtuvalt veevõtust on hinnatud vaid vooluveekogumitel. Põhjaveekogumiga seotud vooluveekogumite nimekiri on toodud Tabelis 3. Vooluveekogumi hüdro-morfoloogilise seisundi (HÜMO) veekastuse hinnangus on veevõtt neis jõgedes väike jäädes allapoole 20% jõe aastasest vooluhulgast (Auväärt et al. 2019). **Test 7 alusel on põhjaveekogumi seisund hea (usaldusväärsus kõrge).**

Test 8. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on Endla soostiku loodeosa madalsood ja soometsad, Nõmme-Veskijärve allikasoo, Ilmandu allikasoo ja madalsood ning Varangu allikasoo. Seotud PSMÖS-idest ei kuuluv Natura 2000 alade nimistusse vaid Nõmme-Veskijärve allikasoo. Natura 2000 alade elupaikade üldseisund on hea, elupaigatüüpideks on madalsood, allikasoo, soometsad, soostunud niidud (Terasmaa et al. 2015). Kuna maismaaökosüsteemid, mille seisund on Natura sooelupaikade hindamise kriteeriumide alusel halvem kui hea põhjaveekogumis puuduvad, on **põhjaveekogum test 8 alusel heas seisundis (usaldusväärsus kõrge).**

Test 9. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks soolase või muu vee sissetungi ohust lähtuvalt.

Test soolase või muu vee sissetungi ohu tuvastamiseks ning selle mõju hindamiseks põhjaveekogumi koguselisele seisundile teostatakse nendes põhjaveekogumites, kus vee sissetungi iseloomustavatele kloriididele ja sulfaadile on kehtestatud läviväärtused (KeM 2019a). Siluri-Ordoviitsiumi Pandivere põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas puhul ei ole nimetatud saasteainetele kehtestatud läviväärtusi, sest puudub oht soolase või muu vee sissetungiks. **Seega on põhjaveekogum testi 9 põhjal heas seisundis. Testi usaldusväärsus on kõrge.**