

Kesk-Devoni põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas (24)

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)
24	Ida-Eesti vesikond	Devoni	Kvaternaari, Kesk-Devoni	Viljandimaa, Tartumaa, Põlvamaa, Valgamaa, Võrumaa, Jõgevamaa	8755

Hüdrogeoloogiline iseloomustus	<i>Kivimite litoloogiline koostis</i>	Koosneb Aruküla ja Burtnieki lademe valkjast kuni punakaspruunist liivakivist või aleuoliidist, mis sisaldavad savi vahekihte. Kogumi põhjaosas on kogumi vettandvaks osaks ka Narva lademe Kernave kihistu peeneteraline liivakivide kiht. Kogumiga loetakse seotuks ka aluspõhjal lasuvad Kvaternaari veekihtid, millest olulisimad on fluvioglaatsiaalsetes setetes paiknevad veekihtid (eriteraline kruus ja liiv ning kohati veerised) Tartu, Valga, Põlva ja Võru maakonnas (endised Kvaternaari Elva, Otepää, Piigaste-Kanepi ja Võru põhjaveekogumid nr. 35-38).
	<i>Kogumi paksus</i>	Kogumi paksus suureneb lõuna suunas 11 meetrilt ~200 meetrini. Aluspõhjal lasuvate Kvaternaari veekihtide paksus on 10-50 m (Perens jt., 2012).
	<i>Lasuv veepide</i>	Põhjaveekogumi avamusala on maapinnalt esimene põhjaveekiht, milles esineb mitme meetriste savikate kvaternaarisetete lasundeid, mille filtratsioonikoefitsient on valdavalt 0,01–1,0 m/ööpäevas.
	<i>Lamav veepide</i>	Põhjaveekogumi lamavaks veepidemeks on Narva regionaalne veepideme savikad aleuoliidid, merglid, savid ja

		dolomiitmerglid transversaalse filtratsioonikoefitsiendiga 10^{-4} – 10^{-5} m/d, kohati 10^{-6} m/d või veelgi väiksem (Perens jt., 2012).
	Põhjavee survepind	Kogumi veelahkmealal, Otepää kõrgustikul, on aluspõhjaliste Kesk-Devoni veekihtide survepind kuni 50,5 m maapinnalt (absoluutkõrgus 120 m). Peipsi järve ääres ulatub põhjavee survepind kohati üle maapinna ning kaevud on ülevoolavad. Aluspõhjaliste veekihtide survepinna valdav sügavus on 10–20 m maapinnalt. Kvaternaari veekihtides esineva valdavalt vabapinnaline põhjavesi paikneb maapinnast keskmiselt 3-10 m sügavusel (Perens jt., 2012).

Hüdrodünaamika	Voolusuunad	Põhjaveekogumi keskosas domineerivad Otepää kõrgustikult lähtuvad radiaalsed põhjaveevoolud. Täiendav lõunast põhja suunduv põhjaveevool saab alguse Karula ja Haanja kõrgustikult. Põhjavee väljealad on Peipsi järvistu ja suuremad jõed (Emajõgi, Väike-Emajõgi, Ahja jt). Põhjavesi infiltreerub transversaalse põhjaveevooluna ka allpool lasuvasse Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumisse.
	Hüdrauliline juhtivus ja põhjaveevoolu kiirus	Põhjaveekogumi lateraalne hüdrauliline juhtivus on üsna ühtlane – 1–3 m/ööpäevas liivakivides ja 1-10 m/ööpäevas Kvaternaari setetes (Perens jt., 2012). Seevastu veekihtide läbilaskevõime on võrdlemisi muutlik (30–300 m ² /ööpäevas) suurenedes kogumi paksuse kasvuga lõunasuunas (<i>Ibid.</i>). Lõuna-Eesti kõrgustikel on hüdrauliline gradient valdavalt 0,0001–0,01 piires ja põhjavee lateraalne liikumiskiirus liivakivides on 0,02–0,2 m/ööpäevas, transversaalse liikumise kiiruseks on hinnatud 0,001–0,005 m/ööpäevas (Perens jt., 2012). Kvaternaari setetes on põhjavee lateraalne liikumiskiirus hinnatud vahemikku 0,001-0,15 m/ööpäevas (kruusas isegi 10-15 m/ööpäevas; Perens jt., 2012).
	Toitumine ja režiim	Otepää, Karula ja Haanja kõrgustikult kui põhilistelt toitealadelt toimub aastaringne põhjaveevool madalamatesse piirkondadesse. Toitumise intensiivsus sõltub põhjaveekogumit katvate Kvaternaari setete koostisest. Savika pinnakattega liigniisketel aladel põhjavee toitumist ei toimu või on see vähene. Veetasemete kõikumise amplituudid jäävad veekihtides enamasti vahemikku 0,5–2,3 m.

Põhjavee koostis	Keemiline koostis	Põhjaveekogumi põhjavesi on valdavalt Ca-HCO ₃ -tüüpi, vees lahustunud mineraalainete sisaldusega 0,2–0,6 g/L. Põhjavee kloriidide sisaldus on valdavalt kuni 25 mg/L. Nitraadid enamiku puurkaevude vees praktiliselt puuduvad, kuid esineb ka üksikuid joogivee piirsisaldusest suurema nitraatide sisaldusega
-------------------------	--------------------------	---

		<p>põhjaveet (kuni 70 mg/L). Joogivee seisukohast on kogumi suurimaks kvaliteediprobleemiks suur looduslik raua sisaldus (Kesk-Devoni veekihtides kuni 7 mg/L, keskmine 1,3 mg/L; Kvaternaari veekihtides 1,0-3,0 mg/L, Perens jt., 2012), mis ületavad kordades joogiveele lubatud piirsisaldust (0,2 mg/L; Sotsiaalministri määrus 31.07.2001 nr 82). Põhjavee kasutamisel joogiveena võivad kohati probleemiks olla suuremad ammoonium (kuni 2 mg/L, keskmine 0,2 mg/L) sisaldused. Looduslik sulfaatide sisaldus kogumipõhjavees võib ulatuda kuni ~150 mg/L.</p> <p>Kuna olulisi veepidemeid põhjaveekogumil ei lasu siis levib kogumis tänapäevastest sademetest tekkinud põhjavesi. Seda kinnitavad ka mõõdetud $\delta^{18}\text{O}$ väärtused (-11,1 kuni -11,9‰), mis on sarnased tänapäevastele sademetele (Savitskaja jt. 1996b; Raidla jt., 2016). Nende väärtuste järgi kuulub kogum pigem aktiivse veevahetuse vöösse.</p> <p>Ohtlikest ainetest määrati aastal 2017 põhjaveekogumi seirekaevude nr 7588 ja nr 7590 põhjavees trikloroeteeni ja tetrakloroeteeni sisaldust (Erg & Tamm, 2018). Kogumiga seotud Kvaternaari veekihtide põhjavees on ohtlike ainete sisaldus jäänud samuti allapoole määramispiiri (Erg & Tamm, 2018). Mõlema seirekaevu põhjavees jäid tulemused allapoole labori määramispiiri. Tartu põhjaveevarude hindamise käigus tuvastati Tartu linna Kobrulehe veehaarde Kesk-Devoni kaevudes ohtlike ainete künnisarvust kõrgem arseeni sisaldus (~25 µg/L; Keskkonnaministri määrus 11.08.2010 nr 39).</p> <p>Kogumi põhjavesi vastab enamasti joogiveeks kasutatava põhjavee I või II kvaliteediklassile olenevalt vee raua ja ammooniumi sisaldusest (Sotsiaalministri määrus 02.01.2003 nr 1).</p>
	<p><i>Keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel</i></p>	<p>Kogumi keemiline koostis on valdavalt kujunenud Devoni liivakivide kaltsiit-tsemendi (CaCO_3) lahustumisel värskelt infiltreerunud pinnavete toimetel. Infiltreerumisel sügavamale on lisandunud dolomiidi lahustumine mis on põhjavee keemilisse koostisse lisanud Mg^{2+}. Kvaternaari setete Ca-HCO_3 tüüpi koostis pärineb moreenis sisalduvatest karbonaatsetest mineraalidest. Põhjavees esinev suur looduslik raua sisaldus viitab redutseerivate tingimuste esinemisele kogumiga seotud veekihtides. Sulfaadi allikaks on tõenäoliselt püriidi oksüdatsioon. Kohati tuvastatud kõrgemaid arseeni sisaldused võivad olla seotud Devoni liivakivides esinevate raua oksiidide, hüdroksiidide ja püriidi esinemisega, kus arseen võib esineda jälgelemendilise lisandina.</p>

**Seotud vooluvee-
ökosüsteemid**

Kogumi aluspõhjaliste ja Kvaternaari veekihtidega seotud vooluveeökosüsteemid:

- Ahja jõgi Hilba jõeni (Ahja_1; 1047200_1);
- Ahja Hilba jõest Kiidjärve paisjärveni (Ahja_2; 1047200_2);
- Ahja jõgi Kiidjärve paisjärve algusest Saesaare paisuni (Ahja_3; 1047200_3);
- Ahja jõgi Saesaare paisust suudmeni (Ahja_4; 1047200_4)
- Mõra oja (Mõra; 1045700_1);
- Porijõgi Lalli paisuni (Porijõgi_1; 1044400_1);
- Tatra jõgi (Tatra; 1045500_1);
- Võhandu jõgi Sillaotsa jõeni (Võhandu_1; 1003000_1)
- Võhandu jõgi Sillaotsa jõest Utita paisuni (Võhandu_2; 1003000_2);
- Võhandu jõgi Utita paisust Vagula järveni (Võhandu_3; 1003000_3);
- Võhandu jõgi Vagula järvest Paidra paisuni (Võhandu_4; 1003000_4);
- Võhandu Paidra paisust Viluste ojani (Võhandu_5; 1003000_5);
- Võhandu Viluste ojust Röpina paisuni (Võhandu_6; 1003000_6);
- Võhandu jõgi Röpina paisust suudmeni (Võhandu_7; 1003000_7);
- Leevi jõgi Järvemäe ojani (Leevi_1; 1047900_1);
- Elva jõgi Kaarnaajani (Elva_1; 1036500_1);
- Elva jõgi Kaarnaajast suudmeni (Elva_2; 1036500_2);
- Kavilda jõgi Kentsi paisjärveni (Kavilda_1; 1036200_1);
- Kavilda jõgi Kentsi paisjärvest suudmeni (Kavilda_2; 1036200_2);
- Kaarnaaja (Kaarnaaja; 1036800_1);
- Laatre Laatre paisuni (Laatre_1; 1011100_1);
- Marguse oja (Marguse oja; 1008400_1);
- Nüpli jõgi (Nüpli; 1008700_1);
- Purtsi (Purtsi; 1013100_1);
- Väike-Emajõgi Restu paisuni (Väike Emajõgi_1; 1008200_1);
- Väike-Emajõgi Restu paisust Pedeli jõeni (Väike Emajõgi_2; 1008200_2);
- Väike-Emajõgi Pedeli jõest suudmeni (Väike Emajõgi_3; 1008200_3);
- Hilba jõgi (Hilba; 1047600_1);
- Iskna jõgi (Iskna; 1005100_1);

		<ul style="list-style-type: none"> • Piusa jõgi Kiviojani (Piusa_1; 1000200_1); • Piusa jõgi Kiviojast suudmeni (Piusa_2; 1000200_2); • Rõuge jõgi (Rõuge; 1004100_1). <p>Ajaloolised mõõtmised on kogumiga seotud vooluveekogude bilansi põhjavee osakaaluks näidanud järgmist:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Kogumis Ahja_1 51% (perioodil 1946-1965); -Kogumis Ahja_2 51% (perioodil 1946-1965); -Kogumis Võhandu_1 48% (perioodil 1956-1961); -Kogumis Võhandu_2 48% (perioodil 1956-1961); -Kogumis Võhandu_3 48% (perioodil 1956-1961); -Kogumis Võhandu_4 49% (perioodil 1924-1965); -Kogumis Piusa_1 50% (perioodil 1924-1965); -Kogumis Piusa_2 50% (perioodil 1931-1962).
--	--	--

	<p>Seotud seisuveeökosüsteemid ja karstiobjektid</p>	<p><i>Seisuveeökosüsteemid:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lahepera järv (VEE2065600); • Lavatsi järv (VEE2085100); • Löödla järv (VEE2124100); • Poka järv (VEE2085000); • Punde järv (VEE2121610); • Restu-Madissõ järv (VEE2121620); • Arbi järv (VEE2093300); • Külajärv (Vellavere Külajärv; VEE2092500); • Vaikne järv (VEE2093400); • Verevi järv (VEE2093200); • Viisjaagu järv (VEE2092400); • Ahvenjärv (Päidla Ahvenjärv; VEE2102200); • Alevijärv (VEE2104000); • Inni järv (VEE2120000); • Jaanuse järv (VEE2103800); • Kaarnajärv (VEE2103600); • Kalmejärv (VEE2101700); • Kauru järv (VEE2120700); • Kirgjärv (VEE2121000); • Koljaku järv (VEE2105600); • Kukemäe järv (VEE2104500); • Kurnakese järv (VEE2103700); • Kõlli järv (VEE2105400); • Köverjärv (Päidla Köverjärv; VEE2101500); • Kärnjärv (Otepää Kärnjärv; VEE2105100); • Kääriku järv (VEE2105900) • Lüüsjärv (VEE2103400); • Mõisajärv (Päidla Mõisajärv; VEE2102000); • Mäha järv (Otepää Mäha järv; VEE2104800); • Neitsijärv (VEE2104600); • Nõuni järv (VEE2101300); • Nüpli järv (VEE2105200); • Peräjärv (Arula Peräjärv; VEE2105000); • Päästjärv (VEE2100500); • Pühajärv (VEE2105300); • Pülme järv (VEE2119800); • Restu järv (VEE2121500); • Saagjärv (VEE2104700); • Suurjärv (Päidla Suurjärv; VEE2102100); • Tornijärv (VEE2105700); • Uibujärv (Päidla Uibujärv; VEE2101400); • Väike-Juusa järv (VEE2104100);
--	---	---

		<ul style="list-style-type: none"> • Väikejärv (Päidla Väikejärv; VEE2102300); • Väike-Nõuni järv (VEE2101100); • Janokjärv (VEE2109400); • Jõksi järv (VEE2122400); • Piigandi järv (VEE2108400); • Vähkjärv (Piigandi Vähkjärv; VEE2108500); • Kaasjärv (VEE2138600); • Kahrila järv (VEE2139100); • Kubija järv (VEE2137800); • Mäestjärv (VEE2142900); • Tamula järv (VEE2126200); • Vagula järv (VEE2126100); • Verijärv (VEE2138100); • Veskijärv (Kubija Veskijärv; VEE2137820); • Vähkjärv (Kubija Vähkjärv; VEE2138300).
	Seotud maismaaökosüsteemid	<ul style="list-style-type: none"> • Elva jõe keskjooksu allikasood; • Elva jõe ülemjooksu allikasood; • Kavilda jõe allikasood; • Piigaste allikasood; • Porijõe-Tatra allikasood; • Mädaajõe oru allikasood; • Kavilda jõe allikasood; • Pühajärvest kagus asuv allikasood; • Elva jõe ülemjooksu allikasood; • Piigaste allikasood. <p>Erinevad põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on valdavalt inimõjuta ja teatud ulatuses võib nende veerežiimi mõjutada kraavitus ja kobarste poolt rajatud paisud.</p>

Seisundi hinnang (Perens jt., 2015)	Koguseline seisund	Hea
	Keemiline seisund	Hea
	Üldseisund	Hea

Põhjaveevarud (m ³ /ööpäevas)	Looduslik ressurss	2228835
	Põhjavee kinnitatud varu	20435
	Põhjaveevõtt 2018. a	11786
	Kasutuses olev vaba põhjavee kogus veehaaretele 2018. a	8649
	Minimaalne looduslik vaba ressurss	2208400
	Minimaalne looduslik kasutatav veehulk 2018. a	2217049

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

Põhjaveekogumi number	Põhjaveekogum	Saasteaine	Ühik	Saasteaine sisalduse läviväärtus põhjavees
24	Kesk-Devoni põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas	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	SO ₄	NH ₄	NO ₃	O ₂	pH	PHT (KHTMn)	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	Puudub	20	0,1	1	70	70
PRK0006876	8,6	7,8	1,8	0,54	0,2	1,5	7,45	1,12	0,93	0,10	0,01	1,00		8,00				
PRK0007046	12,9	8,9	9,1	0,04	4,7	6,5	7,32	0,89										
PRK0007588	12,2	6,5	1,2	0,26	0,2	0,5	7,08	2,97	0,75	0,01	0,01	0,03	0,50	10,00	0,04	0,04	0,05	0,05
PRK0007589	4,9	13,5	1,7	5,69	0,2	0,3	7,00	1,20					3,40	10,00		0,20		
PRK0007590	4,9	3,3	1,5	0,12	0,2	0,6	7,54	0,65	0,86	0,01	0,00	0,05				0,03	0,05	0,05
PRK0008485	5,1	7,8	14,6	0,16	0,2	1,8	7,34	0,98										0,05
PRK0008569	17,3	23,6	11,4	0,18	0,1	4,0	7,35	0,59	0,86	0,01	0,00	0,27	0,15				0,05	0,05
PRK0008738	2,7	3,1	2,1	0,09	0,3	3,7	7,36	0,75										
PRK0010330	7,7	3,5	1,7	0,04	21,3	10,0	7,40	3,20					0,15	10,00				
PRK0011187	4,9	28,6	29,2	0,03	21,3	8,3	6,86	1,73										
PRK0012079	5,9	3,8	1,1	0,36	0,3	1,7	7,40	1,99	0,41	0,01	0,01	0,03	0,68	7,50	0,03	0,05	0,05	0,05
PRK0021269	6	21,8	30,7	0,06	1,0	2,1	7,39	0,82	9,45	0,10	0,01	1,00	0,43	10,00	0,02			
PRK0023591	7,7	2,7	7,8	0,01	22,5	8,3	7,50	2,85					0,15	7,50			0,05	0,05
PRK0024241	11,7	4,8	1,7	0,06	0,4	3,3	7,36	0,97										
PRK0055877	2,7	31,9	34,6	0,38	14,6	4,1	7,20	0,70										
PVK keskmine		10,8	9,7	0,25	3,7	3,3	7,31	1,30	3,33	0,03	0,01	0,30	0,79	8,46	0,03	0,07	0,05	0,05

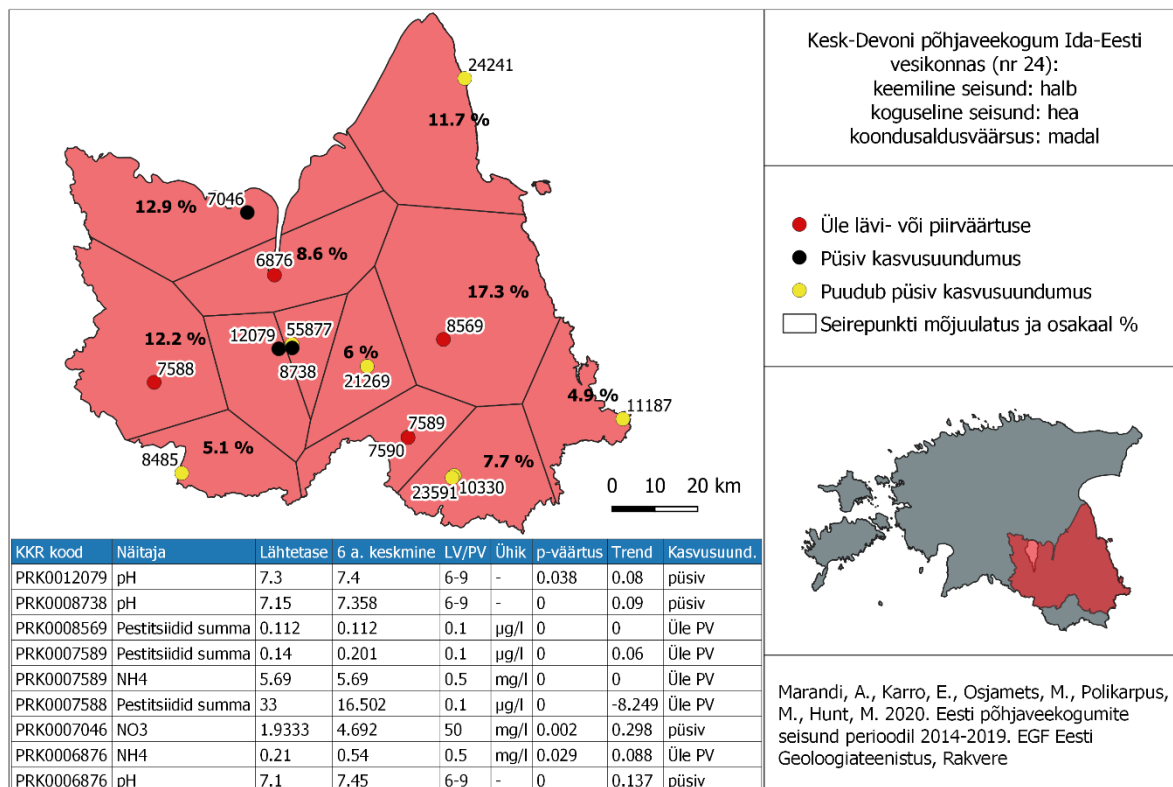
Tabelist 1 nähtub, et kahes seirekaevus on ületatud NH₄ sisaldusele kehtestatud piirväärtus (0,5 mg/l). Seire käigus kogutud algandmete koondamise ja töötlemise tulemus näitas, et

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
PRK0007588	2015	2,4-d 2-etüülheksüülester	µg/l	33	1
PRK0007589	2014	dimetüülftalaat	µg/l	0,14	1
PRK0007589	2016	metribusiin	µg/l	0,22	1
PRK0008569	2018	ampa	µg/l	0,089	1
PRK0008569	2018	glüfosaat	µg/l	0,11	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. NH₄ osas jäävad piirväärtuse ületamised alla 20 % põhjaveekogumi pindalast (Tabel 1, Joonis 1), kuid pestitsiidide osas (kaevud 7588, 7589 ja 8569) esinevad piirväärtuse ületamised 34,4% põhjaveekogumi pindalast (Tabelid 1 ja 2). Viimasel juhul on tegemist saasteaine märkimisväärse levikuga, mistõttu **on põhjaveekogum testi 1 põhjal halvas keemilises seisundis**. Antud seisundi hinnangu usaldusväärsus on madal, sest pestitsiidide puhul on tegemist üksikmäärangutega, millede põhjal ei ole võimalik hinnata saasteaine ajalist muutlikkust ning võimalikku kasvutrendi.



Joonis 1. Seirepunktide paiknemine ja nende mõjuulatused ning oluliste saasteainete kasvusuundumused Kesk-Devoni põhjaveekogumis Ida-Eesti vesikonnas

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). Kesk-Devoni 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 ja seisuveekogumid, nende keemiline (KESE) ja ökoloogiline (ÖSE) seisund ning ebdasoodsa seisundi põhjused Eesti pinnaveekogumite seisundi 2018. aasta ajakohastatud vahehindangu järgi on toodud Tabelites 3 ja 4 (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
Ahja_1	hindamata	kesine	KALA	teadmata			hea
Ahja_2	hindamata	kesine	KALA	JKI			hea
Ahja_3	hea	kesine ÖP	KALA	teadmata			hea
Ahja_4	hea	hea					hea
Elva_1	hindamata	hea					hea
Elva_2	hindamata	kesine	KALA, SPETS	JKI, BA	12076; 55877; 7046; 6876	SPETS (Ba). Elva_2 kogumitele on lähimatest seirekaevudest pole vaatlusperioodil ba sisaldust pole määratud, vaid kaevus nr 6876 on 2013 aastal määratud baariumi 540 µg/l. Pole teada kui suure osa moodustab Elva_2 kogumi veest põhjavee toide, kuid arvestades madalat pinnavee normi on võimalik, et pinnavee ebasoodsat seisundit põhjustab seal põhjaveest pärinev baarium.	hea, madal usaldusväarsus
Hilba	hindamata	hea					hea
Iskna	hindamata	hea					hea
Kaarnaoja	hindamata	kesine	FYKE, KALA	P-üld, NH4, JKI	55877; 12079	FYKE (P-üld, NH4). NH4 keskmine sisaldus lähimates seirekaevudes 55877 0,38 mg/l ja 12079 0,36 mg/l (slope= - 0,004). Kogu kogumi seirekaevude keskmine on 0,25 mg/l ja puudub kasvusuundumus slope= -0.01). NH4 Pinnavee norm 1b tüüpi kogumis on 0,3 mg/l. Kaarnaoja toite osakaalu põhjaveest pole teada, kuid arvestades lahjendust ning põhjavees mõõdetud NH4 sisaldusi pole põhjaveest tulenev NH4 üksi piisav, et põhjustada Kaarnaoja kesist seisundit. P-üld ega PO4 pole kogumi vaatluskaevudest määratud.	hea, madal usaldusväarsus
Kavilda_1	hindamata	halb ÖP	FYKE, FYBE, S	P-üld, N-üld, O2, NH4, IPS, WAT, 100-TDI, T, H, EPT, ASPT, DSFI	6876	FYKE (P-üld, N-üld, O2, NH4). Püld ja Nüld põhjavees ei mõõdetata. O2 keskmine sisaldus lähimas kaevus 1,5 mg/l O2 langustrendis (slope=-0,82)). NH4 keskmine 0,54 mg/l ületab põhjavee piirarvu, esineb NH4 statistiliselt usaldusväärne kasvusuundumus (slope= 0,09; p00,029). Kõrge NH4 sisaldus võib põhjustada pinnavee ebasoodsat seisundit (NH4 sisaldust üle 0,3 mg/l), kuid selle hindamiseks on vajalik teada põhjavee toite osakaalu.	ohustatud (NH4 üle normi ja kasvusuundumuses)
Kavilda_2	hindamata	kesine	KALA	JKI			hea

vooluveekogum	KESE VMK 2013-2018	ÖSE VMK 2013-2018	ÖSE mitte hea element	ÖSE näitaja	lähim seirekaev	probleemne saasteaine	test 3
Laatre_1	hindamata	hea					hea
Leevi_1	hindamata	kesine	KALA	teadmata			hea
Marguse	hindamata	hea					hea
Mõra	hindamata	kesine	KALA	teadmata			hea
Nüpli	hindamata	hea					hea
Piusa_1	hindamata	hea					hea
Piusa_2	hea	kesine	KALA, SPETS,	Ba,DSFI,EPT ,SUSE_ÖKS, äravoolu loodulikkus	23591; 11187	SPETS (Ba). Ba sisaldused kogumis alla põhjavee piirväärtusi, kuid kuni 6x kõrgema kui pinnavee normid. Piusa_2 kogumitele on lähimatest seirepunktidest pole seireperioodil Ba sisaldust määratud.	hea, madal usaldusväarsus (kõrge ba võimalik allikas põhjavesi)
Porijõgi_1	hindamata	kesine	KALA	teadmata			hea
Purtsi	hindamata	hea					hea
Rõuge	hindamata	hea					hea
Tatra	hindamata	hea					hea
Võhandu_1	hindamata	kesine	KALA	teadmata			hea
Võhandu_2	hindamata	kesine	KALA	JKI			hea
Võhandu_3	hindamata	kesine	KALA	teadmata			hea
Võhandu_4	hindamata	halb	SUSE, FYBE	100- TDI,IPS,WAT			hea
Võhandu_5	hindamata	kesine	KALA, SUSE	JKI, H, T SUSE ÖKS			hea
Võhandu_6	hindamata	kesine	ÖP	KALA; MAFY EPT,H,JKI,MIR, SUSE_ÖKS			hea
Võhandu_7	hea	kesine	SUSE, KALA	I, EPT, H, DSFI,JKI			hea
Väike Emajõgi_1	hindamata	kesine	KALA	teadmata			hea
Väike Emajõgi_2	hindamata	kesine	KALA	JKI			hea
Väike Emajõgi_3	hea	kesine	SUSE	ASPT,DSFI,EPT ,H,SUSE_ÖKS,T			hea

Põhjaveekogumiga seotud Elva_2 ja Piusa_2 voluuekogumites põhjustab mitte head seisundit kõrge baariumi sisaldus (Tabel 3). Ba sisaldused põhjaveekogumis on alla põhjavee piirväärtusi kuid kuni 6 korda kõrgemad kui pinnavee normid. Ba võib tekitada probleeme seotud pinnaveekogumites, kuid puuduvad järjepidevad seireandmed, teadmine taustataseme kohta ning kas tegu looduslikult kõrge sisalduse või inimõjuga. Ba tuleks kogumis anda läviväärtus ning selle sisaldust seirata.

Kaarnaaja ja Kavilda_1 voluuekogumite mitte hea seisundi põhjuseks on fosfori ja lämmastiku ühendid. Fosfori sisaldusi pole kogumi kaevudest määratud, puudub teadmine kas pinnavee kõrge fosforisisaldus võiks olla põhjustatud põhjaveest. Kaarnaajas on kesise seisundi põhjuseks NH₄ sisaldus. Keskmise ammooniumi sisaldus lähimates põhjavee seirekaevudes katastri nr 55877 on 0,38 mg/l (üksik proov) ja katastri nr 12079 0,36 mg/l (slope= - 0,004). Kogu kogumi seirekaevude keskmine ammooniumi sisaldus on 0,25 mg/l ja puudub kasvusuundumus (slope=-0.01). Kaarnaaja toite osakaalu põhjaveest pole teada, kuid arvestades lahjendust ning põhjavees mõõdetud NH₄ sisaldusi pole põhjaveest tulenev NH₄ üksi piisav, et põhjustada Kaarnaaja kesist seisundit (NH₄ Pinnavee norm 1b tüüpi kogumis on 0,3 mg/l). Kavilda_1 kogumis on mitte hea seisundi põhjuseks P-üld, N-üld, O₂ ja NH₄ sisaldused. Hapniku keskmine sisaldus lähimas kaevus katastri numbriga 6876 on 1,5 mg/l, hapniku sisaldus on langustrendis (slope=-0,82, p=0,0047). Ammooniumi keskmine sisaldus kaevus on 0,54 mg/l. Keskmine sisaldus ületab põhjavee piirarvu, lisaks esineb NH₄ statistiliselt usaldusväärne kasvusuundumus (slope= 0,09; p=0,029). Kõrge NH₄ sisaldus võib

põhjustada pinnavee ebasoodsat seisundit Kavilda jões (NH₄ sisaldust üle 0,3 mg/l), kuid selle usaldusväärseks hindamiseks on vajalik teada põhjavee toite osakaalu.

Tabel 4. Põhjaveekogumiga seotud seisuveekogumid, nende seisund ning test 3 tulemus

pinnaveekogum	ÖSE VMK 2013-2018	ÖSE mitte hea element VMK 2013-2018	KESE VMK 2013-2018	lähim seirekaev	saasteaine põhjaveekogumis	test 3
Lahepera järv	kesine	FYKE, MAFY	hindamata	24241	FYKE (pH). pH lähimas seirekaevus piirkonna põhjaveele omane (keskmine 7,4, slope= 0,02)	hea
Lõõdla järv	kesine	MAFY	hindamata			hea
Restu-Madissõ koos Punde järvega	kesine	SUSE	hindamata			hea
Verevi järv	halb	FYKE	hindamata	6876	FYKE (pH; Püld ja Nüld). pH põhjaveele iseloomulik (keskmine 7,5), Püld ja Nüld ei mõõdeta. lähima kaevu nr NH₄ keskmine 0,54 mg/l ületab põhjavee piirarvu, sisaldused kuni 0,8 mg/l. Kaevuvees esineb NH₄ kasvusuundumus (slope=0,09). Hinnangu andmiseks, kas kõrge NH₄ võib põhjustada pinnavee ebasoodsat seisundit on vajalik Nüld põhjaveeseiresse lisamine ja seirekaevu ülevaatus	hea, madal usaldusväärsus
Jõksi järv	hea	puudub	hindamata			hea
Tamula järv	kesine	FYKE, FYPLA, MAFY, SUSE	hindamata	7590	FYKE (P-üld, pH). pH põhjaveele iseloomulik (keskmine 7,5), Püld ei mõõdeta	hea, madal usaldusväärsus
Vagula järv	hea	puudub	hindamata			hea
Nõuni järv	hea	puudub	hindamata			hea
Pühajärv	kesine	MAFÜ	hindamata			hea

Põhjaveekogumiga seotud järvedest on seisuveekogumitena arvel 9 kogumit (Tabel 4). Nendest Tamula ja Verevi järve kogumites põhjustavad mitte head seisundit fosfori ja lämmastiku ühendid, mis võivad pärineda põhjaveest kuid kuna samu saasteaineid põhjavees ei seirata pole võimalik põhjavee mõju hinnata. Verevi järvele lähimas põhjavee seirekaevud katastri numbriga 6876 esineb lämmastikuühenditest ammooniumil kõrge sisaldus ning statistiliselt usaldusväärne kasvusuundumus.

Põhjaveekogum on Test 3 põhjal **heas seisundis kuid ohustatud** (Kavilda_1 vooluveekogumi NH₄ kõrge sisaldus), hinnangu **usaldusväärsus on madal**. Vajalik on selgitada Kavilda oja põhjavee toitumise osakaal ja jätkata NH₄ pikaajalist seiret. Verevi järve ja Kavilda_1

kogumite piirkonnas tuleks uuringuga selgitada, kas ammoonium on piirkonna põhjavees üldiselt kõrge või on see põhjavee seirekaevu number 6876 lokaalne probleem.

Test 4. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on Elva jõe ülem- ja keskjooksu allikasood, Kavilda jõe allikasood, Piigaste allikasood, Porijõe-Tatra allikasood ning Mädaajõe oru allikasood. Seotud PSMÖS-idest kuuluvad Natura 2000 alade nimistusse Elva jõe ülem- ja keskjooksu allikasood, elupaikade üldseisund on väga hea ja elupaigatüüpideks on allikasoo ning madalsoometsad (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 (hinnangu usaldusväärsus on kõrge).**

Test 5. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks joogiveest lähtuvalt

Testi läbiviimise kaastakse veehaarded toodanguga üle 500 m³/d. Teiseks kriteeriumiks on asjaolu, kas joogivee kvaliteeti puudutavate probleemidega on ajavahemikul 2014-2019 a. pöördutud põhjaveekomisjoni poole. Kesk-Devoni põhjaveekogumis Ida-Eesti vesikonnas ei ole nimetatud ajavahemikul esinenud joogivee kvaliteediga seonduvaid probleeme, vee-ettevõtted ei ole pidanud veehaardeid sulgema ega ka efektiivsemaid veetöötlusmeetodeid 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

Kesk-Devoni põhjaveekogumi Ida-Eesti vesikonnas looduslik ressurss (2228835 m³/d) on suurem kui põhjavee kinnitatud tarbeveevaru (20435 m³/d). Seetõttu hinnatakse testis 6 üldist põhjaveevõttu 2017. ja 2018. aastal (vastavalt 11273 ja 11786 m³/d) võrreldes neid põhjaveekogumi loodusliku ressursiga. 2018. a seisuga on loodusliku kasutatava vaba vee hulk 2217049 m³/d.

Lähtuvalt eelnevast on test 6 tulemusena Kesk-Devoni 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. Vooluveekogumi hüdro-morfoloogilise seisundi (HÜMO) veekastuse hinnangu alusel on veevõtt põhjaveega seonduvates jõgedes väike, jäädes allapoole 20% jõekogumite aastasest vooluhulgast (Auväärt jt 20 Auväärt et al. 2019 19). **Test 7 alusel on põhjaveekogumi seisund hea (usaldusväärsus kõrge).**

Test 8. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemide seisund on Natura 2000 soolupaikade hindamise kriteeriumide alusel väga hea (vt test 4). **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). Kesk-Devoni põhjaveekogumi 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.**