

Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas (18)

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)
18	Ida-Eesti vesikond	Siluri-Ordoviitsiumi	Siluri-Ordoviitsiumi	Jõgevamaa, Tartumaa, Viljandimaa, Valgamaa, Põlvamaa	6134

Hüdrogeoloogiline iseloomustus	<i>Kivimite litoloogiline koostis</i>	Lubjakivid ja dolomiidid, savikamate vahekihtidega. Peamisteks vettandvateks kivimiteks on Siluri ladestu Raikküla lademe lõhelised lubjakivid ja dolomiidid (Välgmann, 1992).
	<i>Kogumi paksus</i>	Vettandvate kivimite paksuseks on Tartu ümbruses hinnatud 36-57 m (Välgmann, 1992).
	<i>Lasuv veepide</i>	Veekogum ei ole vahetult kaetud hästi välja kujunenud veepidemega. Põhjaveekogumit katavad Alam-Devoni Rezekne lademe või Kesk-Devoni Pärnu lademe liivakividega, mis moodustavad Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumi. Hüdrogeoloogiliselt moodustavad Siluri ja Kesk-Alam-Devoni kivimid ühtse põhjaveekompleksi, aga kivimite kollektoromaduste erinevuse tõttu võib neid käsitleda erinevate põhjaveekompleksidena. Kesk-Alam-Devoni põhjaveekompleksi katab Kesk-Devoni Narva lademe aleuroliidist, merglist, savist ja dolomiitmerglist koosnev Narva regionaalne veepide. Veepideme paksus suureneb enam-vähem ühtlaselt lõuna suunas 30 meetrilt kuni 100 meetrini (Perens jt., 2012). Narva veepideme transversaalne filtratsioonikoefitsient on 10^{-4} – 10^{-5} m/ööpäevas, kohati 10^{-6}

		m/ööpäevas (Perens & Vallner, 1997; Perens jt., 2012).
	Lamav veepide	Siluri-Ordoviitsiumi regionaalne veepide, mille moodustvad väikese lõhelisusega karbonaatkivimid ja mille piiriks peetakse Lõuna-Eestis Siluri kompleksi kõige sügavama Juuru lademe merglite ülemist piiri (Perens & Karro, 2008). Veepideme vertikaalne filtratsioonikoefitsent on $\sim 10^{-6}$ m/ööpäevas (Perens & Vallner, 1997; Marandi jt., 2013).
	Põhjavee survepind	Sõltub konkreetse ala paiknemisest toitealade ja veelahkmealade suhtes. Kogumi lääne- ja lõunaosas on Sakala ja Otepää kõrgustikul survepind absoluutkõrgusel u 50 m (Tšeban, 1966; Perens jt., 2012). Kogumi põhjaosas on Pandivere kõrgustiku suunast langeva survepinna absoluutkõrgus u 40 m (Tšeban, 1966). Peipsi madalikul ulatub põhjavee survepind kohati üle maapinna ning esineb arteesiakaeve. Tartu linna ümbritsevate veehaarete ümber on intensiivne veevõtt tekitanud kohaliku survepinna alanduslehtri, mille keskel on põhjavee survepind alanenud absoluutkõrgustele –4 kuni –6 m (Perens jt., 2012; Polikarpus jt., 2017).

Hüdrodünaamika	Voolusuunad	Peamine põhjavee voolusuund põhjaveekogumis on seotud Pandivere, Otepää ja Sakala kõrgustike kui peamiste toitealade paiknemisega. Põhjavesi liigub Pandivere kõrgustikult lõuna, Sakala kõrgustikult ida ja Otepää kõrgustikult kirde ning põhja suunas.(Perens jt., 2012).
	Hüdrauliline juhtivus ja põhjaveevoolu kiirus	Põhjaveekogumit moodustavate veekihtide läbilaskevõime varieerub vahemikus ~ 30 kuni $550 \text{ m}^2/\text{ööpäevas}$ (Savitskaja jt., 1996a; Polikarpus jt., 2017). Horisontaalse põhjaveevoolu kiirus jääb looduslikes tingimustes tavaliselt piiridesse 1 kuni 10 m/ööpäevas (Perens jt., 2012). Põhjavee liikumine mööda vertikaalseid lõhesid sügavamatesse kihtidesse on aeglasem jäädes hinnanguliselt vahemikku 0,001–1 m/ööpäevas (Perens jt., 2012).
	Toitumine ja režiim	Põhjavesi toitub peamiselt sademete infiltreerumisest Pandivere, Sakala ja Otepää kõrgustikel. Kuna põhjaveekogum on kõikjal kaetud Devoni kihtidega, siis on põhjavee toitumine aeglane. Veetasemete kõikumise suurimad aastaegade vahelised amplituudid ületavad harva 2 m olles suuremad põhjaveekogumi toitealade lähedal (Perens jt., 2012). Väiksemad põhjaveetasemete amplituudid iseloomustavad toitealade suhtes kaugemal paiknevaid alasid. Põhjaveekogumis toimus veevõttust põhjustatud veetaseme ulatuslik alanemine 20. sajandi 80ndatel aastatel Tartu linnas,

		kuid käesolevaks ajaks on põhjaveerežiim valdavalt stabiliseerunud (Perens jt., 2012). Tingituna veevõtu vähenemisest tõsis survetase Anne veehaardel 1990ndatel aastatel ~9 m võrra (Perens jt., 2012).
--	--	--

Põhjavee koostis	Keemiline koostis	<p>Põhjaveekogumi toitealade lähedal paiknevates osades levib Ca-HCO₃ või Na-HCO₃ tüüpi põhjavesi, mille mineraalsus on 0,3-0,5 g/L. Kogumi lasuvussügavuse suurenemisega suureneb ka selles lahustunud mineraalainete hulk ja põhjavee tüüp muutub kohati Ca-SO₄ veetüübiks. Kloriidide sisaldus nendes põhjaveetüüpides varieerub vahemikus 3 kuni 80 mg/L. Kogumi põhjavett iseloomustavad looduslikud suuremad raua (<0,06-3,4 mg/L) ja kohati ka suured fluoriidi (0,5 kuni 3,2 mg/L) ning boori (0,1-0,5 mg/L) kontsentratsioonid (Perens jt., 2012; Karro & Uppin, 2013; Polikarpus jt., 2017). Sulfaadi kontsentratsioonid kogumi sügavamas osas võivad suurenedagi kuni 200 mg/L.</p> <p>Põhjavee isotoopkoostist iseloomustava δ¹⁸O väärtused jäävad kogumis vahemikku -11,5 kuni -12,8‰ (Savitskaja jt., 1996a, 1998; Pärn, 2018). Nende väärtuste järgi kuulub kogum aktiivse kuni mõõduka veevahetuse vöösse. δ¹⁸O väärtused ~-13‰ viitavad aeglasemale veevahetusele ja on omased piirkondadele, mis paiknevad kogumi toitealadest kaugemal.</p> <p>Põhjaveekogum on hästi kaitstud maapinnal paiknevate punkt- ja hajuskoormusallikate mõju eest. Tartu linna veevarude viimase ümberhindamise käigus läbiviidud põhjavee keemilise koostise uurimise käigus ei tuvastatud kogumi vees ohtlikke aineid (tsüaniidid, raskmetallid, fenoolid, benseen, benso(a)püreen, PAH ja pestitsiidid) põhjaveest või oli nende sisaldus alla lubatud piirväärtusi (Polikarpus jt., 2017).</p> <p>Põhjavesi vastab valdavalt joogiveeks kasutatava põhjavee II kvaliteediklassile, mille põhjuseks on looduslikult kõrge raua sisaldus (Sotsiaalministri määrus 02.01.2003 nr 1). Suuremate fluoriidi (>1,5 mg/L) kontsentratsioonide korral vastab põhjavesi joogiveeks kasutatava põhjavee III kvaliteediklassile.</p>
	Keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel	<p>Põhjaveekogumi põhjavee keemiline koostis on mõjutatud sademete infiltreerumisel tekkinud põhjavee ja vanema varasematest kliimaperioodidest pärineva põhjavee segunemisest. Kuna põhjaveekogum on maapinnast eraldatud mitmete tugevate veepidemetega, ei esine seal antropogeensele reostusele viitavaid aineid (nt. orgaaniline reostus, nitraadid, pestitsiidid). Peamised põhjavee keemilist koostist mõjutanud protsessid kogumis on karbonaatsete mineraalide (kaltsiit, dolomiit) lahustumine ja vähemal määral</p>

		ka püriidi oksüdatsioon. Kõrged raua sisaldused viitavad orgaanilise aine oksüdatsiooni olulisusele kogumi keemilise koostise kujunemisel. Na-HCO ₃ tüüpi vees on lisaks eelnimetatutele oluliseks keemiliseks protsessiks kationvahetus põhjavee ja ümbritsevate savikate kivimite vahel, mille mõjul suurenevad vees naatriumi, aga ka fluoriidi ja boori kontsentratsioonid (Karro & Uppin, 2013).
--	--	--

Seosed pinna- ja maismaa- ökosüsteemidega	Seotud vooluvee- ökosüsteemid	Ei ole
	Seotud seisuvee ökosüsteemid ja karstiobjektid	Ei ole
	Seotud maismaa ökosüsteemid	Ei ole

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

Põhjaveevarud (m³/ööpäevas)	Looduslik ressurss	336699
	Põhjavee kinnitatud varu	37280
	Põhjaveevõtt 2018. a	6217
	Kasutuses olev vaba põhjavee kogus veehaaretele 2018. a	24608
	Minimaalne looduslik vaba ressurss	299419
	Minimaalne looduslik kasutatav veehulk 2018. a	324027

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

Põhjaveekogumi number	Põhjaveekogum	Saasteaine	Ühik	Saasteaine sisalduse läviväärtus põhjavees
18	Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Devonkihtide all Ida-Eesti vesikonnas	Põhjaveekogumile ei ole kehtestatud läviväärtusi		

Põhjaveekogumi keemilise ja koguselise seisundi hinnang

Põhjaveekogumi keemilise seisundi hinnang

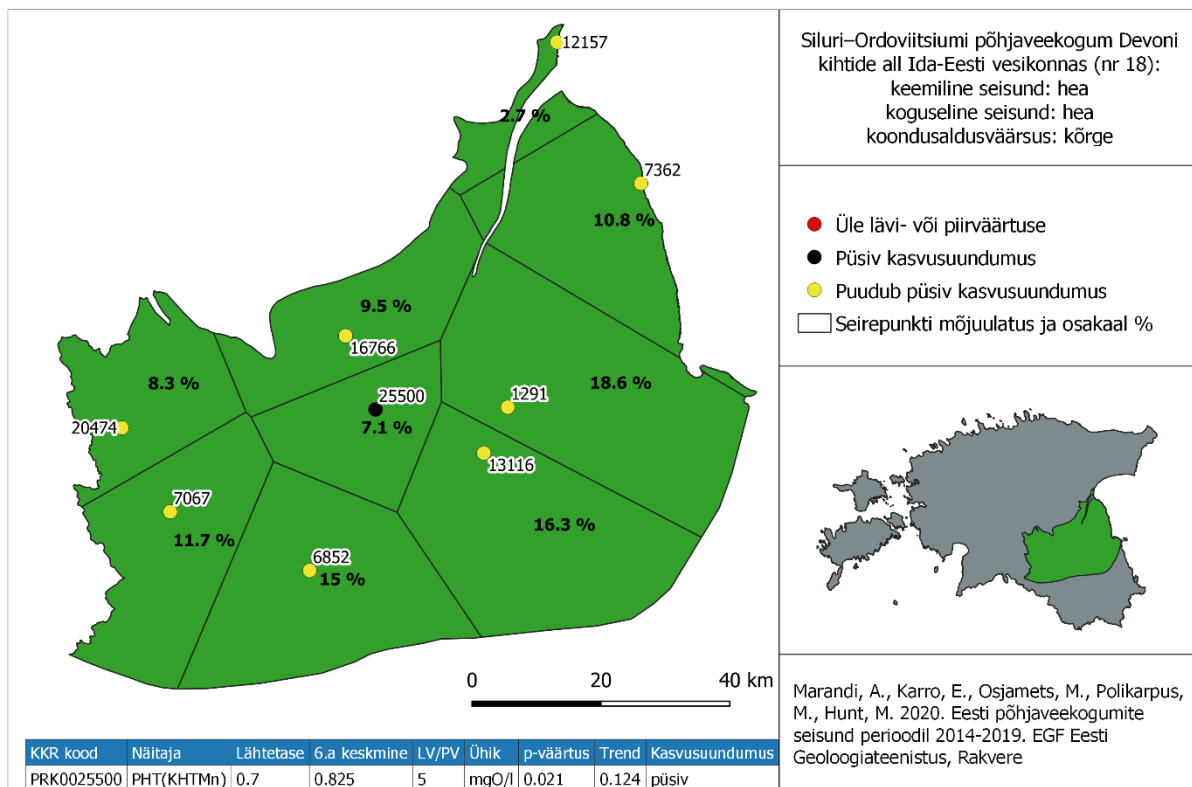
Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogumi Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas keemilise seisundi hindamisel on kasutatud 9 põhjavee ülevaateseire puurkaevu (Tabel 1, Joonis 1) veeanalüüside tulemusi. Nii antud põhjaveekogumi kui ka kõigi teiste põhjaveekogumite keemilise seisundi hindamisel on kasutatud nii riikliku põhjaveekogumite keemilise seisundi seire, ettevõtte omaseire, nitraaditudliku ala (NTA) põhjavee seire kui ka ohtlike ainete uuringu käigus kogutud analüütilist andmestikku, kuid vaid punktidest, mis kuuluvad põhjaveekogumite keemilise seisundi seire kaevude nimistusse ning osaliselt ka NTA põhjavee seire kaevude hulka.

Põhjaveekogumite keemilise seisundi hindamist võib käsitada kaheetapilise menetlusena (European Commission 2009; AS Infragate Eesti 2013). Esimese etapi käigus tehakse kindlaks põhjavees esinevate keemiliste parameetrite (kvaliteedinäitajate) läviväärtuse või piirväärtuse ületamine. Kui üheski seirepunktis pole norme ületatud, on põhjaveekogumi seisund hea. Kui aga läviväärtust või piirväärtust on ühel (või mitmel) juhul ületatud, tuleb läbi viia testid. Seega, esimese sammuna arvutati keemiliste näitajate 2014-2019. a keskmised sisaldused põhjaveekogumi seirepunktides ning võrreldi neid vastavate läviväärtuste või piirväärtustega (Tabel 1).

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 (KHTMn)	As	Cd	Hg	Pb	Fenoolid (1- aluselised) summa	Nafta- saadused	PAH summa	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	1.5	50	Puudub	6-9	5	100	10	2	200	Puudub	Puudub	Puudub	70	70	
PRK0001291	18,6	8,2	6,0	0,16	0,1	2,9	7,71	0,62										
PRK0006852	15	5,3	9,6	0,16	0,2	7,0	7,77	0,81										
PRK0007067	11,7	28,7	190,9	0,16	0,2	4,5	7,77	0,65	3,00	0,10	0,01	1,00						
PRK0007362	10,8	8,2	7,3	0,14	0,5	5,5	7,32	1,06										
PRK0012157	2,7	14,8	7,2	0,23	0,2	2,5	7,20	0,90										
PRK0013116	16,3	77,6	13,3	0,10	0,5	4,4	7,74	0,80										
PRK0016766	9,5	21,0	19,1	0,22	0,4	4,3	7,70	1,05										
PRK0020474	8,3	5,0	13,0	0,20	0,2	3,4	7,64	1,00										
PRK0025500	7,1	17,8	19,4	0,11	0,7	0,4	7,80	0,83	1,00	0,01	0,00	0,05	0,15	5,00		0,05	0,05	
PVK keskmine		20,7	31,7	0,16	0,3	4,1	7,63	0,86	2,00	0,06	0,01	0,53	0,15	5,00		0,05	0,05	

Tabelist 1 nähtub, et Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogumis Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas on põhjavee kvaliteedinäitajate keskmised väärtused alla kehtestatud lävi- ja piirväärtuste. Sellest tulenevalt on põhjavee keemiline seisund hea ning põhjavee keemilise seisundi hindamise teste läbi viia ei ole vaja. Hinnangu usaldusväärsus on kõrge.



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

Põhjaveekogumi koguselise seisundi hinnang

Test 6. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks põhjaveeressursi bilansist lähtuvalt

Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas (18) ja Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas (22) moodustavad ühtse hüdrodünaamilise süsteemi, mida on võimatu põhjavee ressursside seisukohalt lahutada ning nende põhjaveekogumite summaarne looduslik ressurss ($336699 \text{ m}^3/\text{d}$) on suurem kui põhjavee kinnitatud tarbeveevaru ($37280 \text{ m}^3/\text{d}$). Seetõttu hinnatakse testis 6 nende summaarset üldist põhjaveevõttu 2017. ja 2018. aastal (vastavalt 11875 ja $12672 \text{ m}^3/\text{d}$) võrreldes neid põhjaveekogumi loodusliku ressursiga. 2018. a seisuga on summaarne loodusliku kasutatava vaba vee hulk Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogum Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas (18) ja Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogum Ida-Eesti vesikonnas (22) $324027 \text{ m}^3/\text{d}$.

Lähtuvalt eelnevast on test 6 tulemusena Siluri-Ordoviitsiumi põhjaveekogumi Devoni kihtide all Ida-Eesti vesikonnas (18) heas seisundis. Testi usaldusväärsus on kõrge.

Test 7. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud pinnaveekogumitest lähtuvalt

Põhjaveekogumi veest sõltuvad pinnaveekogumid puuduvad. Põhjaveekogum on test 7 alusel **heas seisundis, hinnangu usaldusväärsus on kõrge.**

Test 8. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumi veest sõltuvad maismaaökosüsteemid puuduvad. Põhjaveekogum on test 8 alusel **heas seisundis, hinnangu usaldusväärsus on 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 põhjaveekogum Devonkihtide all 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.**