

## Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa põhjaveekogum (16)

### 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 <sup>2</sup> )
16	Ida-Eesti vesikond	Siluri-Ordoviitsiumi	Kvaternaari, Siluri-Ordoviitsiumi	Jõgevamaa	622,6

<b>Hüdrogeoloogiline iseloomustus</b>	<b><i>Kivimite litoloogiline koostis</i></b>	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.
	<b><i>Kogumi paksus</i></b>	Litoloogiliselt ulatub põhjaveekogumit moodustavate kivimite paksus ~200 meetrini, kuid tulenevalt sügavamal paiknevate karbonaatkivimite puudulikust veandvusest piirdub vettandva osa ehk põhjaveekogumi paksus enamasti ülemise 100-120 meetriga (Perens jt., 2012).
	<b><i>Lasuv veepide</i></b>	Praktiliselt puudub, mistõttu põhjavesi on sageli kaitsmata või nõrgalt kaitstud (Perens jt., 2012).
	<b><i>Lamav veepide</i></b>	Ordoviitsiumi regionaalne veepide, mille moodustavad väikese lõhelisusega karbonaatkivimid sügavamal kui ~120 meetrit (Perens jt., 2012). Veepideme vertikaalne filtratsioonikoefitsient on ~10 <sup>-6</sup> m/ööpäevas (Perens & Vallner, 1997; Marandi jt., 2013).
	<b><i>Põhjavee survepind</i></b>	Sõltub reljeefist ja avatud põhjaveekihtide sügavusest. Maapinnalähedane põhjavesi on surveta, aga sügavamal vettandvate ja vett halvasti juhtivate kivimite vaheldumisel

		kujuneb survealine põhjavesi. Põhjaveetase paikneb 2-6 meetri sügavusel maapinnast (Perens jt., 2012). Erinevalt Pandivere kõrgustiku piirkonnast ei ole aeratsioonivöö enamasti paksem kui 10 m (Perens jt., 2012). Põltsamaa jõe ümbruses on põhjavee survealine kohati üle maapinna. (Perens jt., 2012).
<u>Hüdrodünaamika</u>	<b>Voolusuunad</b>	Põhjavee liikumise suuna määrab Pandivere kõrgustik ja kohalik vooluveevõrk. Sealt liigub põhjavesi lõuna suunas. Soodsate toitumistingimustega paekõrgendikelt liigub põhjavesi kohaliku hüdrograafilise võrgu suunas. Reljeefi nõgudes moodustuvad kohalikud väljavoolualad ja esineb allikaid.
	<b>Hüdrauliline juhtivus ja põhjaveevoolu kiirus</b>	Veekihtide veejuhtivuse väheneb kiiresti kihtide lasumussügavuse kasvuga. Enam esineb vett juhtivaid tsoone kivimkehade vahelistel kontaktpindadel. Maapinna lähedal (kuni 20 m sügavuseni) on veekihtide hüdrauliline juhtivus 10–50 m/ööpäevas, sügavusel 20–50 m 5–8 m/ööpäevas ja sügavusel 50–100 m 1–2 m/ööpäevas (Perens & Vallner, 1997). Kogumit moodustavate kivimite läbilaskevõime varieerub vahemikus 50 kuni >1000 m <sup>2</sup> /ööpäevas. (Perens jt., 2012). Valdavalt on põhjaveekogumit moodustavate veekihtide läbilaskvus 50-300 m <sup>2</sup> /ööpäevas. 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).
	<b>Toitumine ja režiim</b>	Regionaalne põhjaveevool lähtub Pandivere kõrgustikult, lokaalselt on toitealadeks ka soodsate toitumistingimustega ja õhukese pinnakattega kaetud paekõrgendikud. Savika pinnakattega liigniisketel aladel on põhjavee toitumine vähene. 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 amplituudid on suurimad kohaliku toitumisega paekõrgendikel, jäädes vahemikku 2-4 m (Perens jt., 2012). Väiksemad aastased põhjaveetaseme kõikumised (0,5-1,5 m) iseloomustavad survealine põhjavee väljavoolualasid. Põhjaveekogumis ei ole täheldatud veetaseme langust ega veevõtu olulist mõju põhjavee kogusele seisundile ja kvaliteedile (Erg & Tamm, 2018).

<u>Põhjavee koostis</u>	<b>Keemiline koostis</b>	<p>Põhjaveekogumis levib valdavalt Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> tüüpi vesi, mineraalainete sisaldusega 0,3–0,5 g/L. Põhjavee mineraalsus suureneb sügavusega. Põhjavees esinevad kohati looduslikult joogiveenormist kõrgemad raua (kuni 5,3 mg/L, keskmine 5,7 mg/L) kontsentratsioonid. Kohati on põhjaveekogumis täheldatud põllumajandustegevusest tingitud suuremaid NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, fosfaatide ja pestitsiidide kontsentratsioone.</p> <p>NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kontsentratsioonid kogumis varieerunud perioodil 2004-2018 vahemikus &lt;0,4 kuni 152 mg/L (Erg &amp; Tamm, 2018; EKUK, 2018). Nitraaditundliku ala põhjaveeseire tulemuste järgi on Adavere-Põltsamaa piirkonnas tervikuna NO<sub>3</sub><sup>-</sup> kontsentratsioonid alates 2007. aastast langenud keskmise väärtuseni 26 mg/L 2016. aastal (KAUR, 2017). Nitraatide kontsentratsioon põhjavees varieerub koos puurkaevu sügavusega. Adavere-Põltsamaa piirkonnas on alates 2006. aastast kõige kõrgemad nitraadikontsentratsioonid (keskmine 30-70 mg/L) sügavamates üle 30 m sügavusega kaevudes. Riiklikud põhjaveeseire andmed näitavad, et sügavusel 40-60 m langeb nitraadi kontsentratsioon tasemele &lt;10 mg/L. Kõrgeimad nitraatiooni kontsentratsioonid esinevad seirekaevudes kevadel (aprillis, mais) ja madalaimad sügisel (septembris-oktoobris) ning nitraatiooni sisaldused on suuremad sademerohkete aastatel (KAUR, 2017).</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 &lt;0,06 mg/L kuni 1,05 mg/L (KESE, 2019). Pestitsiididest on kogumi põhjaveest kõige rohkem leitud kloridasoon-desfenüüli (Metabolit B; &lt;0,04 kuni 1,1 µg/L), AMPAt (&lt;0,05 kuni 0,12 µg/L), 2,4-D/2-EHE (&lt;0,005 kuni 0,2 µg/L) ja tritasulfurooni (&lt;0,0034 kuni 1,3 µg/L; EKUK, 2017; Erg &amp; 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-III kvaliteediklassile. I ja II kvaliteediklassi piirväärtustest on kohati kõrgemad raua (&gt;0,2mg/L) ja nitraadi (&gt;50 mg/L) sisaldused (Erg &amp; Tamm, 2018; KESE, 2019; Sotsiaalministri määrus 02.01.2003 nr 1).</p>
-------------------------	--------------------------	---

		Põhjavee ohtlike ainete sisaldused on põhjavee seirekaevudes perioodil 2015-2017 alla määramispiiri (Erg & Tamm, 2018).
	<b>Keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel</b>	Põhjavee looduslikku keemilist koostist on mõjutanud karbonaatsete mineraalide lahustumine. Vähemal määral on põhjavee keemilist koostist mõjutanud ka püriidi oksüdatsioon ja orgaanilise aine oksüdeerumine, mis põhjustavad põhjavees looduslikult esinevaid suuri raua kontsentratsioone. Põllumajanduses kasutatavate mineraalväetiste ja sõnniku toimel on suurenenud põhjavee nitraatide kontsentratsioon looduslikult tasemelt 0-5 mg/L väärtusteni >100 mg/L (KAUR, 2018A). Koos nitraatidega on viimastel aastatel põhjaveest tuvastatud ka taimekasvatuses kasutatavate pestitsiidide esinemine.

<b>Seosed pinna- ja maismaa-ökosüsteemidega</b> (TLÜ Ökoloogia Instituut, 2015)	<b>Seotud vooluvee-ökosüsteemid</b>	Pandiveres moodustuva põhjavee kvaliteet määrab ära sealt algavate jõgede vee kvaliteedi ülemjooksul. Suvisel madalveeperioodil, mis kestab tavaliselt kolm kuud, toituvad jõed eelkõige põhjaveest. Jõgede hüdroloogilisele režiimile avaldab mõju ulatuslik karstumine ja maaparandus (Perens jt., 2012).  <i>Põhjaveekogumiga seotud vooluveeökosüsteemid:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaave jõgi (Kaave; 1027200_1);</li> <li>• Umbusi jõgi Kablaküka pkr-ni (Umbusi_1; 1029200_1)</li> </ul>
	<b>Seotud seisuveeökosüsteemid ja karstiobjektid</b>	Põhjaveekogumiga ei ole loetud seotuks ühtegi seisuveeökosüsteemi.  <i>Olulised karstiobjektid:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neanurme karstijärvik</li> </ul>
	<b>Seotud maismaaökosüsteemid</b>	<b>Ei ole</b>

<b>Seisundi hinnang</b> (Hartal projekt, 2014b)	<b>Koguseline seisund</b>	Hea
	<b>Keemiline seisund</b>	Halb <i>Põhjaveekogumis on kvaliteedinõuetele vastava põhjaveega seirekaeve 75% ja esineb nitraatide kasvusuundumus.</i>
	<b>Üldseisund</b>	<b>Halb</b>

<b>Põhjaveevarud</b> (m <sup>3</sup> /ööpäevas)	<b>Looduslik ressurss</b>	198805
	<b>Põhjavee kinnitatud varu</b>	2700
	<b>Põhjaveevõtt 2018. a</b>	6390
	<b>Kasutuses olev vaba põhjavee kogus veehaaretele 2018. a</b>	670
	<b>Minimaalne looduslik vaba ressurss</b>	196105
	<b>Minimaalne looduslik kasutatav veehulk 2018. a</b>	192415

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

<b>Põhjaveekogumi number</b>	<b>Põhjaveekogum</b>	<b>Saasteaine</b>	<b>Ühik</b>	<b>Saasteaine sisalduse läviväärtus põhjavees</b>
16	Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa põhjaveekogum	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

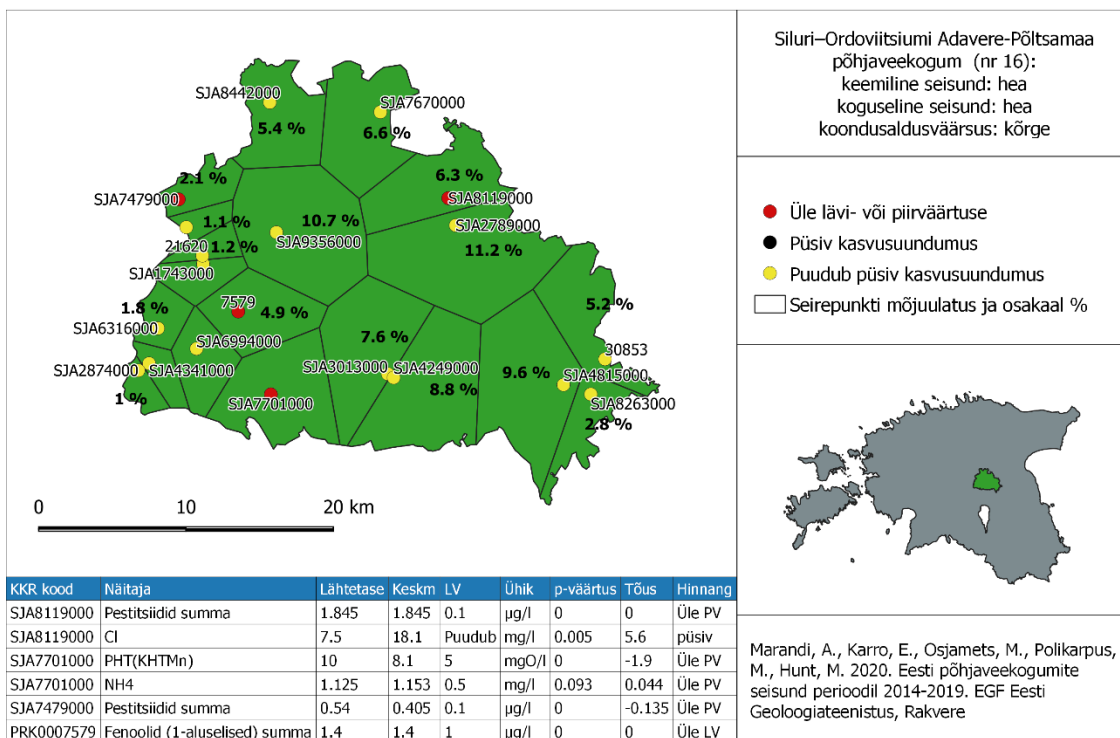
Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamisel on kasutatud 14 põhjavee seirepunkti (Tabel 1, Joonis 1) veeanalüüside tulemusi.

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)**

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	
PRK0007579	4,9	22,3	30,8	0,04	0,2	1,5	7,29	1,43	1,51	0,06	0,01	0,73	1,40	11,00		0,03	0,05	0,05																	
PRK0007581 (tühi)		19,7	25,4	0,13	0,2	1,5	7,18	2,05	0,23	0,01	0,00	0,05		5,00		0,03	0,05	0,05																	
PRK0021620	1,2	25,2	26,7	0,04	44,8	7,9	7,20	0,90																											
PRK0030853	5,2	5,5	11,2	0,06	0,3	3,8	7,25	1,42	0,06	0,01	0,01	0,20	0,50	10,00	0,04	0,05	0,05	0,05																	
SJA4341000	1,3	14,2	22,8	0,02	49,2	6,2																													
SJA3013000	7,6	15,8	46,2	0,02	46,6	4,5	0,50																												
SJA7701000	7,2	6,3	11,3	1,15	0,1	1,5	8,10																												
SJA7479000	2,1	9,3	30,6	0,02	34,7	6,9	0,50																												
SJA8442000	5,4	13,4	31,2	0,17	32,4	8,5	2,50																												
SJA6994000	3,2	14,6	64,0	0,04	6,2	3,9																													
SJA6316000	1,8	8,9	21,2	0,11	9,5	2,9																													
SJA2789000	11,2	5,5	16,8	0,03	36,7	5,7	2,20																												
SJA8119000	6,3	18,1	23,9	0,02	29,4	7,9	2,00							5,00	0,04	0,03																			
SJA7670000	6,6	10,3	23,6	0,02	48,3	8,4	0,62																												
<b>PVK keskmine</b>		<b>12,9</b>	<b>27,4</b>	<b>0,14</b>	<b>21,9</b>	<b>4,9</b>	<b>7,24</b>	<b>1,87</b>	<b>0,68</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,38</b>	<b>0,95</b>	<b>9,38</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>																	

Tabelist 1 nähtub, et Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa põhjaveekogumi ühes seirepunktis on ületatud NH<sub>4</sub> ja keemilisele hapnikutarbele kehtestatud piirväärtused ning teises 1-aluseliste fenoolide summale kehtestatud läviväärtus (1 µg/l). 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. 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.



**Joonis 1. Seirepunktide paiknemine ja nende mõjuulatused ning oluliste saasteainete kasvuundumused Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa põhjaveekogumis**

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 Adavere-Põltsamaa põhjaveekogumile 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 seotud vooluveekogumid, nende keemiline (KESE) ja ökoloogiline (ÖSE) seisund ning ebdasoodsa seisundi põhjused Eesti pinnaveekogumite seisundi 2018. aasta ajakohastatud vahehindangu järgi on toodud tabelis 2 (Altoja et al. 2019).

Tabel 2. Põhjaveekogumiga seotud vooluveekogumid, nende seisund ning test 3 tulemus.

vooluveekogum	KESE VMK 2013-2018	ÖSE VMK 2013-2018	ÖSE mitte hea element	probleemne saasteaine	test 3
Kaave	hindamata	hea		-	hea
Umbusi_1	hindamata	hea		-	hea

Põhjaveekogumiga seotud Kaave ja Umbusi\_1 vooluveekogumid on heas ökoloogilises seisundis. Seisuveekogudega pole põhjaveekogum seotud. Põhjaveekogum on test 3 alusel **heas seisundis, hinnangu usaldusväärsus on kõrge.**

Test 4. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumi veest sõltuvad maismaaökosüsteemid puuduvad. Põhjaveekogum on 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 m<sup>3</sup>/d. Teiseks kriteeriumiks on asjaolu, kas joogivee kvaliteeti puudutavate probleemidega on ajavahemikul 2014-2019 a. pöördunud põhjaveekomisjoni poole. Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa põhjaveekogumis ei ole nimetatud ajavahemikul esinenud joogivee kvaliteediga seonduvaid probleeme, vee-ettevõtted ei ole pidanud veehaardeid sulgema ega ka efektiivsemaid veetöötlusmeetodeid rakendama. **Põhjaveekogum on 5. 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 Adavere-Põltsamaa põhjaveekogumi looduslik ressurss (198805 m<sup>3</sup>/d) on suurem kui põhjavee kinnitatud tarbeveevaru (2700 m<sup>3</sup>/d). Seetõttu hinnatakse testis 6 üldist põhjaveevõttu 2017. ja 2018. aastal (vastavalt 6713 ja 6390 m<sup>3</sup>/d) võrreldes neid põhjaveekogumi loodusliku ressursiga. 2018. a seisuga on loodusliku kasutatava vaba vee hulk 192415 m<sup>3</sup>/d.

**Lähtuvalt eelnevast on test 6 tulemusena Siluri-Ordoviitsiumi Adavere-Põltsamaa põhjaveekogum heas seisundis. Testi usaldusväärsus on kõrge.**

Test 7. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud pinnaveekogumitest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga on pinnaveekogumitest seotd Kaave jõgi (Kaave; kogumi kood 1027200\_1) ja Umbusi jõgi Kablaküka pkr-ni (Umbusi\_1; kogumi kood 1029200\_1). 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, 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 Adavere-Põltsamaa põhjaveekogumi 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.**