

Kesk-Devoni põhjaveekogum Lääne-Eesti vesikonnas (23)

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)
23	Lääne-Eesti vesikond	Devoni	Kvaternaari, Kesk-Devoni	Pärnumaa, Viljandimaa	2341

Hüdrogeoloogiline iseloomustus	<i>Kivimite litoloogiline koostis</i>	Koosneb valdavalt Burtneki ja Aruküla lademe valgest, kollakast või punakaspruunist liivakivist või aleuroliidist, mis sisaldavad savi vahekihte (Perens & Karro, 2008). Kogumi hulka loetakse ka Kesk-Devoni settekompleksi peal lasuvad Kvaternaari setted.
	<i>Kogumi paksus</i>	Põhjaveekogumi paksus muutub suurtes piirides, kuid üldise tendentsina suureneb lõuna ja kagu suunas kuni 80 meetrini (Perens & Karro, 2008). Arvestades savide rohkust kogumit moodustavate veekihtide litoloogilises koostises, on kogumi vettandev osa umbes 50% kogumi kogupaksusest (<i>ibid.</i>)
	<i>Lasuv veepide</i>	Põhjaveekogum paikneb maapinnalt esimeses väljapeetud põhjaveekihis, mis on kaetud suhteliselt paksu savikate kvaternaarisetete lasundiga, mille filtratsioonikoefitsient on valdavalt 0,01–1,0 m/ööpäevas.
	<i>Lamav veepide</i>	Põhjaveekogumi lamavaks veepidemeks on Narva regionaalne veepide, transversaalse filtratsioonikoefitsiendiga 10 ⁻⁴ –10 ⁻⁵ m/d. Kohati on filtratsioonikoefitsient 10 ⁻⁶ m/d või veelgi väiksem. Veepide koosneb savikast aleuroliidist, merglist, savist ja dolomiitmerglist.
	<i>Põhjavee survepind</i>	Veetase on valdavalt 10–15 m maapinnast kuid survepind on otseses sõltuvuses kohalikust reljeefist. Kogumi peamilisel veelahkmealal, Sakala kõrgustikul, on survepind kuni 34 m maapinnast (absoluutkõrgusel umbes 80 m) ja survepinna sügavus väheneb ranniku suunas vaid mõne meetrini. Rannikul

		võib põhjavee survepind kohati ulatuda ka üle maapinna ning põhjavesi väljub maapinnale allikate või arteesiakaevudena.
<u>Hüdrodünaamika</u>	Voolusuunad	Põhjavee liikumise suunad on määratud eelkõige veelahkmelise Sakala kõrgustiku paiknemisest põhjaveekogumi idapiiril. Põhjaveekogumi regionaalne väljeala on Liivi laht kuid põhjaveekogumi keskosas on oluliseks väljealaks ka Halliste jõe ürgorg. Osa põhjaveekogumi veest infiltreerub läbi allpool lasuva Narva veepideme Kesk-Alam-Devoni põhjaveekogumisse.
	Hüdrauliline juhtivus ja põhjaveevoolu kiirus	Kuigi põhjaveekogumi lateraalne hüdrauliline juhtivus on üsna ühtlane – 1–3 m/ööpäevas (Perens jt., 2012). Tulenevalt kogumi paksuse suurest muutlikkusest on veekihtide läbilaskevõime võrdlemisi varieeruv, jäädes enamasti 30–50 m ² /ööpäevas piiresse. Puurkaevude erideebit on valdavalt 0,4–1,0 L/s-m (<i>Ibid.</i>). Sakala kõrgustikul on põhjavee lateraalne liikumiskiirus valdavalt 0,02–0,2 m/ööpäevas, transversaalse liikumise kiiruseks on hinnatud 0,001–0,005 m/ööpäevas (Perens jt., 2012).
	Toitumine ja režiim	Kogumi peamiseks toitealaks on Sakala kõrgustik, kus toimub aastaringne põhjaveevool reljeefi madalamatesse piirkondadesse. Toitumise intensiivsus sõltub põhjaveekogumit katvate Kvaternaari setete koostisest. Savika pinnakattega liigniisketel aladel põhjavee toitumist ei toimu või on see vähene. 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 jäävad enamasti vahemikku 0,2-2,0 m (Perens jt., 2012).

<u>Põhjavee koostis</u>	Keemiline koostis	Põhjaveekogumi põhjavesi on valdavalt Ca-HCO ₃ -tüüpi, vees lahustunud mineraalainete sisaldusega 0,3–0,5 g/L. Rannikupiirkondades esineb kohatika rannikupiirkondades Mg-Ca- HCO ₃ - ja Na-Ca-Mg HCO ₃ -tüüpi vett (Perens jt., 2012). Kloriidide sisaldus on väike, valdavalt kuni 25 mg/L. Nitraatide sisaldus on väike jäädes üldjuhul alla 5 mg/L. Kogumis esinevad suure looduslikud raua sisaldused (kuni 5 mg/L, keskmine 1,4 mg/L), mis ületavad kordades joogiveele lubatud piirsisaldust (0,2 mg/L; Sotsiaalministri määrus 31.07.2001 nr 82). Põhjavee kasutamisel joogiveena võivad kohati probleemiks olla
-------------------------	--------------------------	---

		<p>suuremad ammoonium (kuni 3 mg/L, keskmine 0,3 mg/L) sisaldused.</p> <p>Kuna olulisi veepidemeid põhjaveekogumil ei lasu siis levib kogumis tänapäevastest sademetest tekkinud põhjavesi. Seda kinnitavad ka mõõdetud $\delta^{18}\text{O}$ väärtused (–11,3 kuni –11,7‰), mis on sarnased tänapäevastele sademetele (Savitskaja jt. 1996b; Raidla jt., 2016). Nende väärtuste järgi kuulub kogum pikem aktiivse veevahetuse võõsse.</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>
	Keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel	<p>Kogumi keemiline koostis on valdavalt kujunenud liivakivide karbonaatse tsemendi [kaltsiidi (CaCO_3)] lahustumisel värskest infiltreerunud pinnavete toimet. Infiltreerumisel sügavamale on lisandunud dolomiidi lahustumine, mis on põhjavee keemilise koostisse lisanud magneesium. Rannikul, kus on täheldatav Na^+ tõus võib keemilist koostist kujundada ka segunemisprotsessid mereveega. Põhjavees esinev suur looduslik raua sisaldus viitab redutseerivate tingimuste esinemisele kogumiga seotud veekihtides.</p>

Seosed pinna- ja maismaa- ökosüsteemidega (TLÜ Ökoloogia Instituut, 2015)	Seotud vooluvee- ökosüsteemid	<ul style="list-style-type: none"> • Sinialliku jõgi (Sinialliku; 1139900_1).
	Seotud seisuvee ökosüsteemid ja karstiobjektid	<ul style="list-style-type: none"> • Viljandi järv (VEE2082800); • Õisu järv (VEE2089700)
	Seotud maismaa ökosüsteemid	<ul style="list-style-type: none"> • Raudna jõe ülemjooksu allikasood; • Kõpu jõe ülemjooksu allikasood; • Halliste jõe ülemjooksu allikasood. <p>Erinevad põhjaveekogumiga seotud maismaa ökosüsteemid on mõjutatud kuivendusest ja majandamise (niitmine, karjatamine) lakkamisest.</p>

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

Põhjaveevarud (m ³ /ööpäevas)	Looduslik ressurss	460246
	Põhjavee kinnitatud varu	
	Põhjaveevõtt 2018. a	459
	Kasutuses olev vaba põhjavee kogus veehaaretele 2018. a	
	Minimaalne looduslik vaba ressurss	460246
	Minimaalne looduslik kasutatav veehulk 2018. a	459787

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

Põhjaveekogumi number	Põhjaveekogum	Saasteaine	Ühik	Saasteaine sisalduse läviväärtus põhjavees
23	Kesk-Devoni põhjaveekogum Lääne-Eesti vesikonnas	Põhjaveekogumile ei ole kehtestatud läviväärtusi		

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.

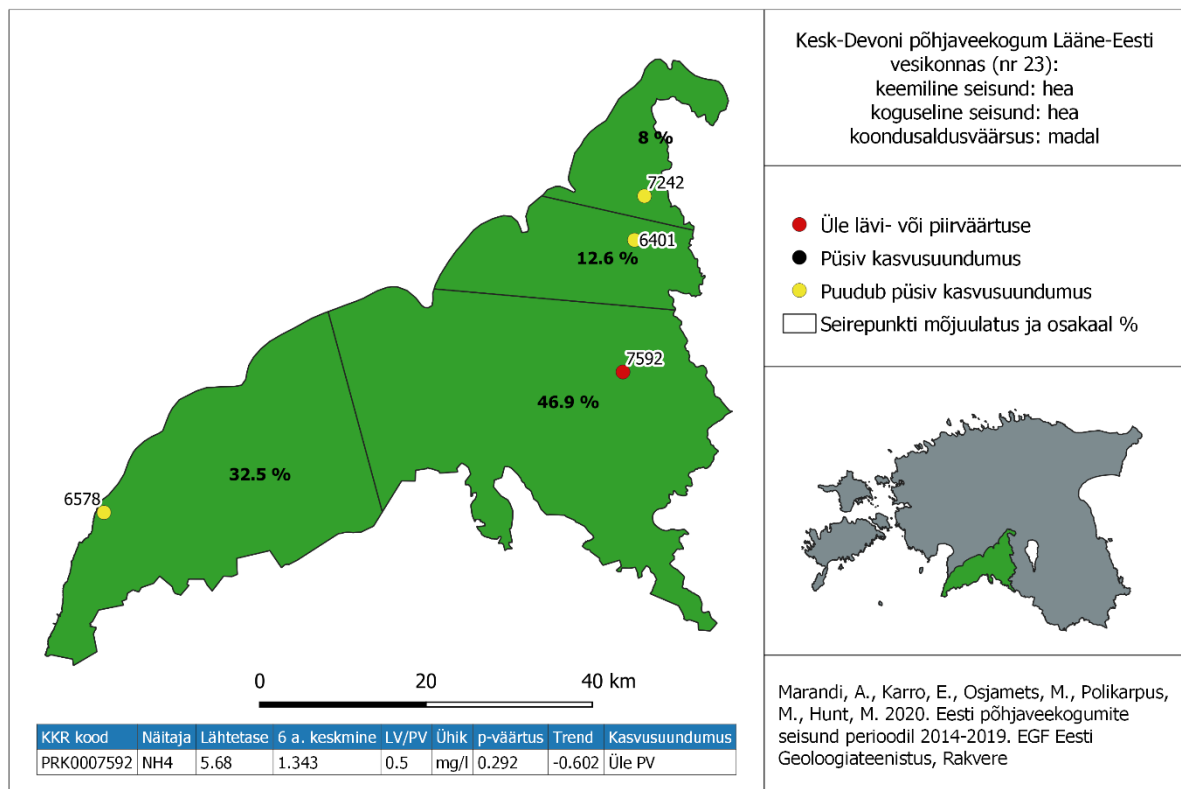
Tabel 1 Põhjavee kvaliteedinäitajate 2014-2019. a. keskmised väärtused võrrelduna põhjaveekogumile kehtestatud lävi- (LV) ja piirväärtustega (PV). Puurkaevu koodi taha on märgitud kaevu mõjuraadius (% PVK pindalast)

Puurkaev, %		Cl	SO4	NH4	NO3	O2	pH	PHT (KHTMn)	As	Cd	Hg	Pb	Fenoolid (1-Tetra- Tri- aluselised) kloro- kloro- summa eteen eteen	µg/l	µg/l	µg/l
		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
		Puudub	Puudub	0,5	50	Puudub	6-9	5	100	10	2	200	Puudub	70	70	
PRK0006401	12,6	16,0	34,5	0,16	0,1	2,7	7,40	1,50	5,40	0,01	0,00	0,11		0,15	0,05	0,05
PRK0006578	32,5	10,1	2,6	0,08	0,2	1,0	7,38	1,61								
PRK0007242	8	31,6	9,5	0,19	0,2	2,1	7,37	1,30	3,00	0,10	0,01	1,00		1,10		
PRK0007592	46,9	12,0	6,3	1,34	0,6	5,0	7,06	1,23								
PVK keskmine		15,3	8,9	0,55	0,3	2,9	7,26	1,41	4,20	0,06	0,01	0,56		0,63	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.

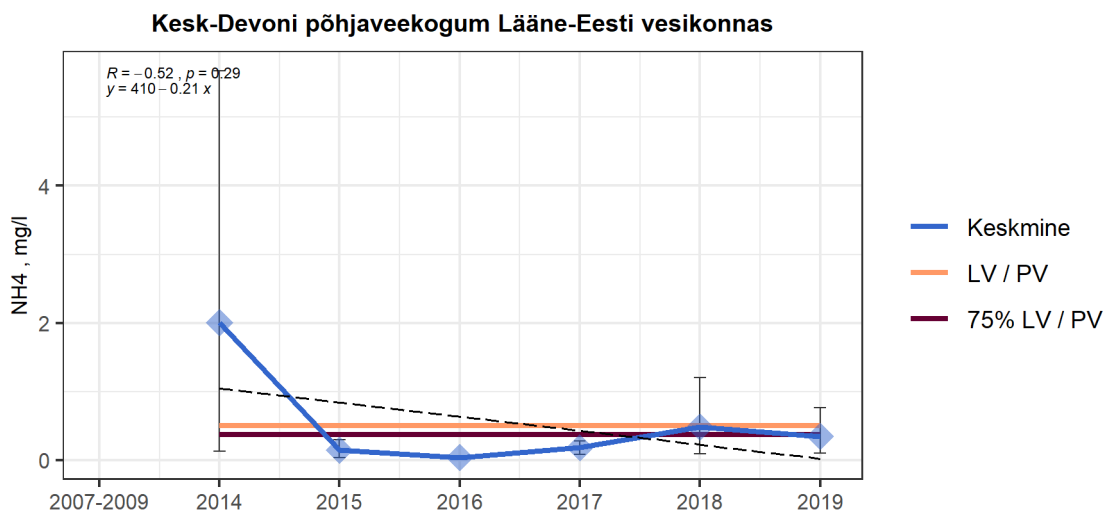
Tabelist 1 nähtub, et ühes seirekaevus on ületatud NH₄ kehtestatud piirväärtus (0,5 mg/l). Seire käigus kogutud algandmete koondamise ja töötlemise tulemus näitas, et põhjaveekogumis ei esine pestitsiidide osas kehtestatud piirväärtuste ületamisi.

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 esinevad piirväärtuse ületamised 46,9% põhjaveekogumi pindalast (Tabel 1, Joonis 1), mis tähendab ülenormatiivsete saasteainete ajalise trendi hindamist põhjaveekogumis kui tervikus (aruande Joonis 1 Trendi hinnang I).



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

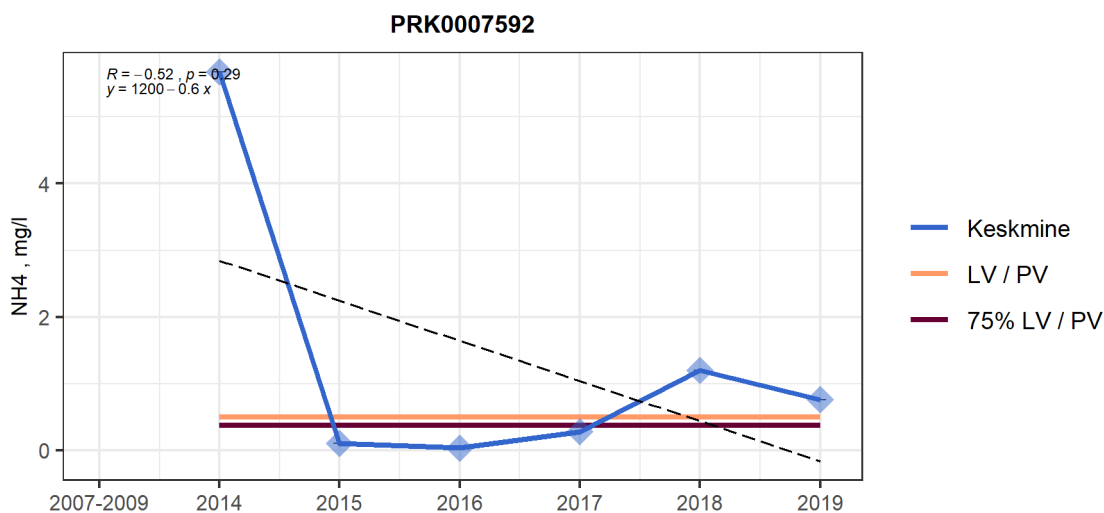
Jooniselt 2 on näha, et aastakeskmised NH₄ sisaldused põhjaveekogumis kui tervikus ületavad kohati sellele kehtestatud piirväärtust, jälgitav on nende langustrend ning viimastel seireperioodi aastatel jääb trendijoon 75% põhjaveekogumile kehtestatud saasteaine piirväärtusest madalamale.



Joonis 2. NH₄ sisalduse ajaline muutus põhjaveekogumis kui tervikus 2014-2019 a. jooksul

Olukorras, kui põhjaveekogumi kõikide seirekaevude vaatlusaluse saasteaine keskmise sisalduse trend ei ületa 75% lävi- või piirväärtusest, hinnatakse järgmises etapis saasteaine kasvatrendi nendes vaatluskaevudes, kus 2014-2019 perioodi keskmine saasteaine sisaldus on üle lävi- või piirväärtuse (aruande Joonis 1 Trendi hinnang II). Kui vaatluskaevus on saasteaine aastakeskmise sisaldus olulises tõusutrendis, loetakse põhjaveekogum halvaks keemilises seisundis olevaks.

Selgitamaks NH₄ sisalduse ajalise muutuse tagamaid põhjaveekogumis kui tervikus on joonisel 3 kujutatud vaatluskaevus 7592 määratud NH₄ väärtused. Piirväärtust ületavad NH₄ sisaldused mõjutavad oluliselt kogu põhjaveekogumi NH₄ ajalist dünaamikat. Teistes põhjaveekogumi keemilise seire kaevudes on NH₄ sisaldused piirväärtuse 75% joonest madalamad ning tõusutrendi ei eksisteeri. Samas ei ole ka kaevu 7592 puhul täheldatav ülenormatiivse NH₄ sisalduse tõusutrend, **mistõttu võib põhjaveekogumi kui terviku keemilise seisundi lugeda heaks. Sellise hinnangu usaldusväarsus on madal**, sest järgmisel seireperioodil tuleb välja selgitada, kas NH₄ kõrge sisaldus nimetatud vaatluskaevus on kohaliku iseloomuga või kujutab endast ohtu kogu põhjaveekogumile.



Joonis 3. NH₄ sisalduse ajaline muutus seirekaevus 7592

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 Lääne-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

Pinnaveekogumitest on põhjaveekogumiga seotud Sinialliku vooluveekogum (kogumi kood 1139900_1) ning seisuveekogumitest Viljandi järv (kogumi kood 2082800_1 ja Õisu järv (kogumi kood 2089700_1). Pinnaveekogumite seisundi 2018. aasta ajakohastatud vahehindangu järgi (Altoja et al. 2019) ei põhjusta seotud kogumite ebasoodsat seisundit FÜKE ja SPETS kvaliteedielemendid. Põhjaveekogum **test 3 alusel heas seisundis (usaldusväärsus kõrge).**

Test 4. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on Kõpu Raudna jõe ülemjooksu allikasood, Kõpu jõe ülemjooksu allikasood ning Halliste jõe ülemjooksu allikasood. Seotud PSMÖS-idest kuulub Natura 2000 alade nimistusse Heimtali looduslal paiknevad Kõpu Raudna jõe ülemjooksu allikasood. Natura 2000 elupaikade üldseisund on hea, elupaigatüüpideks on allikasoo, madalsoo, soostunud niidud, soometsad (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 läbiviimisse kaastakse veehaarded toodanguga üle 500 m³/d. Teiseks kriteeriumiks on asjaolu, kas joogivee kvaliteeti puudutavate probleemidega on ajavahemikul 2014-2019 a. pöördunud põhjaveekomisjoni poole. Kesk-Devoni põhjaveekogumis Lääne-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

Kesk-Devoni põhjaveekogum Lääne-Eesti vesikonnas looduslik ressurs (460246 m³/d) ja kinnitatud tarbevaru puudub. Seetõttu hinnatakse testis 6 üldist põhjaveevõttu 2017. ja 2018. aastal (vastavalt 441 ja 459 m³/d) võrreldes neid põhjaveekogumi loodusliku ressursiga. 2018. a seisuga on loodusliku kasutatava vaba vee hulk 459787 m³/d.

Lähtuvalt eelnevast on test 6 tulemusena Kesk-Devoni põhjaveekogum Lääne-Eesti vesikonnas heas seisundis. Testi usaldusväärsus on kõrge.

Test 7. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud pinnaveekogumitest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga on seotud Siniälliku vooluveekogum (kogumi kood 1139900_1) ja seisuveekogumitest Viljandi järv (kogumi kood 2082800_1 ning Öisu järv (kogumi kood 2089700_1). Vooluveekogumi hüdro-morfoloogilise seisundi (HÜMO) veekastuse hinnangu alusel jääb veevõtt Siniälliku ojas alla 20% jõe aastasest vooluhulgast (Auväärt et al. 2019). Järvekogumitel pole veevõtu mõju nende seisundile hinnatud. **Test 7 alusel on põhjaveekogumi seisund hea (usaldusväärsus kõrge).**

Test 8. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Maismaaökosüsteemid, mille seisund on Natura soolupaikade hindamise kriteeriumide alusel halvem kui hea, põhjaveekogumis puuduvad (vt test 4). **Põhjaveekogum 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). Kesk-Devoni põhjaveekogum Lääne-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.**