

Kesk-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogum (20)

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)
20	Lääne-Eesti vesikond	Devoni	Kesk-Alam-Devoni	Pärnumaa	16,8

Hüdrogeoloogiline iseloomustus	<i>Kivimite litoloogiline koostis</i>	Põhjaveekogumi põhiosa koosneb Kesk-Devoni Pärnu lademe ja Alam-Devoni Rezekne ja Tilze lademe peeneteralisest nõrgalt tsementeerunud liivakivist ja aleuroliidist. Põhjaveekogumisse on arvatud ka Narva lademe ülemise osa lõhelised dolomiitmerglid ja aleuroliidid.
	<i>Kogumi paksus</i>	Põhjaveekogumit moodustavate vettandvate setete paksus on kuni 30 m.
	<i>Lasuv veepide</i>	Kogumi peamiseks veepidemeks on Narva regionaalne veepide, mille transversaalne filtratsioonikoefitsient on 10^{-4} – 10^{-5} m/ööpäevas, kohati 10^{-6} m/ööpäevas (Perens & Vallner, 1997). Narva lademe ülemise dolomiitmerglid on vettandvad moodustades lokaalse veekihi (Perens jt., 2012).
	<i>Lamav veepide</i>	Kogumit moodustavatel veekihtidel ei ole hästi välja kujunenud lamavat veepidemet. Kesk-Alam-Devoni kivimite all lasuvad hea veeandvusega Siluri ladestu lõhelised lubjakivid ja dolomiidid. Sügavamal karbonaatkivimite lõhelisus väheneb ja moodustub Siluri-Ordoviitsiumi regionaalne veepide vertikaalse filtratsioonikoefitsendiga $\sim 10^{-6}$ m/ööpäevas (Perens & Vallner, 1997).
	<i>Põhjavee survepind</i>	Survepinna kõrgus on määratletud maapinna absoluutkõrgusega merepinna suhtes, olles puurkaevudes enamasti absoluutkõrgusel 1–5 m (Perens jt., 2012).

Hüdrodünaamika	Voolusuunad	Põhjavee voolusuund on määratud kogumi saarelise asendiga ja on suunatud radiaalselt saare keskosast Liivi lahe suunas (Perens jt., 2012).
	Hüdrauliline juhtivus ja põhjaveevoolu kiirus	Kogumi veekihtide lateraalne hüdrauliline juhtivus on valdavalt vahemikus 1-5 m/ööpäevas (Perens jt., 2012). Veekihtide läbilaskevõime on väike, jäädes vahemikku 30–160 m ² /ööpäevas (Perens jt., 2012). Põhjavee lateraalne liikumiskiirus liivakivides ja aleuriitides on lateraalses suunas valdavalt 0,02–0,2 m/ööpäevas ja transversaalses suunas 0,001–0,005 m/ööpäevas (Perens jt., 2012). Kuna hüdrauliline gradient kogumit moodustavates veekihtides on väike, jäävad põhjaveevoolu kiirused pigem esitatud vahemike alumisse ossa.
	Toitumine ja režiim	Saare keskosast kui põhiliselt toitealalt toimub aastaringne põhjaveevool Liivi lahe suunas. Toitumise intensiivsus sõltub põhjaveekogumit katvate Kvaternaari setete koostisest ja paksusest ning Narva lademe avamusala vettandvatest omadustest.

Põhjavee koostis	Keemiline koostis	<p>Põhjaveekogumis levib valdavalt Na-Cl tüüpi vesi mineraalsusega 0,5-1,8 g/L. Veekogumi veele on omane suur naatriumi (85-250 mg/L) ja kloriidide (140-500 mg/L) sisaldus. Suur kloriidide sisaldus on kõrgem kogumile kehtestatud kloriidide läviväärtusest (250 mg/L; Keskkonnaministri määrus 12.07.2016 nr. 75). Samuti esinevad kogumis kohati joogivee kvaliteedi piirväärtust ületavad looduslikud raua (0,5 kuni 1,2 mg/L) kontsentratsioonid, mis viitab anaeroobsete tingimuste esinemisele põhjaveekogumiga seotud veekihtides. Anaeroobsete tingimuste mõjul on põhjaveekogumi vees täheldatud ka suuremaid NH₄⁺ kontsentratsioone (0,5 kuni 3,4 mg/L). Kuna kogum on pindmistest vetest hästi isoleeritud, on nitraadi kontsentratsioonid väikesed (<0,5 mg/L).</p> <p>Põhjavee isotoopkoostist iseloomustava δ¹⁸O väärtused on väga stabiilsed ja jäävad kogumis vahemikku -19,4 kuni -20,1‰ (Pärn, 2018). Nende väärtuste järgi kuulub kogum mõõduka kuni aeglase veevahetuse võösse. δ¹⁸O väärtused <-14‰ viitavad sellele, et kogumi vesi ei ole seotud tänapäevase veeringega vaid pärineb tõenäoliselt jääajal Eesti ala katnud mandrilisusteks sulavetest. Kogumis esineva kerge isotoopkoostisega põhjavee lähimad analoogid Eesti aluspõhjas esinevad Ordoviitsiumi-Kambriumi ja Kambriumi-Vendi põhjaveekogumites.</p>
-------------------------	--------------------------	---

		<p>Suure loodusliku kloriidide sisalduse tõttu ei vasta kogumi põhjavesi valdavalt joogiveeks kasutatava põhjavee III kvaliteediklassile (Sotsiaalministri määrus 02.01.2003 nr 1).</p> <p>Ohtlike ainete sisaldused, mis määrati kogumi vaatluskaevus nr. 6556 aastatel 2014 ja 2017, on olnud valdavalt alla määramispiiri ja kehtestatud läviväärtuse (Erg & Tamm, 2018; Keskkonnaministri määrus 12.07.2016 nr. 75). Vaid 2014. aastal mõõdeti seirekaevu veest läviväärtust (1 µg/L) ületav 1-aluseliste fenoolide sisaldus 1,1 µg/L (Erg & Tamm, 2018). Fenoolide päritolu seirekaevus ei ole teada.</p>
	<i>Keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel</i>	<p>Põhjaveekogumi põhjavee keemiline koostis on mõjutatud sademete infiltreerumisel tekkinud põhjavee, merevee ja vanema jääaegadel Eesti ala katnud mandriliustike sulavetest pärineva põhjavee segunemisest. Kuna valdav osa põhjaveekogumist on maapinnalt lähtuva reostuse eest kaitstud Narva regionaalse veepidemetega, siis antropogeensele reostusele viitavate ainete kontsentratsioonid on väga madalad (nt. nitraadid). Peamised põhjavee keemilist koostist mõjutavad protsessid kogumis on karbonaatsete mineraalide (kaltsiit, dolomiit) lahustumine, segunemine soolase veega ja vähemal määral ka püriidi oksüdatsioon. Kõrged raua sisaldused viitavad orgaanilise aine oksüdatsiooni olulisusele kogumi keemilise koostise kujunemisel. Viimased uuringud on näidanud, et kogumi sügavamas osas olev põhjavesi võib olla märkimisväärse vanusega ja pärineda jääajal Eesti ala katnud mandriliustike sulavetest (Pärn, 2018). Liivi lahe saartel on selline vesi saanud säilida, sest need on eraldatud üldisest põhjavee voolusüsteemidest Eesti mandriosas, kus põhjavesi liigub tänu suuremale hüdraulilisele gradiendile palju kiiremini. Saarelise asendi tõttu on aga hüdrauliline gradient kogumis väike ja seega on raskendatud ka vana põhjavee välja uhtumine aluspõhja kivimitest infiltreeruvate sademete poolt. Kihnu saarelt leitud vana liustikutekkeline põhjavesi võib pärineda Liivi lahe alustest kivimitest, kus põhjavee väga väikese liikumise potentsiaali tõttu võib olla säilinud märkimisväärses koguses vana liustikutekkelist põhjavett (Sterckx jt., 2018).</p>

<u>Seosed pinnaja maismaa-ökosüsteemidega</u>	Seotud vooluvee-ökosüsteemid	Ei ole
	Seotud seisuveeökosüsteemid ja karstiobjektid	Ei ole
	Seotud maismaaökosüsteemid	Ei ole

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

Põhjaveevarud (m ³ /ööpäevas)	Looduslik ressurss	1176
	Põhjavee kinnitatud varu	
	Põhjaveevõtt 2018. a	
	Kasutuses olev vaba põhjavee kogus veehaaretele 2018. a	
	Minimaalne looduslik vaba ressurss	1176
	Minimaalne looduslik kasutatav veehulk 2018. a	1176

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

Põhjaveekogumi number	Põhjaveekogum	Saasteaine	Ühik	Saasteaine sisalduse läviväärtus põhjavees
20	Kesk-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogum	Kloriidid	mg/l	450

Põhjaveekogumi keemilise ja koguselise seisundi hinnang

Põhjaveekogumi keemilise seisundi hinnang

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

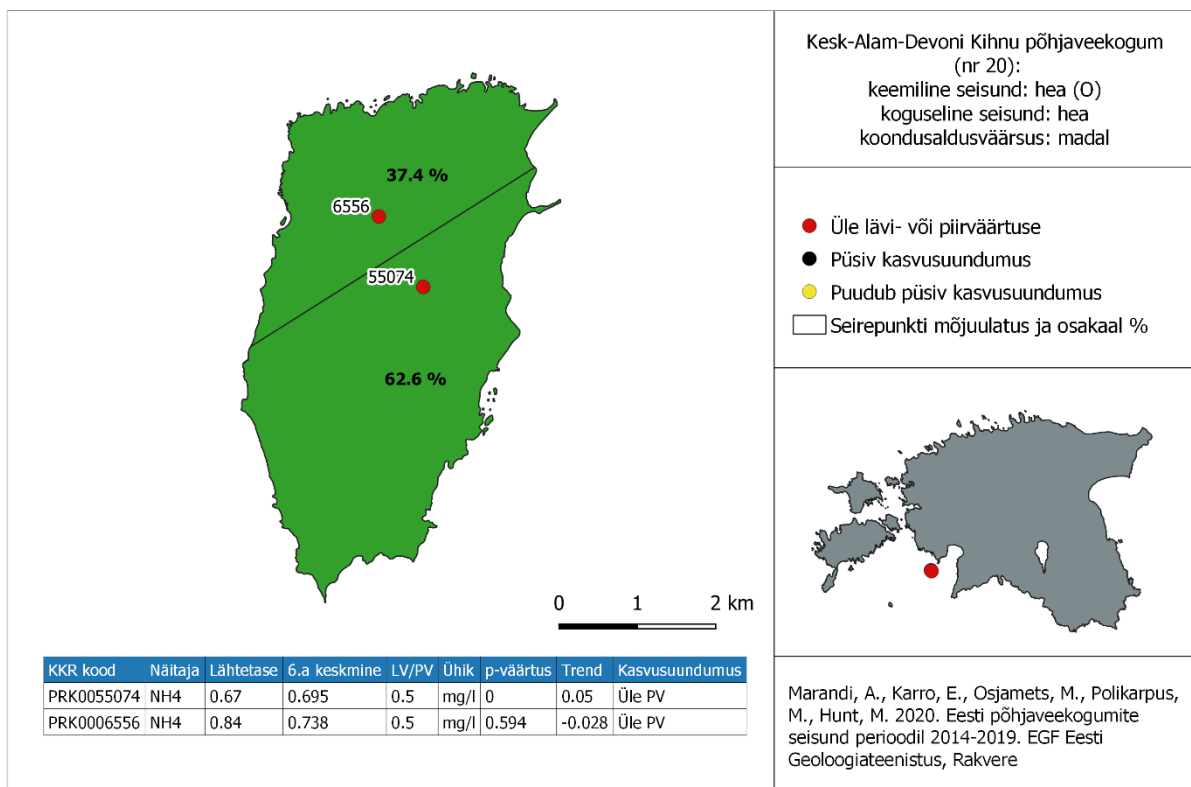
Esimese sammuna (Tabel 1) teostatakse seireandmete koondamine ja arvutatakse oluliste saasteainete kohta kogu vaatlusperioodi (2014-2019. a.) keskmine sisaldus põhjaveekogumi kõikides seirepunktides ning võrreldakse neid vastavate läviväärtuste (LV) või piirväärtustega (PV). Tabelisse on koondatud kõik 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-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
		450	Puudub	0,5	50	Puudub	6-9	5	100	10	2	200	Puudub	Puudub	Puudub	Puudub	70	70
PRK0006556	37,4	366,8	65,5	0,74	0,2	11,3	7,73	2,08	5,05	0,10	0,01	1,00	0,80	10,00	0,04	0,05	0,05	0,05
PRK0055074	62,6	170,0	9,1	0,70	0,1	0,1	8,50	0,80										
PVK keskmine		301,2	46,7	0,72	0,1	7,5	7,93	1,65	5,05	0,10	0,01	1,00	0,80	10,00	0,04	0,05	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 põhjaveekogumi mõlemas seirekaevus (Joonis 1) on ületatud NH₄ kehtestatud piirväärtus (0,5 mgO/l). Seire käigus kogutud algandmete koondamise ja töötlemise tulemus näitas, et põhjaveekogumis ei esine pestitsiidide osas kehtestatud piirväärtuste ületamisi.

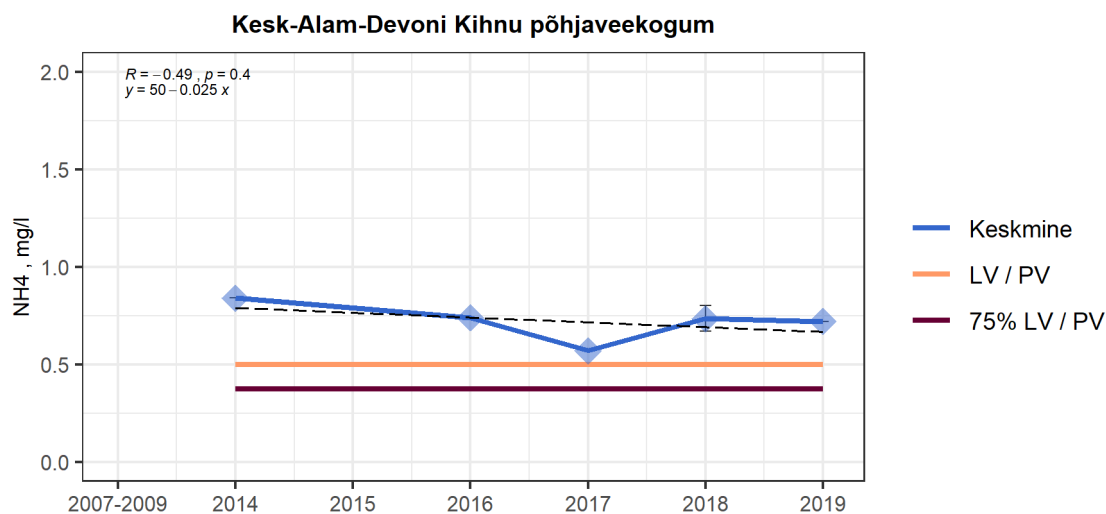


Joonis 1. Seirepunktide paiknemine ja nende mõjuulatused ning oluliste saasteainete kasvusuundumused Kesk-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogumis

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. Antud juhul moodustab ülenormatiivsete seirekaevude mõjuulatus

100% põhjaveekogumi pindalast ning seetõttu tuleb hinnata NH₄ ajalisi trendi põhjaveekogumis kui tervikus (aruande Joonis 1 Trendi hinnang I).

Jooniselt 2 on näha, et aastakeskmised NH₄ sisaldused põhjaveekogumis kui tervikus ületavad sellele kehtestatud piirväärtust, jälgitav on nende langustrend. Kuivõrd lineaarne trendijoon ületab 75% põhjaveekogumile kehtestatud saasteaine piirväärtusest, tuleks põhjaveekogumit halvas keemilises seisundis olevaks lugeda. Samas on tegemist piirkonnaga, kus põhjaveekihtides on kirjeldatud paleovett (Sterckx et al. 2018) ning kus uute kaevude rajamisel on täheldatud metaani eraldumist kaevudes. Seega võib põhjaveekogumit kirjeldavate seirekaevude vee puhul olla tegemist aeglase veevahetusvöö veega, kus on looduslikult anaeroobsed tingimused. Sarnastes tingimustes Põhja-Eestis on varasemalt kirjeldatud kõrgeenenud NH₄ sisaldust ning seetõttu on ka põhjaveekogumite määruuses (European Commission 2009; AS Infragate Eesti 2013) toodud välja erisus, et NH₄ sisaldus võib ulatuda üle 1,5 mg/l, juhul kui on tõestatud tema looduslik päritolu põhjavees. Seega on järgneva aruandeperioodi vältel vaja teostada Kihnu saarel kasutatava Kesk-Alam-Devoni põhjavee päritolu ning koostise uuring ning muuta vastavalt selle tulemustele PVK 20 kehtivat kvaliteedinäitaja piirväärtust. **Tulenevalt eelnevast ei ole põhjust kindlalt väita, et piirväärtust ületavad NH₄ sisaldused on tingitud inimõjust, mistõttu on põhjaveekogumi keemiline seisund testi 1 põhjal hea, kuid ohustatud. Sellise hinnangu usaldusväarsus on madal.**

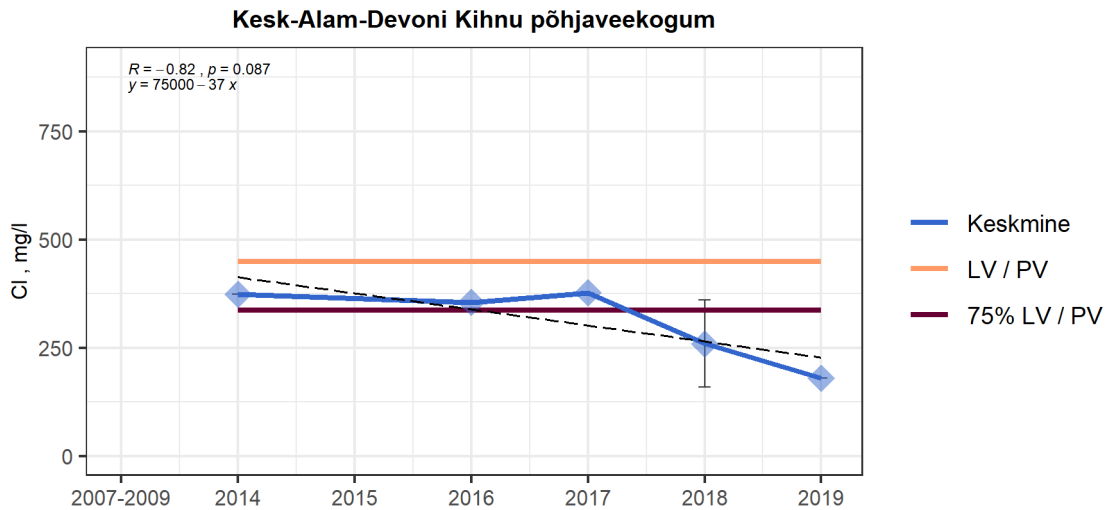


Joonis 2. NH₄ sisalduse ajaline muutus põhjaveekogumis kui tervikus vaatlusperioodi (2014-2019) jooksul

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-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogumile on kehtestatud läviväärtus Cl (450 mg/l).

Testi 1 põhjal oli kogu vaatlusperioodi (2014-2019. a.) keskmine Cl sisaldus põhjaveekogumi seirepunktides alla läviväärtuse (Tabel 1). Järgnevalt hinnati seda, kas põhjaveekogumi riiklike keemilise seisundi seirekaevude aastakeskmistes kloriidide sisaldustes (PVK kui tervik) esineb tõusutrend (Joonis 3).



Joonis 3. Kloriidide sisalduse ajaline muutus põhjaveekogumis kui tervikus vaatlusperioodi (2014-2019) jooksul

Joonisel 3 esitatu põhjal on näha, et kuivõrd kloriidide kasvutrend põhjaveekogumis kui tervikus puudub ja et üksikutes seirekaevudes arvatatud keskmised väärtused jäävad alla läviväärtuste (Tabel 1), **on põhjaveekogum antud testi järgi heas keemilises seisundis. Testi usaldusväarsus on kõrge.**

Test 3. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud pinnaveekogumitest lähtuvalt

Põhjaveekogumi veest sõltuvad pinnaveekogumid puuduvad. Põhjaveekogum on test 3 alusel **heas seisundis, hinnangu usaldusväarsus 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 usaldusväarsus 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-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogumis 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-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogumi looduslik ressurs (1176 m³/d) ning kinnitatud veevarusid ega registreeritud veevõttu ei ole.

Lähtuvalt eelnevast on test 6 tulemusena Kesk-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogum 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 1 ja 2 tulemusena (Tabel 1) selgus, et üheski seirekaevus ei ületata perioodi keskmine Cl sisaldus Kesk-Alam-Devoni Kihnu põhjaveekogumi kehtestatud läviväärtust 250 mg/l ning puudub üldine tõustrend Cl keskmistes sisaldustes (Joonis 3). **Seetõttu on põhjaveekogumi seisund test 9 tulemusena hea. Testi usaldusväärsus on kõrge.**