

Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogum (8)

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)
8	Lääne-Eesti vesikond	Siluri-Ordoviitsiumi	Kvaternaari, Siluri-Ordoviitsiumi	Hiiumaa	1006

Hüdrogeoloogiline iseloomustus	<i>Kivimite litoloogiline koostis</i>	Siluri ja Ordoviitsiumi ladestu kivimid ja nende peal lasuvad Kvaternaari setted, mis on nii vertikaalses kui ka horisontaalses suunas väga muutlikud. Domineerivaks kivimiks on lubjakivid, välja arvatud Siluri ladestusse kuuluvad Juuru ja Jaani lade, kus on ülekaalus mergel.
	<i>Kogumi paksus</i>	Põhjaveekogumi paksus suureneb korrapäraselt lõuna suunas. Emmaste poolsaarel ületab Siluri ja Ordoviitsiumi kivimite kogupaksus 200 m, kuid põhjaveekogumi vettandva osa paksus ei ületa 100 m.
	<i>Lasuv veepide</i>	Lasuv veepide praktiliselt puudub. Vettandvate kivimite avamusala on valdavalt kaetud 2–10 m paksuse glatsiaalsete, fluvioglatsiaalsete, limnoglatsiaalsete ja soosetetega, mis ei moodusta hästi väljapeetud veepidemeid.
	<i>Lamav veepide</i>	Sügavuse kasvades kivimite karstumus ja lõhelisus väheneb ning valdavalt saab sügavamal kui 100 m Siluri ja Ordoviitsiumi kivimid liigitada Siluri–Ordoviitsiumi regionaalseks veepidemeks filtratsioonikoefitsendiga 10^{-4} - 10^{-5} m/ööpäevas.
	<i>Põhjavee survepind</i>	Enamasti on põhjaveekogumi vesi surveta. Veetase on 2–5 m sügavuses. Suuremad sügavused (5–10 m) esinevad kohalikel aluspõhjalistel kõrgendikel. Kõpu poolsaarel on veetase tihti 15–25 m sügavusel maapinnast. Põhjavee survepinna suurimad kõrgused merepinna suhtes (üle 10 m) on seotud Mägipe kõrgustikuga ja Sülluste–Reigi rannamoodustistega, kust toimub igas suunas korrapärane survepinna langus.

Hüdrodünaamika	Voolusuunad	Mägipe kõrgustik koos Sülluste–Leigri–Aruselja rannamoodustistega ning Paluküla ja Hellamaa kõrgustikuga moodustavad Hiiumaal madala lääne– idasuunalise veelahkme. Põhjaveetaseme langus toimub igas suunas mere poole.
	Hüdrauliline juhtivus ja põhjaveevoolu kiirus	Veekihtide vee läbilaskevõime varieerub suurtes piirides jäädes valdavalt vahemikku 30–300 m ² /d vähenedes lasumussügavusega.
	Toitumine ja režiim	Tasase reljeefi ja pinnase suhtelise veepidavuse tõttu soodes ja savitasandikel on põhjavee toitumise maht tagasihoidlik. Kohaliku tähtsusega toitealad on Määvli raba, Kõpu, Kassari keskosad ja alvarid Hiiumaa ida- ja põhjaosas. Alvaritel kujuneb ka neil paiknevates külades kasutatav maapinnalähedane põhjavesi.

Põhjavee koostis	Keemiline koostis	<p>Esineb selge horisontaalne ja vertikaalne hüdrokeemiline variatsioon. Iseloomulik on kloriidide rikkama vee esinemine paksema pinnakattega saare lõunaosas. Väiksema pinnakatte paksusega aladel saare põhja- ja idaosas on ülekaalus Ca-HCO₃-tüüpi vesi. Maapinnalähedases, kuni 40 m paksuses karbonaatkivimite kihis toimub üleminek magedalt veelt saare keskosas nõrgalt soolakale veele rannikul. Põhjavee suure kloriidide sisaldusega põhjavee vööndi ulatus on rannikust 200–500 m. Ka lasumissügavusega kaasneb kloriidide osakaalu tõus keemilises koostises. Nitraadid ja muud lämmastikuühendid praktiliselt puuduvad.</p> <p>Kohati esineb joogivee piirnormist (0,2 mg/L; Sotsiaalministri määrus 31.07.2001 nr 82) kõrgemaid looduslike rauasisaldusi (keskmiselt ~1,3 mg/L). Valdavalt vastab kogumis esinev põhjavesi joogiveeks kasutatava põhjavee I kvaliteediklassile. Suuremate looduslike raua, naatriumi ja kloriidide esinemise korral vastab põhjavesi II-III kvaliteediklassile või suuremate kloriidide sisalduse korral ei vasta isegi sellele.</p>
	Keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel	Tänapäevase põhjavee kujunemise alguseks võib arvata Litoriiinamere staadiumi, mil Hiiumaa hakkas neotektoonilise kerke tulemusena maismaastuma. Selle protsessi tulemusena asendus aegamisi endise merepõhja soolane põhjavesi pinnases mageda sademete veega. Magestumise protsess toimub tänaseni kogumi alumises sügavamas osas. Niiske ja suhteliselt jahe kliima on soodustanud paepinnase leostumist ning seetõttu levivad kogumis valdavalt Ca-HCO ₃ -tüüpi põhjavesi. Rannikul suureneb kloriidide osakaal tulenevalt merelise tekkega põhjavee ja sademete tekkelise põhjavee segunemisest. Kuna suur osa põhjaveekogumist paikneb merepinnast sügavamal, siis on eriti rannikupiirkondades märgatav merevee mõju põhjaveele. Seepärast on

		puurkaevude rajamisel ja põhjaveevõtul rannikupiirkondades vaja arvestada vee suure kloriidide sisaldusega.
--	--	---

Seosed pinna- ja maismaa-ökosüsteemidega (TLÜ Ökoloogia Instituut, 2015)	Seotud vooluvee-ökosüsteemid	<ul style="list-style-type: none"> Nuutri (Nuutri; 1164000_1)
	Seotud seisuveeökosüsteemid ja karstiobjektid	<i>Seisuveeökosüsteemid:</i> <ul style="list-style-type: none"> Ümmargune järv (Kõnnu Ümmargune järv; VEE2034800); Keskmine järv (Tihu Keskmine järv; VEE2051310); Kolmas järv (Tihu Kolmas järv; VEE2051320); Tihu järv (VEE2051300). <i>Olulised karstiobjektid:</i> <ul style="list-style-type: none"> Kurisoo neeluauk
	Seotud maismaaökosüsteemid	<ul style="list-style-type: none"> Kõpu allikasood; Palade allikasoo. Erinevad põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on oluliste inimõjudeta.

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

Põhjaveevarud (m ³ /ööpäevas)	Looduslik ressurs	45522
	Põhjavee kinnitatud varu	0
	Põhjaveevõtt 2018. a	447
	Kasutuses olev vaba põhjavee kogus veevarustuseks 2018. a	-
	Minimaalne looduslik vaba ressurs	43522
	Minimaalne looduslik kasutatav veehulk	45075

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

Põhjaveekogumi number	Põhjaveekogum	Saasteaine	Ühik	Saasteaine sisalduse läviväärtus põhjavees
8	Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogum	Kloriidid	mg/l	250
		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.

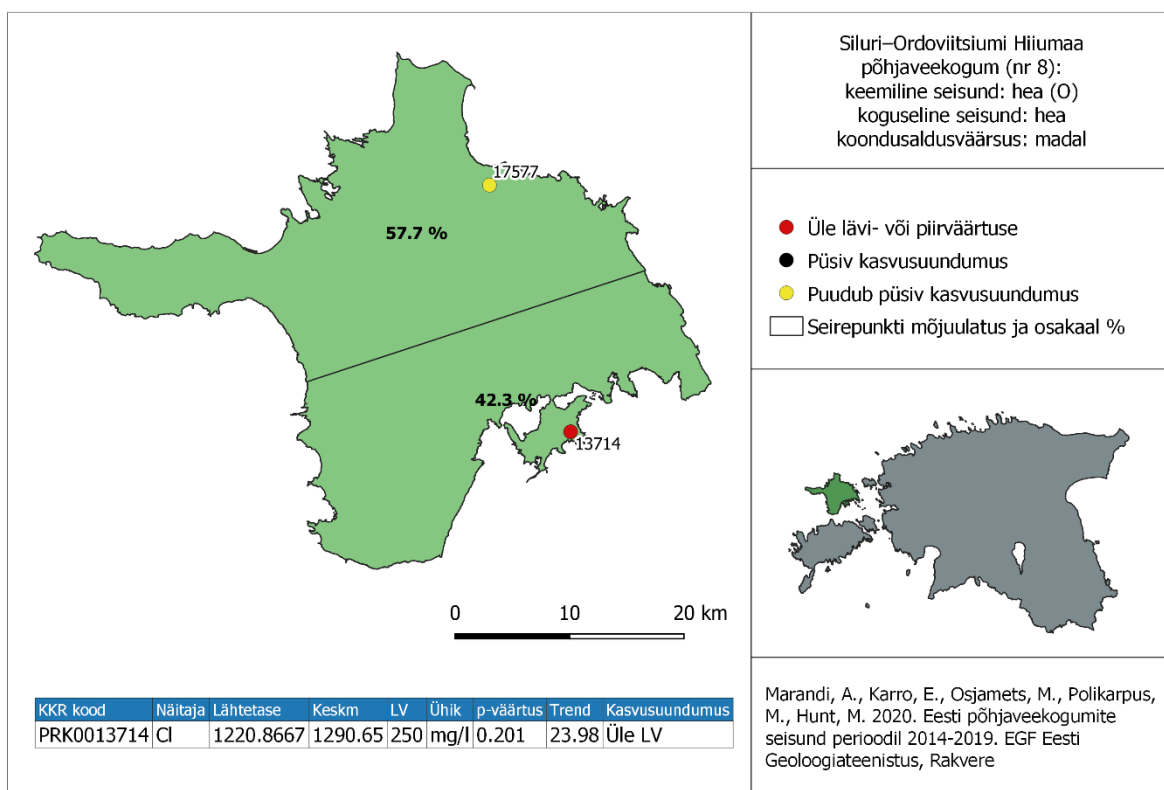
Tabel 1. Põhjavee kvaliteedinäitajate 2014-2019. a. keskmised väärtused võrrelduna põhjaveekogumile kehtestatud lävi- (LV) ja piirväärtustega (PV)

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-	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
		250	Puudub	0,5	50	Puudub	6-9	5	100	10	2	200	Puudub	20	0,1	1	70	70
PRK0013714	42,3	1290,7	128,7	0,22	0,2	1,4	7,78	2,62	6,50	0,63	0,01	1,00	3,38	9,00	0,04	0,05	0,05	0,05
PRK0017577	57,7	7,3	12,4	0,03	0,2	6,8	7,80	0,87										
PVK keskmine		649,0	70,5	0,13	0,2	4,1	7,79	1,74	6,50	0,63	0,01	1,00	3,38	9,00	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.

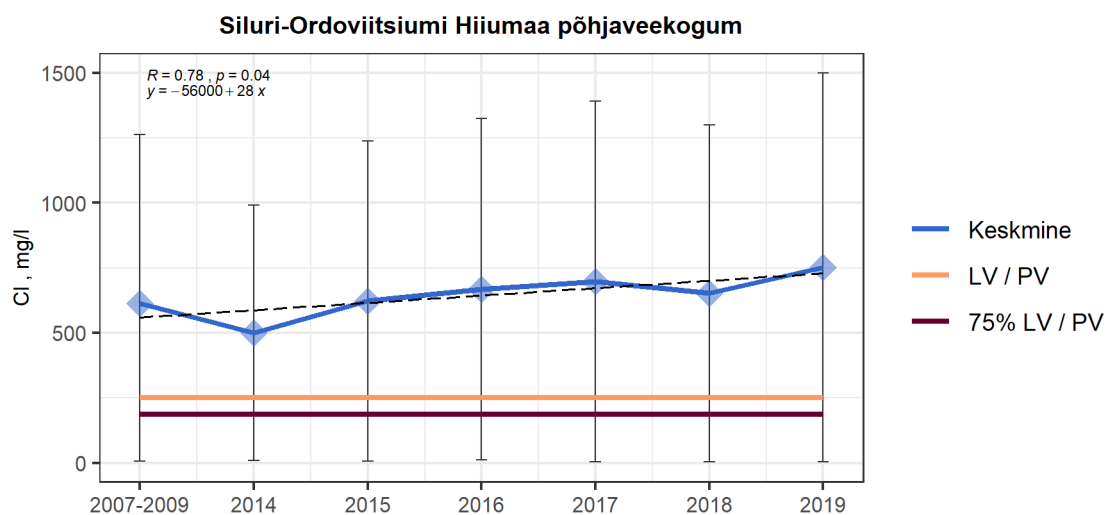
Tabelist 1 nähtub, et põhjaveekogumi kahest keemilise seire kaevust ühes on ületatud Cl kehtestatud läviväärtus (250 mg/l). Seire käigus kogutud algandmete koondamise ja töötlemise tulemus näitas, et põhjaveekogumis ei esine pestitsiidide osas kehtestatud piirväärtuste ületamisi.

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. Cl osas esinevad piirväärtuse ületamised 42.3 % põhjaveekogumi pindalast (Tabel 1, Joonis 1), mis tähendab ülenormatiivsete saasteainete ajalise trendi hindamist põhjaveekogumis kui tervikus (aruande Joonis 1 Trendi hinnang I).



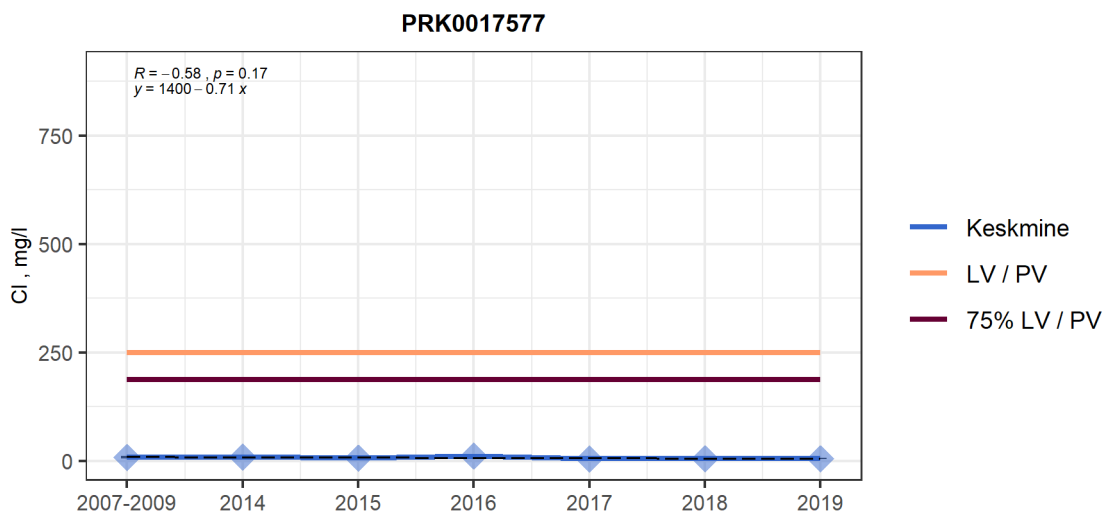
Joonis 1. Seirepunktide paiknemine ja nende mõjuulatused ning oluliste saasteainete kasvusuundumused Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogumis

Joonisel 1 on kujutatud kloriidide ajaline muutus põhjaveekogumis kui tervikus kogu vaatlusperioodi (2014-2019) jooksul. Tõusev trendijoon kulgeb kloriidide läviväärtust tähistavast joonest tunduvalt kõrgemal, aastakeskmised Cl väärtused kõiguvad vahemikus 500-700 mg/l, põhjaveekogumi Cl lähtetaseme väärtus ületab kahekordselt Cl kehtestatud läviväärtust.

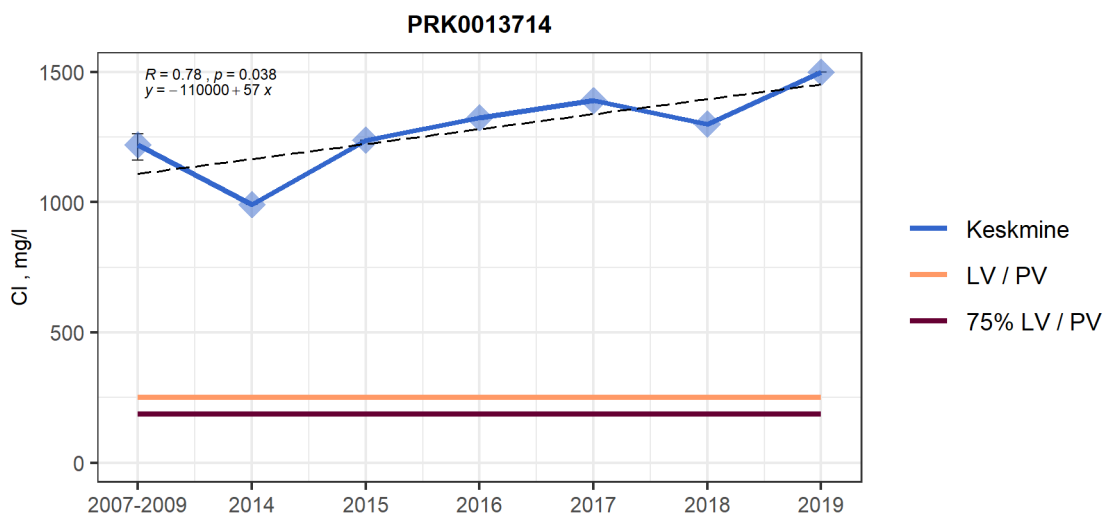


Joonis 1. Kloriidide sisalduse ajaline muutus põhjaveekogumis kui tervikus kogu vaatlusperioodi (2014-2019) jooksul

Kuivõrd põhjaveekogumi keemilise seisundi hinnang tugineb vaid kahe seirekaevu andmetele, on mõlema kaevu osakaal hinnangu kujunemisel kõrge. Seirepunktid paiknevad rannikuäärses piirkonnas, mistõttu kõrgete Cl sisalduste esinemine vaatluskaevudes on ootuspärane. Samas on Kärklas paikneva vaatluskaevu 17577 vees Cl sisaldus stabiilselt madal (Joonis 2). Seevastu on Kassari-Tagakülas paikneva seirekaevu 13714 kõrge Cl sisaldus (Joonis 3) (sh. lähtetase) kogu põhjaveekogumi halva keemilise seisundi põhjuseks. Eelpool toodut arvesse võttes tuleks põhjaveekogumi keemilise seisundi objektiivsel hindamisel välistada kaevu 13714 andmestik ning sellest tulenev mõju PVK kui terviku Cl sisaldusele. Tegemist on ebakvaliteetse seirepunktiga (aruande Joonis 1 Usaldusväärsus), mille andmestikku ei arvestatud ka eelmise seisundi hindamisperioodi käigus. Sellest tulenevalt on **Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogumi testi 1 põhjal heas, kuid ohustatud keemilises seisundis. Hinnang on madala usaldusväärsusega**, sest see tugineb vaid ühe seirekaevu andmetel. Edaspidi tuleb kaev 13714 asendada uue seirekaevuga.



Joonis 2. Kloriidide sisalduse ajaline muutus vaatluskaevus 17577



Joonis 3. Kloriidide sisalduse ajaline muutus vaatluskaevus 13714

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 Hiiumaa põhjaveekogumile on kehtestatud läviväärtus Cl (250 mg/l).

Nagu näitas keemilise seisundi hindamise test 1, on vaatlusperioodi (2014-2019. a.) keskmine Cl sisaldus põhjaveekogumi kloriidide läviväärtust tähistavast joonest tunduvalt kõrgemal ning põhjaveekogumi riiklike keemilise seisundi seirekaevude aastakeskmistes kloriidide sisaldustes (PVK kui tervik) esineb tõusutrend (Joonis 1). Seisundi hinnang tugineb kahe seirekaevu andmetele, milledest ühes, Kassari-Tagakülas paiknevas vaatluskaevus 13714, on vaatlusperioodi keskmiseks Cl sisalduseks 1290 mg/l (Tabel 1). Kaev 13714 iseloomustab 42.3 % põhjaveekogumi pindalast (Tabel 1, Joonis 1), mis tähendab, et nimetatud seirekaevu kõrge Cl sisaldus on põhjaveekogumi halva keemilise seisundi põhjuseks ka testi 2 tulemuste põhjal.

Vältimaks olukorda, kus ühe kõrge soolasisaldusega seirekaevu andmete põhjal kvalifitseerub põhjaveekogum halvaks seisundis olevaks, tuleks alternatiivina süveneda seirevõrgu iseärasustesse (aruande Joonis 2 Trendi hinnang III). Juhul kui sellise kõrge Cl või SO₄ sisaldusega ja suure pindalalise osakaaluga kaevus ei eksisteeri saasteainete aastakeskmiste väärtuste tõusutrendi ning saasteaine kõrge sisaldus on looduslik, on põhjaveekogumi seisund testi 2 järgi hea ja edasise uuringuga tuleb selgitada antud seirekaevu sobivust seiresse ning optimeerida seirekaevude pindalalist konfiguratsiooni PVK piires. Vaatluskaevus 13714 on täheldatav saasteainete aastakeskmiste väärtuste tõusutrend, kuid Cl väärtused on olnud kogu seireperioodi jooksul kõrged, sh. lähtetase (1200 mg/l). See omakorda viitab asjaolule, et kloriidide kõrge sisaldus on looduslik ning tegemist on ebasobiva seirepunktiga iseloomustamiseks põhjaveekogumi keemilist seisundit. Kokkuvõtvalt võib järeldada, et põhjaveekogumi keemiline seisund on siiski hea kuid ohustatud, kuid hinnangu madala usaldusväärsuse tõttu tuleks uuringutega selgitada inimõju ulatust PVK keemilisele seisundile.

Test 2 tulemus: hea, ohustatud seisund. Testi usaldusväärsus on madal.

Test 3. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud pinnaveekogumitest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga on vooluveekogumitest seotud Nuutri jõgi (pinnaveekogumi kood 1164000_1). Eesti pinnaveekogumite seisundi 2018. aasta ajakohastatud vahehinnangu järgi on Nuutri kogumi keemiline (KESE) seisund hindamata ja ökoloogiline (ÖSE) seisund on kesine (Altoja et al. 2019). Kesist seisundit põhjustavad füüsikalised-keemilised näitajad on üld-P, BHT₅ ja NH₄. Lähimaks põhjaveekogumi seirekaevuks on kaev katastri numbriga 17577. Lähimas seirekaevus on pinnavees ebasoodsat seisundit põhjustavatest näitajatest

määratud BHT₅ vahemikus 0,7-1,4 mgO/l ja NH₄ 0,02-0,03 mg/l. Nuutri pinnaveekogum kuulub 1B tüüpi, mille kesise seisundi piirid on, BHT₅ >3 mgO/l, NH₄ >0,3 mg/l. Põhjaveest pole kogumis fosfori sisaldust määratud (madal usaldusväärsus), muud näitajad jäävad selgelt allapoole pinnavee ebasoodsa seisundiklassi piiridele. **Põhjaveekogum on test 3 alusel heas seisundis, hinnangu usaldusväärsus on madal.**

Test 4. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on Kõpu allikasood ja Palade allikasoo. Seotud PSMÖS-id kuuluvad Natura 2000 alade nimistusse, elupaikade üldseisund on väga hea ja elupaigatüüpideks on madalsoo, allikasoo ja mõõkrohusoo (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. pööratud põhjaveekomisjoni poole. Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogumi puhul 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 Hiiumaa põhjaveekogumi looduslik ressurs on 45522 m³/d ning kinnitatud põhjaveevarusid ei ole. Seetõttu hinnatakse testis 6 üldist põhjaveevõttu 2017. ja 2018. aastal (vastavalt 424 ja 447 m³/d) võrreldes neid põhjaveekogumi loodusliku ressursiga. 2018. a seisuga on loodusliku kasutatava vaba vee hulk 45075 m³/d.

Lähtuvalt eelnevast on test 6 tulemusena Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogum 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. Põhjaveekogumiga seotud Nuutri vooluveekogumi (kogumi kood 1164000_1) hüdro-morfoloogilise seisundi (HÜMO) veekastuse hinnangus veevõtt Nuutri ojust

puudub (Auväärt et al. 2019). **Test 7 alusel on põhjaveekogumi seisund hea, hinnangu usaldusväarsus on kõrge.**

Test 8. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on Kõpu allikasood ja Palade allikasoo. Seotud PSMÖS-id kuuluvad Natura 2000 alade nimistusse, elupaikade üldseisund on A ja elupaigatüüpideks on madal soo, allikasoo ja mõõkrohuseo (Terasmaa et al. 2015). Kuna maismaaökosüsteemid, mille seisund on Natura sooelupaikade hindamise kriteeriumide alusel halvem kui hea põhjaveekogumis puuduvad, on põhjaveekogum **test 8 alusel heas seisundis, hinnangu usaldusväarsus on kõrge.**

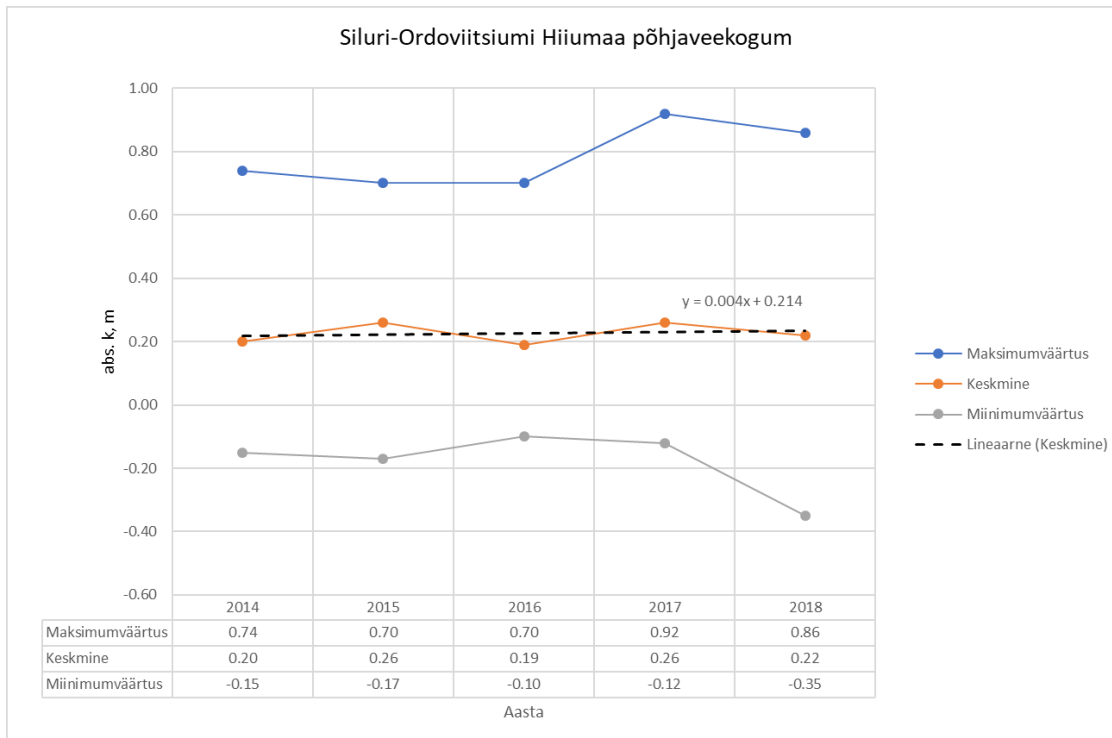
Test 9. Test põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamiseks soolase või muu vee sissetungi ohust lähtuvalt

Test 1 tulemusena (Tabel 1) selgus, et ühes seirekaevus (13714) ületab perioodi keskmine Cl sisaldus (1290,7 mg/l) Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogumile kehtestatud läviväärtuse 250 mg/l.

Lähtuvalt meetodikast, hinnatakse seetõttu veetasemete trende seirekaevudes.

Hindamisperioodi aastakeskmised veetasemed on praktiliselt muutusteta (Joonis 4). Kuna põhjaveetasemete muutuses puudub negatiivne trend, siis ei ole soolase vee kõrge tase tingitud pidevast soolase vee sissevoolust Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogumisse tulenevalt põhjavee kasutusest. Pigem on siin tegemist loodusliku põhjavee ja merevee tasakaalulise piiri alaga, kus kõrge soolsus on põhjustatud looduslike protsesside poolt. Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogumi seirekaevude esinduslikkuse probleeme on kirjeldatud juba 1. ja 2. testi juures.

Lähtuvalt veetasemete trendi hinnangust võib Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogumi seisundit test 9 tulemusena lugeda heaks. Testi usaldusväarsus on kõrge.



Joonis 4. Hindamisperioodi põhjavee survetaseme muutuse suurus ning trend Siluri-Ordoviitsiumi Hiiumaa põhjaveekogumis