

## Siluri Saaremaa põhjaveekogum (9)

### 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> )
9	Lääne-Eesti vesikond	Siluri-Ordoviitsiumi	Kvaternaari, Siluri	Saaremaa	2881

<b>Hüdrogeoloogiline iseloomustus</b>	<b><i>Kivimite litoloogiline koostis</i></b>	Koosneb Siluri ladestu kivimitest ja nendel lasuvatest Kvaternaari veekihtidest, mis on nii vertikaalses kui ka horisontaalses suunas väga muutlikud. Lääne-Saaremaal on ülekaalus lubjakivid, Ida-Saaremaal dolomiidi erimid. Juuru ja Jaani lademes aga domineerib mergel.
	<b><i>Kogumi paksus</i></b>	Kogumi paksus suureneb korrapäraselt lõuna suunas ulatudes Sõrve poolsaarel 100 meetrini (Perens, 2002).
	<b><i>Lasuv veepide</i></b>	Lasuv veepide praktiliselt puudub. Vettandvate kivimite avamusala on aluspõhjalased veekihid valdavalt kaetud 2–10 m paksuse glatsiaalsete, fluvioglatsiaalsete, limnoglatsiaalsete ja soosetetega, mis ei moodusta laiema ulatusega veepidemeid.
	<b><i>Lamav veepide</i></b>	Sügavuse kasvades kivimite karstumus ja lõhelisus väheneb ning valdavalt saab Siluri ja Ordoviitsiumi kivimid sügavamal kui 100 m liigitada Siluri–Ordoviitsiumi regionaalseks veepidemeks filtratsioonikoefitsendiga $10^{-4}$ - $10^{-5}$ m/ööpäevas.
	<b><i>Põhjavee survepind</i></b>	Alad, kus aluspõhjakivimid vahetult avanevad või pinnakate on õhuke (alla 2 m), hõlmavad umbes 30-40 % Saaremaa territooriumist. Nende alade piires on põhjavesi vabapinnaline. Lasumussügavuse suurenedes ja kohalike paekõrgendike vahelistes nõgudes omandavad põhjaveekihid aga survepind iseloomu.

<b>Hüdrodünaamika</b>	<b>Voolusuunad</b>	<p>Peamiseks toitealaks Lääne-Saaremaa kõrgustik, kust toimub põhjavee liikumine radiaalselt mere poole. Lokaalseks toitealaks on ka Sõrve poolsaare keskosa. Soodsate toitumistingimustega paekõrgendikelt liigub põhjavesi kohaliku hüdrograafilise võrgu suunas avanedes nõgudes langeallikatena. Mitmel puhul on allikad tekkinud maaparanduskraavidesse deebitiga kuni 40 L/s (Perens, 2002). Suuremad karstilehtrid asuvad Kuressaare, Mustjala ja Võhma vahelisel alal.</p>
	<b>Hüdrauliline juhtivus ja põhjaveevoolu kiirus</b>	<p>Põhjaveekogumi veerikkus sõltub peamiselt lõhede ja karstiõõnsuste esinemisest, mille kaudu toimub ka pinnavete infiltratsioon sügavamatesse põhjaveekihtidesse. Seal liigub vesi peamiselt mööda horisontaalseid kihtidevahelisi lõhesid. Geofüüsikalised mõõtmised näitavad, et lõhede vertikaalläbimõõt on enamasti vaid mõni kuni mõnikümmend sentimeetrit, harva üle 2 meetri (Perens, 2002).</p> <p>Olenevalt kivimite lõhelisusest ja karstumusest on põhjaveekogumi poorsus keskmiselt 0,02–0,06 ning valdavalt jääb veekihtide läbilaskevõime vahemikku 50 kuni 300 m<sup>2</sup>/ööpäevas (Perens, 2002). Iseloomulik on läbilaskevõime pinnaline suur varieeruvus ning suurkaevud veejuhtivusega üle 1000 m<sup>2</sup>/ööpäevas ja 50 m<sup>2</sup>/ööpäevas võivad paikneda lähestikku (<i>Ibid.</i>).</p> <p>Kõige tugevamalt on lõhenenud ja karstunud maapinnalähedased Jaagarahu ja Rootsiküla lademe kivimid (Perens, 2002). Sügavuse suurenedes väheneb lõhelisus järsult ning Alam-Siluri Juuru, Raiküla, Adavere lademe kivimid on Saaremaal praktiliselt veetud. Saaremaa hidrogeoloogilise läbilõike ülemised 40 m sisaldavad hinnanguliselt ligikaudu 80% Saaremaa põhjaveest (<i>Ibid.</i>).</p> <p>Maapinna lähedal (kuni 20 m sügavuseni) on kivimite hüdrauliline juhtivus 10–50 m/ööpäevas, sügavusel 20–50 m jääb vahemikku 5–8 m/ööpäevas ja sügavusel 50–100 m vahemikku 1–2 m/ööpäevas. Maapinnalähedase karstivete liikumiskiirus võib aga ulatuda kuni 5000 m/ööpäevas (Perens, 2002). Suhteliselt väikse veeanniga on kivimid Saaremaa lõunarannikul ja Sõrve poolsaarel.</p>
	<b>Toitumine ja režiim</b>	<p>Kuigi Saaremaa põhjavee toitealalt Kesk-Saaremaa kõrgustikult toimub aastaringne põhjaveevool madalamatesse piirkondadesse, esinevad soodsad toitumistingimusi ka õhukese pinnakattega kaetud paekõrgendikel. Savika pinnakattega liigniisketel aladel põhjavee toitumist ei toimu või on see vähene.</p> <p>Veetasemete kõikumise suurimad amplituudid, 2–4 m, on iseloomulikud kohalikele paekõrgendikke. ning väikseimad (0,5–1,5 m) survealade põhjavee väljumisaladele. Veevõtust</p>

		põhjustatud veetaseme ulatuslikumat alanemist ei ole täheldatud.
--	--	--

<u>Põhjavee koostis</u>	<b>Keemiline koostis</b>	<p>Üheltpoolt on põhjaveekogumi suure keemilise varieerumise põhjuseks põhjavee segunemine mereveega. Lisaks sellele ei ole tõenäoliselt paksema pinnakatte ja sügavamate lõhede piirkondades põhjavesi pärast neotektoonilist kerkimist ja mere taandumist jõudnud igal pool veel täielikult magestuda (Perens, 2002).</p> <p>Veekihtide lasumussügavuse suurenemisega põhjavee mineraalsus põhjaveekogumis suureneb. Samuti suureneb mineraalainete sisaldus Saaremaa keskosast mere suunas. Lääne-Saaremaa kõrgustikul, põhjaveekogumi peamisel toitumisalal on põhjavee mineraalsus kuni 0,3 g/L. Saaremaa laugel kagurannikul on põhjavee mineraalsus kohati &gt;1 g/L ja soolase seguvee vöönd ulatub 1,0–1,5 kilomeetrini kaugusele merest. Eriti märgatav on merevee mõju Saaremaa lõunarannikul, mida iseloomustab väike hüdrauliline gradient. Seevastu saare läänerannikul, kus põhjavee survegradient on Lääne-Saaremaa kõrgustiku läheduse tõttu suur, mere mõju ei avaldu.</p> <p>Veekogumi ülemises osas on looduslikes tingimustes formeerunud Ca-Mg- HCO<sub>3</sub>-tüüpi vesi, mineraalainete sisaldusega 0,3–0,5 g/L. Rannikule ligemal muutub Ca-HCO<sub>3</sub>-vesi algul Ca-Na-HCO<sub>3</sub>-Cl ning mere vahetusläheduses Na-Cl-HCO<sub>3</sub> või lausa Na-Cl tüüpi põhjaveeks. Veekihi lasuvussügavuse suurenedes põhjavee mineraalsus suureneb ning veetüüp muutub Na-Ca- HCO<sub>3</sub>-Cl ja lõpuks Na-Cl tüübiks ning selle mineraalsus tõuseb 1 g/L.</p> <p>Lääne-Saaremaa kõrgustikust eemaldudes suureneb põhjavee keemilise koostises kõigi ionide sisaldus. Nii suureneb kloriidide hulk 10-20 mg/L kõrgustiku lähedal rannikualadel 100-200 mg/L, ületades mitmes paigas Saaremaa ida ja lõunarannikul joogivees kloriididele määratud piirsisaldust 250 mg/L (Sotsiaalministri määrus 31.07.2001 nr 82). Suurema SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-sisaldusega piirkonnad (üle 100 mg/L) kattuvad samuti soolase põhjavee leviku aladega. Sulfaadisisaldus on rannikualadel kuni 200 mg/L kuid anomaalselt suur SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-sisaldus (250–330 mg/L) on määratud endise Audla poldri piirkonnas (Perens, 2002).</p> <p>Saaremaa keskosas Litoriaanimere tasemest kõrgemal ei ületa Na<sup>+</sup> ja K<sup>+</sup> sisaldused 10-30 mg/L. Mere suunas hakkab naatriumi sisaldus suurenema tõustes 200-300 mg/L. Sama trendi võib</p>
-------------------------	--------------------------	---

		<p>täheldada ka <math>Mg^{2+}</math> ja <math>Ca^{2+}</math> puhul, kuigi nende muutused on palju stabiilsemad. <math>HCO_3^-</math> sisaldused muutuvad vastupidiselt Cl ja <math>SO_4^{2-}</math> sisaldustele. Saare keskosas on <math>HCO_3^-</math> sisaldused 400-500 mg/L, vähenedes ranniku suunas 200-250 mg/L.</p> <p>Joogivee seisukohast on probleemiks looduslikud raua sisaldused, mis enamasti ületavad joogiveele kehtestatud piirsisaldust 0,2 mg/L (Sotsiaalministri määrus 31.07.2001 nr 82). Põhjavee nitraatide sisaldus on üldiselt väike, ning valdavalt ei ületa 10 mg/L. Sõrve poolsaarel esineb ka kõrgemaid boori (kuni 1,6 mg/L) ja fluoriidide (kuni 5,5 mg/L) sisaldusi (Karro &amp; Uppin, 2013).</p> <p>Ohtlike ainete sisaldused kogumi põhjavees jäävad valdavalt määramispiiri või kehtestatud läviväärtuse. Suuri naftasaaduste (kuni 0,6 mg/L), fenoolide (kuni 4,1 µg/L) ja benseeni (kuni 0,1 mg/L) sisaldusi põhjavees on täheldatud saare idaosas Maadevahe endise bituumenibaasi lähedal.</p> <p>Kogumis leviv mage põhjavesi vastab üldiselt põhjaveeks kasutatava joogivee I või II kvaliteediklassile, sõltuvalt põhjavee rauasisaldusest (Sotsiaalministri määrus 02.01.2003 nr 1). Põhjavee mineraalsuse suurenedes vastab põhjavesi suuremate fluoriidi, kloriidi ja naatriumi kontsentratsioonide tõttu ainult joogiveeks kasutatava põhjavee III kvaliteediklassile või ei vasta see üldse joogiveeks kasutatava põhjavee kvaliteedinõuetele. Joogivee ja isegi joogiveeallikana kasutada kavatsetava põhjavee kvaliteedinäitajatele vastava põhjavee leidmine on mitmel pool Saaremaal (Järve, Salme, Läätsa) tõsine probleem (Perens jt., 2012). Kogumis leviv mage põhjavesi vastab üldiselt põhjaveeks kasutatava joogivee I või II kvaliteediklassile, sõltuvalt põhjavee rauasisaldusest (Sotsiaalministri määrus 02.01.2003 nr 1). Põhjavee mineraalsuse suurenedes vastab põhjavesi suuremate fluoriidi, kloriidi ja naatriumi kontsentratsioonide tõttu ainult joogiveeks kasutatava põhjavee III kvaliteediklassile või ei vasta see üldse joogiveeks kasutatava põhjavee kvaliteedinõuetele. Joogivee ja isegi joogiveeallikana kasutada kavatsetava põhjavee kvaliteedinäitajatele vastava põhjavee leidmine on mitmel pool Saaremaal (Järve, Salme, Läätsa) tõsine probleem (Perens jt., 2012).</p>
	<p><b>Keemilise koostise kujunemise kontseptuaalne mudel</b></p>	<p>Pärast liustiku taandumist Holotseeni alguses oli põhjaveekogum täidetud glatsiaalse päritolu veega, mis hakkas segunema lasuva veekogu veega, kuid tulenevalt väga väikesest hüdraulilisest gradiendist ei olnud see protsess kuigi intensiivne (Perens, 2002). Litoriiinamere staadiumis, mil soolsus (8–15‰) ületas tunduvalt tänapäevase Läänemere soolsusest Saaremaa rannikuvees (5–6‰) oli enamik Saaremaast veel merepõhi.</p>

		<p>Maakerge põhjustas hüdraulilise gradiendi suurenemist ja soodustas seeläbi ka veevahetust. Neotektoonilise kerke käigus algas sademete ja pinnavee infiltreerumise tulemusel ka põhjavee magedumine. Niiske ja suhteliselt jahe kliima soodustas paepinnase leostumist ning seetõttu oli <math>Mg^{2+}</math> ja <math>Ca^{2+}</math> karbonaatide lahustumine põhjavette üldine. Levima hakkas Saaremaal tänapäevani valdav Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>-tüüpi põhjavesi. See toimus eelkõige saare kesk-ja lääneosas, kus veeahetus on kiirem kui mujal kogumis.</p> <p>Mõnes paksema pinnakatte ja savikamate setetega rannikupiirkonnani (Salme, Läätsa, Järve) ei ole magedumisprotsess ilmselt ulatunud, mistõttu kohati esinev soolane põhjavesi sisemaal võib osaliselt pärineda Litoriinamerest (Perens, 2002). Kuna kogumi reljeef on suhteliselt tasane ja madal, mis ei soodusta sügavama põhjavee vahetust, siis on ka glatsiaalse vee asendumise protsess veel toimumas Sõrve poolsaarel kaguosas, kus on leitud väga negatiivse <math>\delta^{18}O</math> väärtusega põhjavett (Pärn, 2018).</p> <p>Kuna suur osa põhjaveekogumist paikneb merepinnast sügavamal, siis eriti rannikupiirkondades on merevee mõju põhjaveele märgatav. Looduslikes tingimustes valitseb mageda põhjavee ja soolase merevee vahel hüdrodünaamiline tasakaal, mis sõltub eelkõige mageda põhjavee infiltreerumisest ehk sademete hulgast ja veekihtide vee läbilaskvusest. Põhjavee intensiivse tarbimise tagajärjel võib kohati looduslik tasakaal kaduda. Kujunevad alanduslehtid hüdraulilise gradiendiga mere poolt maismaale, mis soodustab soolase merevee sissetungi põhjaveekihtidesse. Selliste protsesside kulgemiskiiruse määrab väljapumbatava vee hulga ja loodusliku toitumise vahetamine. Saaremaal on sellistest protsessidest tulenevaid põhjavee mineraalsuse kõikumisi täheldatud eelkõige Orissaares.</p>
--	--	---

Seosed pinna- ja maismaa-ökosüsteemidega (TLÜ Ökoloogia Instituut, 2015)	<b>Seotud vooluvee-ökosüsteemid</b>	<p>Saaremaa suurim infiltratsiooniala ning veelahe on Lääne-Saaremaa kõrgustik (Saaremaa keskkõrgustik). Tänapäevase pinnaveevõrgustiku on suuresti kujundanud inimene (Perens, 2002). Näiteks on omavahel ühendatud Leisi, Põduste ja Lõve jõe ülemjooksud, ligi 90% vooluveekogudest on süvendatud ja õgvendatud, mitmed juhitud uude voolusängi. On selge, et selliste süvendamistöödega on avatud maapinnalt esimesed põhjaveekihi, mille tagajärjel on muutunud ka põhjaveerežiim.</p> <p>Saaremaa jõgede hüdroloogilisele režiimile avaldab mõju ulatuslik karstumine. Kurisuid ja karstilõhesid esineb vahetult jõe- ja ojasängides ning järvedes. Vesi neeldub lõhedesse ja kurisutesse, väljudes hiljem uuesti allikatena (Küdema, Tuiu, Kalja kurisud). Põhjaveest toituvaid jõgesid iseloomustab ühtlasem äravool ja ka veetemperatuuri aastasisesed muutused on ühtlasemad (Pidula oja). Väikese valguga kraavid ja ojad, kus puuduvad suuremad allikad, kuivavad sageli madalvee ajal ära. Nii pinnavee kui ka põhjavee äravoolule on mõju avaldanud maaparandus.</p> <p>Saaremaa madalad järved on põhjaveega vähem seotud. Kunagine maaparandus ja turbatootmine on alandanud veetaset oluliselt Korgi järves, mistõttu selle kaldad on kinni kasvanud.</p> <p><i>Põhjaveekogumist sõltuvad vooluveeökosüsteemid:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lõve jõgi (Lõve; 1173500_1);</li> <li>• Pidula jõgi (Pidula; 1168900_1);</li> <li>• Pähkla jõgi (Pähkla; 1165100_1).</li> </ul>
	<b>Seotud seisuveeökosüsteemid ja karstiobjektid</b>	<p><i>Seisuveeökosüsteemid:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Järise järv (VEE2071200);</li> <li>• Kaali järv (VEE2077400);</li> <li>• Karujärv (VEE2076800);</li> <li>• Koigi järv (VEE2071500).</li> </ul> <p><i>Põhjaveekogumist sõltuvad olulised karstiobjektid:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuusiku karstijärvik;</li> <li>• Kalmu karstijärvik;</li> <li>• Kuumi karstijärvikud.</li> </ul>
	<b>Seotud maismaaökosüsteemid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lõuka allikasoo</li> <li>• Kallaste-Odalätsi allikasood</li> <li>• Viidumäe allikasood</li> <li>• Sõrve poolsaare allikasood</li> </ul>

<b>Seisundi hinnang</b> (Perens jt., 2015)	<b>Koguseline seisund</b>	Hea
	<b>Keemiline seisund</b>	Hea
	<b>Üldseisund</b>	<b>Hea</b>

<b>Põhjaveevarud</b> (m <sup>3</sup> /ööpäevas)	<b>Looduslik ressurss</b>	126090
	<b>Põhjavee kinnitatud varu</b>	10100
	<b>Põhjaveevõtt 2018. a</b>	4121
	<b>Kasutuses olev vaba põhjavee kogus veehaaretele 2018. a</b>	5979
	<b>Minimaalne looduslik vaba ressurss</b>	115990
	<b>Minimaalne looduslik kasutatav veehulk 2018. a</b>	121969

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>
9	Siluri Saaremaa 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). Puurkaevu koodi taha on märgitud kaevu mõjuraadius (% PVK pindalast)**

Puurkaev, %		Cl	SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	pH	PHT (KHTMn)	As	Cd	Hg	Pb	Fenoolid (1- aluselised) summa	Nafta- saadused	PAH summa	Benseen	Tetra- kloro- eteen	Tri- kloro- eteen
		mg/l 250	mg/l Puudub	mg/l 0,5	mg/l 50	mg/l Puudub	- 6-9	mgO/l 5	µg/l 100	µg/l 10	µg/l 2	µg/l 200	µg/l Puudub	µg/l 20	µg/l 0,1	µg/l 1	µg/l 70	µg/l 70
PRK0008666	14,5	9,3	66,2	0,05	0,4	3,5	7,14	3,08										
PRK0012327	22,3	15,3	72,2	0,05	0,6	5,4	7,08	2,07										
PRK0012356	19,2	103,2	148,3	0,06	0,2	3,0	6,92	3,63	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00	10,00	0,30	0,05	0,05	0,05
PRK0012597	15,4	18,5	22,3	0,10	0,5	2,4	7,28	2,37										
PRK0012700	5,2	380,9	107,5	0,17	0,4	4,9	7,58	1,63										
PRK0013097	18,6	13,5	48,4	0,13	0,6	3,1	7,08	2,17										
PRK0017039	4,8	298,4	88,1	0,17	0,4	3,2	7,87	1,73										
<b>PVK keskmine</b>		<b>119,9</b>	<b>79,0</b>	<b>0,11</b>	<b>0,4</b>	<b>3,6</b>	<b>7,28</b>	<b>2,38</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>1,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,30</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>

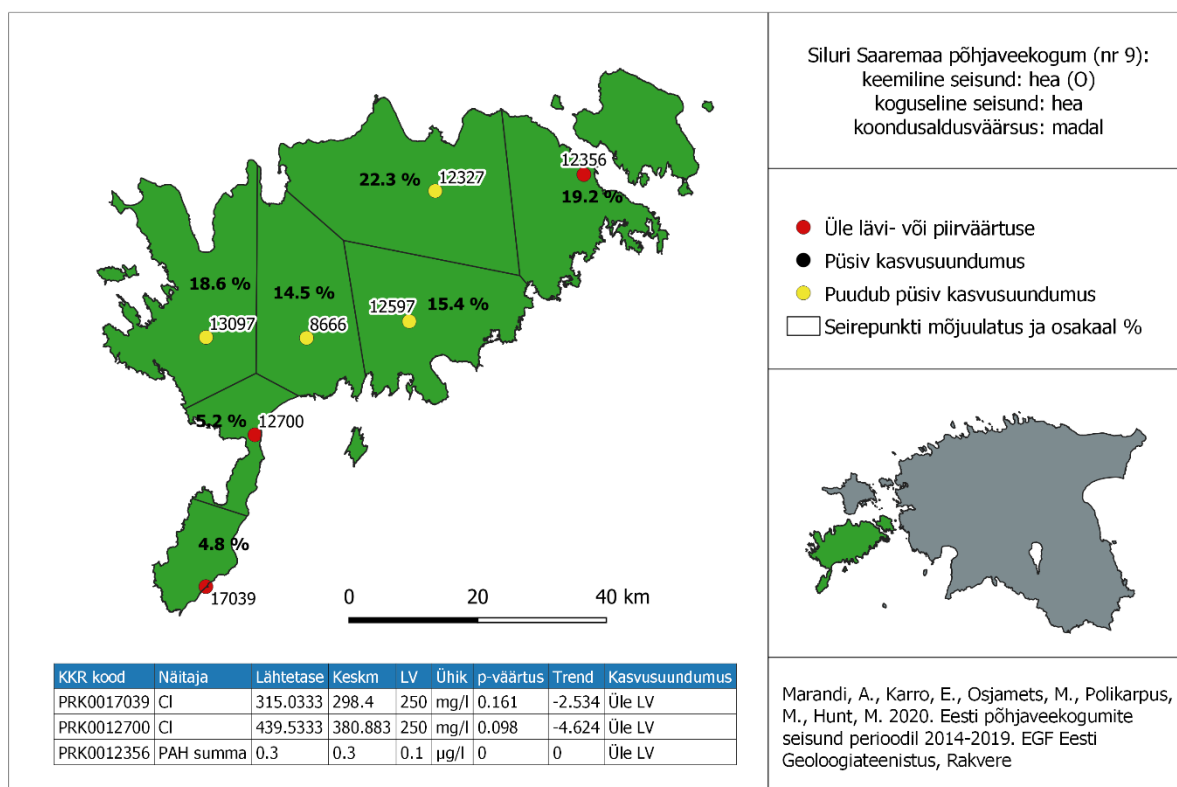
Lävi- või piirväärtuste ületamise korral jätkub seisundi hinnang keemiliste seisundi testide teostamisega, mille käigus hinnatakse muuhulgas põhjavee seisundit mõjutavate saasteainete sisalduste muutlikkust hindamisperioodi (2014-2019 a.) jooksul ning varieeruvust lähtetasemete suhtes.

Tabelist 1 nähtub, et põhjaveekogumi seitsmest keemilise seire kaevust kahes on ületatud Cl kehtestatud läviväärtus (250 mg/l) ning ühes PAH summale kehtestatud läviväärtus (0.1 µg/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 10 % ning PAH summa puhul 19.2 % põhjaveekogumi pindalast (Tabel 1, Joonis 1), mis tähendab, et põhjaveekogumi keemiline seisund selle testi tulemuste põhjal on hea. PAH summa puhul on tegemist üksikanalüüsiga aastast 2015.

**Test 1 tulemus: hea seisund, testi usaldusväarsus kõrge.**



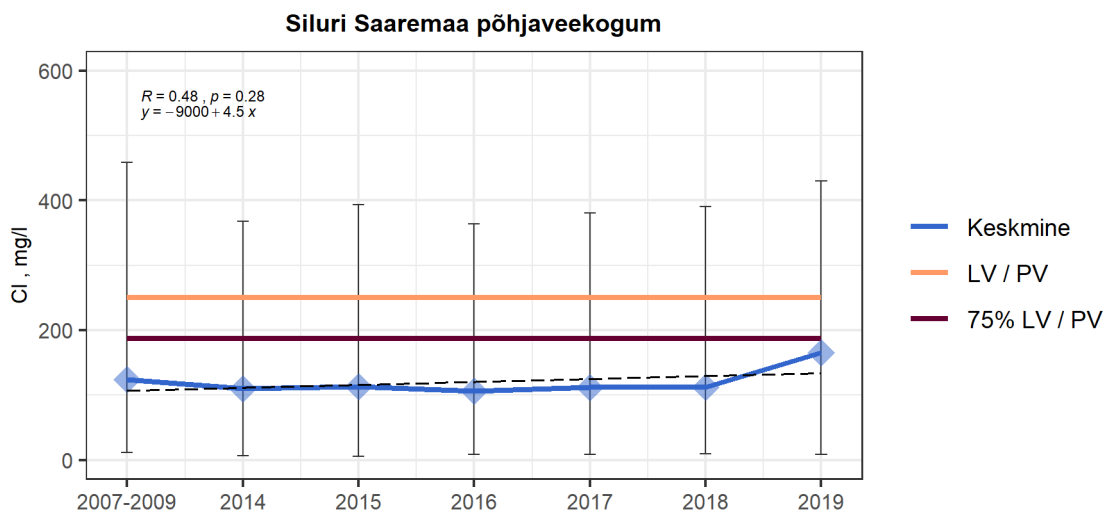


**Joonis 1. Seirepunktide paiknemine ja nende mõjuulatused ning oluliste saasteainete kasvusuundumused Siluri Saaremaa põhjaveekogumis**

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

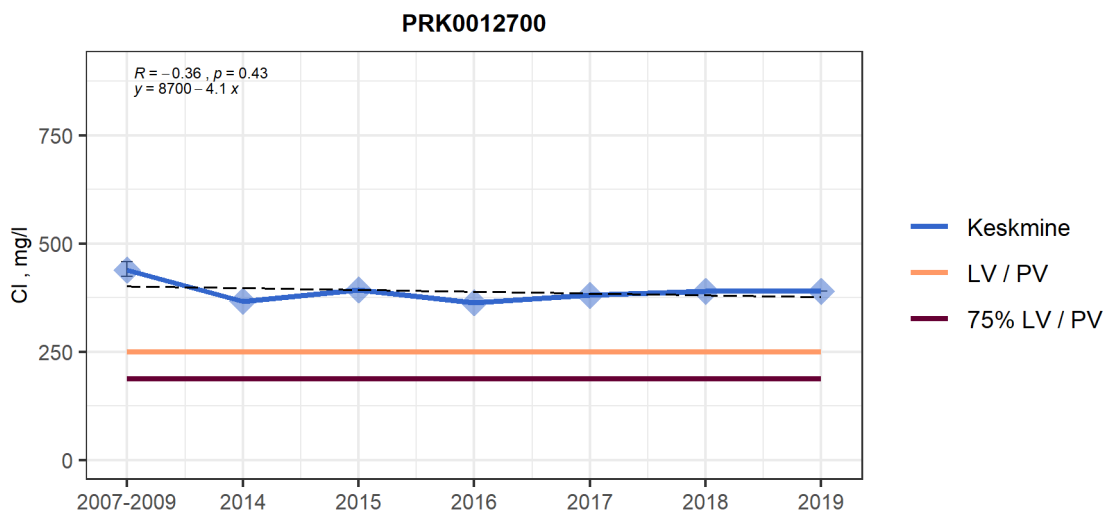
Kogu vaatlusperioodi (2014-2019. a.) keskmine Cl sisaldus põhjaveekogumi viies seirepunktis on alla läviväärtuste, vaid kahes seirekaevus (12700 ja 17039) ulatub vastav näitaja üle LV (Tabel 1). Edasi hinnatakse seda, kas põhjaveekogumi riiklike keemilise seisundi seirekaevude aastakeskmistes kloriidide sisaldustes (PVK kui tervik) esineb tõusutrend (Joonis 2).



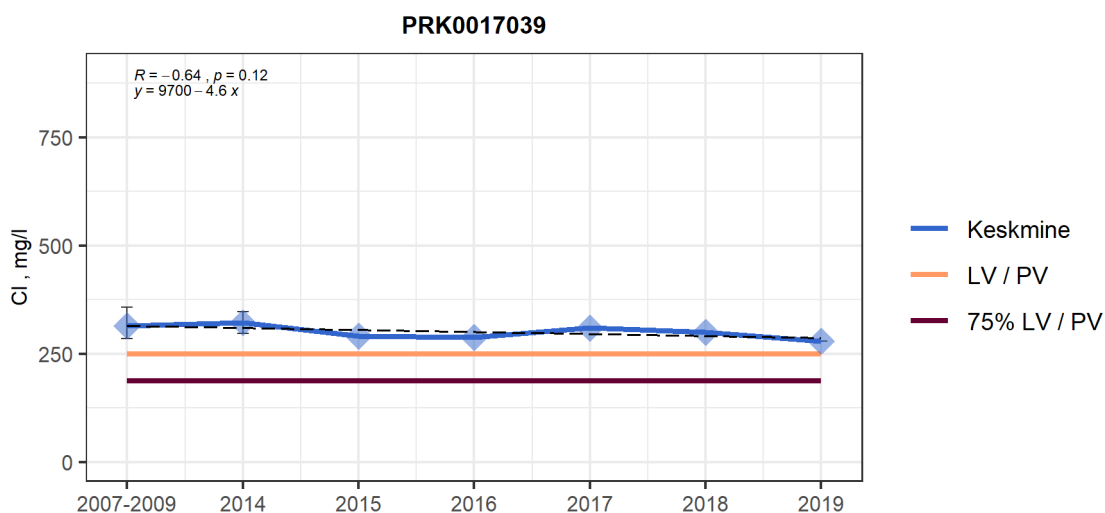
**Joonis 2. Kloriidide sisalduse ajaline muutus põhjaveekogumis kui tervikus vaatlusperioodi (2014-2019) jooksul**

Jooniselt 2 selgub, et põhjaveekogumis tervikuna esineb saasteaine (Cl) kasvutrend, kuid aastakeskmised Cl kontsentratsioonid on alla 75% läviväärtusest ning ka trendijoon ei ulatu 75% läviväärtust tähistava jooneni. Trendijooni positsioonist lähtuvalt on põhjaveekogum soolase või muu vee sissetungi ohust lähtuvalt heas keemilises seisundis, kuid ohustatud. Samas esineb põhjaveekogumis seirekaeve, mille hindamisperioodi keskmine saasteaine sisaldus on üle läviväärtuse, mistõttu liigutakse edasi seirekaevu põhisele trendihindamisele (aruande Joonis 3 Trendi hinnang II). Seirekaevud, kus Cl läviväärtuse ületamised on aset leidnud, iseloomustavad põhjaveekogumi pindalast 10% (Tabel 1), mis tähendab, et tegemist heas seisundis, kuid ohustatud põhjaveekogumiga.

Aegridade analüüs näitab, et vaatluskaevudes 12700 ja 17039 on aastakeskmised Cl sisaldused kogu vaatlusperioodi jooksul püsinud läviväärtusest kõrgemana (Joonised 3 ja 4), kuid saasteaine sisalduse tõusutrend puudub. Ka lähtetasemete väärtused on nimetatud vaatluskaevudes üle kehtestatud LV, mis viitab kaevude looduslikult kõrgele Cl sisaldusele. Kuivõrd kaevude mõjuraadiused moodustab põhjaveekogumi pindalast vastavalt vaid 5,2 ja 4,8% (Tabel 1), on põhjaveekogumi keemiline seisund testi 2 tulemusena hea, kuid põhjaveekogum on ohustatud, sest veevõtu intensiivistamine võib põhjustada kloriidide sisalduse suurenemist ja halvendada veevarustuse olukorda.



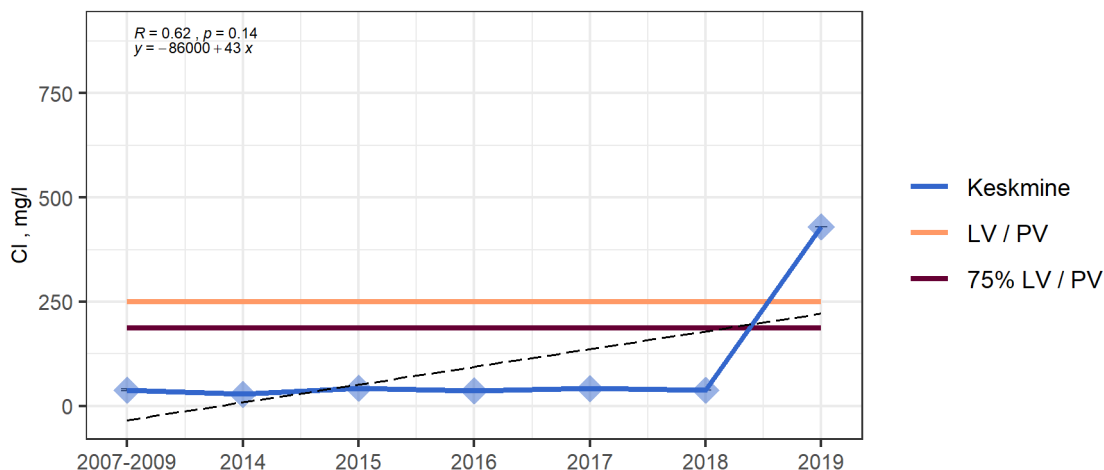
**Joonis 3. Kloriidide sisalduse ajaline muutus vaatluskaevus 12700**



**Joonis 4. Kloriidide sisalduse ajaline muutus vaatluskaevus 17093**

Selgitamaks põhjaveekogumis kui tervikus nähtavat Cl sisalduse tõusutrendi tuleks tähelepanu juhtida vaatluskaevu 12356 andmetele. Jooniselt 5 on näha, et vaatluskaevus analüüsitud aastakeskmised Cl väärtused (29-43 mg/l) ning lähtetase on selgelt ja stabiilselt alla 75% läviväärtuse joont, kuid aastal 2019 on kaevust määratud Cl sisalduseks 430 mg/l, mis mõjutab oluliselt nii antud kaevu kui ka kogu põhjaveekogumi Cl sisalduse trendi. Tegemist on üksikmääranguga, mille usaldusväärsele annab hinnangu edasine seire.

PRK0012356



Joonis 5. Kloriidide sisalduse ajaline muutus vaatluskaevus 12356

**Test 2 tulemus: põhjaveekogum on heas, ohustatud seisundis. Testi usaldusväärsus on madal.**

Test 3. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud pinnaveekogumitest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seonduvad vooluveekogumid, nende keemiline (KESE) ja ökoloogiline (ÖSE) seisund ning ebasoodsa 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**

pinnaveekogum	KESE VMK 2013-2018	KESE põhjus	ÖSE VMK 2013-2018	ÖSE näitaja	Test 3
Lõve	hindamata		kesine	JKI	hea, kõrge usaldusväärsus
Pidula	hindamata		kesine	teadmata	hea, kõrge usaldusväärsus
Pähkla	hindamata		hea		hea, kõrge usaldusväärsus

Seotud voolukogumites ei põhjusta ebasoodsat seisundit FÜKE ja SPETS kvaliteedielemendid, (Tabel 2). Vooluveekogumite järgi on test 3 seisund hea.

Põhjaveekogumiga seonduvad seisuveekogumid, nende keemiline (KESE) ja ökoloogiline (ÖSE) seisund ning ebasoodsa seisundi põhjused Eesti pinnaveekogumite seisundi 2018. aasta ajakohastatud vahehindangu järgi on toodud Tabelis 3 (Altoja et al. 2019).

**Tabel 3. Põhjaveekogumiga seotud seisuveekogumid, nende seisund ning test 3 tulemus**

ÖSE VMK							
pinnaveekogu mi nimi	2013-2018	ÖSE põhjus	KESE VMK 2013-2014	KESE mitte hea näitaja	lähim seirekaev	saasteaine põhjaveekogumis	test 3
Järise järv	kesine	looduslik eripära, kinnikasvamine	hindamata	puudub			hea, kõrge usaldusväärsus
Karujärv	kesine	kõrge pH halvendas seisundit	halb	Hg elustikus	13097; 8666	lähimates kaevudes pole Hg mõõdetud, kogumi kaevudest kokku vaid üks proov, mis jäi allapoole labori mp-d 0,015 µg/l	hea, madal usaldusväärsus
Koigi järv	kesine	toitained, kinnikasvamine	hindamata	puudub	12356	lähimas seirekaevus NH <sub>4</sub> ja NO <sub>3</sub> madalad (vastavalt 0,06 mg/l ja 0,2 mg/l), fosfori sisaldust pole määratud.	hea, madal usaldusväärsus

Seotud seisuveekogumitest on põhjaveest potentsiaalselt pärineda võivate saasteainete tõttu mitteheas seisundis Karujärv ja Koigi järv (tabel 3). Karujärves põhjustab halba keemilist seisundit elavhõbeda sisaldus elustikus. Lähimates põhjavee seirekaevudes pole elavhõbeda sisaldust vaatlusperioodil mõõdetud, põhjaveekogumi peale on vaatluskaevudest vaid üks elavhõbeda proov, mille sisaldus jäi allapoole labori määramispiiri. Koigi järve kesise ökoloogilise seisundi põhjus on toitained. Lähimas seirekaevus katastri numbriga 12356 on NH<sub>4</sub> ja NO<sub>3</sub> vaatlusperioodi keskmised sisladused madalad (vastavalt 0,06 mg/l ja 0,2 mg/l), fosfori sisaldust pole määratud. Seisuveekogumite analüüsil on põhjaveekogumi seisund test 3 alusel hea, kuid madala usaldusväärsusega, kuna Hg ja kõikide toiteainete sisaldusi pole lähimates seirekaevudes põhjaveest määratud.

**Test 3 alusel on põhjaveekogumi seisund hea**, kuna põhjavees on seisuveekogudes probleeme valmistavate saasteainete kohta vähe andmeid on **hinnangu usaldusväärsus madal**.

Test 4. Test põhjaveekogumi keemilise seisundi hindamiseks seotud maismaaökosüsteemidest lähtuvalt

Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on Lõuka allikasoo, Kallaste- Odalätsi allikasood, Viidumäe allikasood ja Sõrve poolsaare allikasood. Seotud PSMÖS-id kuuluvad Natura 2000 alade nimistusse, elupaikade üldseisund on väga hea ja elupaigatüüpideks on madalsoo, allikasoo, soometsad ja mõõkrohusoo (Terasmaa et al. 2015). Kuna maismaaökosüsteemid, mille seisund on Natura soolupaikade hindamise kriteeriumide alusel halvem kui hea põhjaveekogumis puuduvad, on põhjaveekogum test 4 alusel **heas seisundis, hinnangu usaldusväärsus 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 Saaremaa 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 Saaremaa põhjaveekogumi looduslik ressurss (126090 m<sup>3</sup>/d) on suurem kui põhjavee kinnitatud tarbeveevaru (10100 m<sup>3</sup>/d). Seetõttu hinnatakse testis 6 üldist põhjaveevõttu 2017. ja 2018. aastal (vastavalt 3998 ja 4121 m<sup>3</sup>/d) võrreldes neid põhjaveekogumi loodusliku ressursiga. 2018. a seisuga on loodusliku kasutatava vaba vee hulk 121969 m<sup>3</sup>/d.

**Lähtuvalt eelnevast on Test 6 tulemusena Siluri Saaremaa 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 vooluveekogumid on Lõve jõgi (Lõve; 1173500\_1), Pidula jõgi (Pidula; 1168900\_1), Pähkla jõgi (Pähkla; 1165100\_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

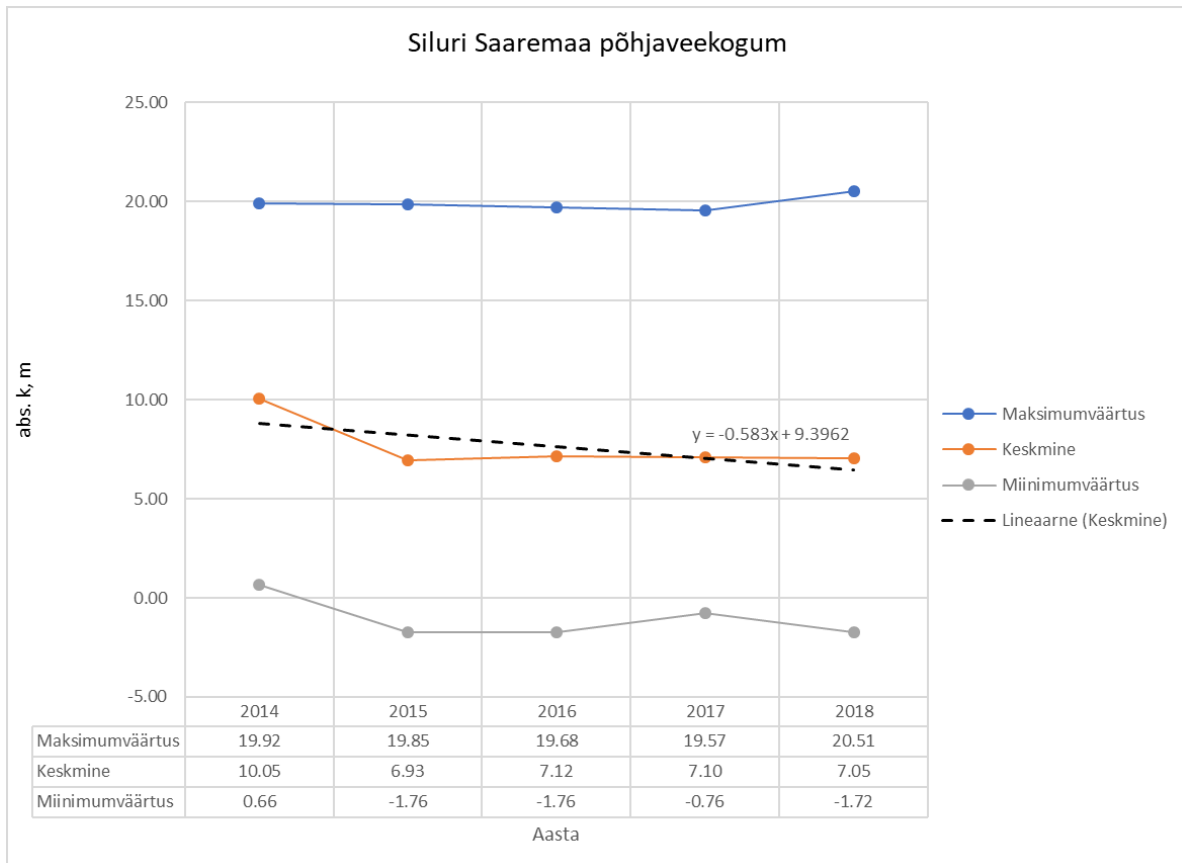
Põhjaveekogumiga seotud maismaaökosüsteemid on Lõuka allikasoo, Kallaste- Odalätsi allikasood, Viidumäe allikasood ja Sõrve poolsaare allikasood. Seotud PSMÖS-id kuuluvad Natura 2000 alade nimistusse, elupaikade üldseisund on väga hea ja elupaigatüüpideks on madal-soo, allikasoo, soometsad ja mõõkrohused (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 usaldusväärsus on kõrge.**

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

Test 1 tulemusena (Tabel 1) selgus, et kahes seirekaevus (12700 ja 17039) ületab perioodi keskmine Cl sisaldus (vastavalt 380,9 ja 298,4 mg/l) Siluri Saaremaa põhjaveekogumile kehtestatud läviväärtuse 500 mg/l.

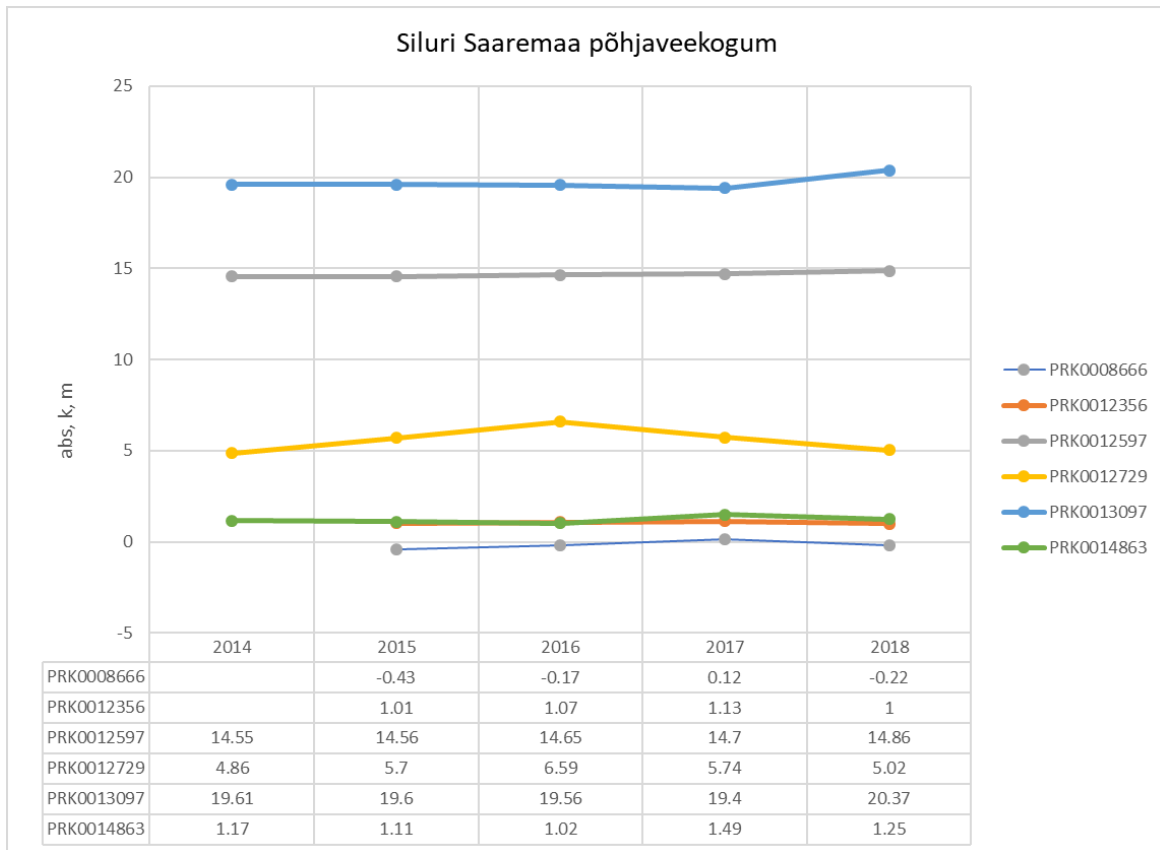
Lähtuvalt meetodikast, hinnatakse seetõttu veetasemete trende seirekaevudes.

Hindamisperioodi aastakeskmise veetasemete muutus on negatiivse trendiga (Joonis 6).



**Joonis 6. Hindamisperioodi põhjavee survetaseme muutuse suurus ning trend Siluri Saaremaa põhjaveekogumis**

Kuna üldine veetasemete trend on langev, siis vaadatakse põhjaveekogumite seisundi edasiseks hindamiseks, kas veetasemete langus ja Cl tõus leiab aset samas piirkonnas. Üksikute kaevude veetase on praktiliselt muutusteta või positiivse trendiga (Joonis 7). Põhjaveekogumi üldise trendi viib negatiivseks seirekaevude 8666 ja 12356 andmete lisandumine alates 2015. aastast, kuna veetase neis kaevudes on kõige madalam võrreldes teistega.



**Joonis 7. Veetasemet muutus Siluri Saaremaa põhjaveekogumi üksikutes seirekaevudes**

Kuna CI tõusu piirkonnas ei ole täheldatav põhjaveetasemete langust ning üldine põhjaveekogumi langutrend on põhjustatud uute andmete lisandumist poole aruandlusperioodi sees, siis on **Siluri Saaremaa põhjaveekogumi seisund test 9 tulemusena hea. Testi usaldusväärsus on kõrge.**