OÜ Eesti Geoloogiakeskus
HÜDROGEOLOOGIA OSAKOND

Eesti-Vene piiriveekogude kaitse ja kasutamise ühiskomisjoni XIX istungi protokolli **lisa 11**

Приложение 11
к протоколу XIX заседания Российско-Эстонской совместной комиссии по охране и использованию трансграничных вод

Eesti–Venemaa piiriüleste põhjavete seire ja nende seisund

Rein Perens
Eesti Geoloogiakeskus

Мониторинг и состояние Эстонско-Российских трансграничных подземных вод

Рейн Перенс
Эстонский Геологический Центр

Tallinn 2016

Таллинн 2016

Sisukord

Sissejuhatus		3
1.	Lühiülevaade Eesti põhjaveeseire läbiviimise metoodikast	3
2.	Piiriüleste veekihtide hüdrodünaamiline režiim	4
	Voronka veekiht	4
	Ordoviitsiumi–Kambriumi veekiht	6
	Ordoviitsiumi veekompleks	7
3.	Põhjaveevõtt ja kinnitatud põhjaveevaru	11
4.	Veekihtide hüdrokeemiline režiim	13
	Järeldused	14

GRAAFILISED LISAD	34
Graafiline lisa 1. Geoloogilis-hüdrogeoloogiline läbilõige Peipsi järvest Soome laheni	35
Graafiline lisa 2. Piiriülese põhjavee seire vaatluspunktide asukohaskeem	36
Graafiline lisa 3. Programmialal kinnitatud põhjaveevaru asukohaskeem	37
Graafiline lisa 4. Piiriülese põhjavee tehnogeensete mõjurite asukohaskeem	38

Sissejuhatus

Piiriülese põhjavee seire all mõistetakse hüdrogeoloogiliste tööde kompleksi, mis on suunatud naaberriikidega ühisele veevõtu reguleerimisele, st piiriülese põhjavee haldamisele.

Eesti-Vene piirialadel tuleb selliseks veeks lugeda:
Lomonossovi–Voronka veekiht (L–V),
Ordoviitsiumi–Kambriumi veekiht (O–Ca)
Ordoviitsiumi veekompleksi (O)

Põhja–lõunasuunaline skemaatiline hüdrogeoloogiline läbilõige on esitatud graafilisel lisal 1.

Võttes arvesse, et Eesti-Vene piirialadel on hüdrogeoloogilised tingimused keerulised, saab põhjavee ratsionaalse kasutamise ja kaitse põhiülesandeid edukalt lahendada ning veekihtide kooskasutamise vastastikust mõju piirialadel hinnata põhjaveeseire läbiviimise, põhjaveeseire vaatlusvõrgu paigutuse ja vaatluste reeglite ühiste nõuete alusel.

1. Lühiülevaade Eesti põhjaveeseire läbiviimise metoodikast

1. Seire tihedus

1.1. Põhjaveetasemete seire minimaalne tihedus sügaval lasuvate surveliste põhjaveekihtide puhul on 1 kord kuus, surveta veekihtide puhul 1–3 korda kuus.

Nii surveliste kui ka surveta veekihtide põhjaveetasemete seiret tehakse käesoleval ajal suuremas osas vaatluskaevudesse paigaldatud automatiseeritud põhjaveetasemete mõõteseadmete abil, tihedusega 8 korda ööpäevas.

1.2. Põhjavee keemilise koostise näitajaid määratakse 1 kord aastas. Sealjuures määratakse laboris NH_4, NO_2, NO_3, Na, K, Ca, Mg, Fe^{2+}, $Fe_{üld.}$, Cl, SO_4, HCO_3, F sisaldus ja hapenduvus. Veeproovi võtmise ajal määratakse põhjavee elektrijuhtivus ja pH. Valikuliselt analüüsitakse ohtlike ainete: trikloroeteeni, tetrakloroeteeni, 1-aluseliste fenoolide, naftasaaduste ja benseeni sisaldust põhjavees.

Põhjavee raskmetallide (Hg, Cd, Pb, As) sisaldust määratakse 1 kord kahe-kolme aasta järel.

2. Põhjaveevõtt

Põhjaveevõtu andmed esitatakse aruandeaastal kuupmeetrites ööpäevas ja koosnevad:

- veehaardepuurkaevude veevõtust, kui veevõtt ületab 5 m^3/ööpäevas. Veevõtt on jaotatud linnade, maakondade ja põhjaveekihtide kaupa;
- põlevkivikaevanduste ja -karjääride veeärastusest;
- ehitusmaterjalide karjääride veeärastusest.

3. Põhjavee tarbevaru

Põhjavee tarbevaru andmed esitatakse kuupmeetrites ööpäevas ja koosnevad:

- põhjaveemaardla nimetusest ja asukohast, mis on kinnitatud Eesti keskkonnaministri käskkirjaga;
- kinnitatud põhjavee tarbevaru suurusest linnade, maakondade ja põhjaveekihtide kaupa;
- põhjavee tarbevaru kinnitamise kuupäevast.

Piiriäärsel alal on 27 vaatlusvõrgu vaatluspunkti. Põhjaveetasemete seiret tehakse 25 vaatluskaevul, sh 21 vaatluspunkti on seadistatud põhjaveetasemete andmete kogumise automaatsüsteemiga. Põhjavee keemiliste analüüside veeproove võetakse 12 vaatluskaevust. 2014. aastal võeti täiendavalt 9 vaatluskaevust veeproovid keemiliseks analüüsiks. Vaatluspunktide asukohaskeem on näidatud graafilisel lisal 2.

2. Piiriüleste veekihtide hüdrodünaamiline režiim

Voronka veekiht

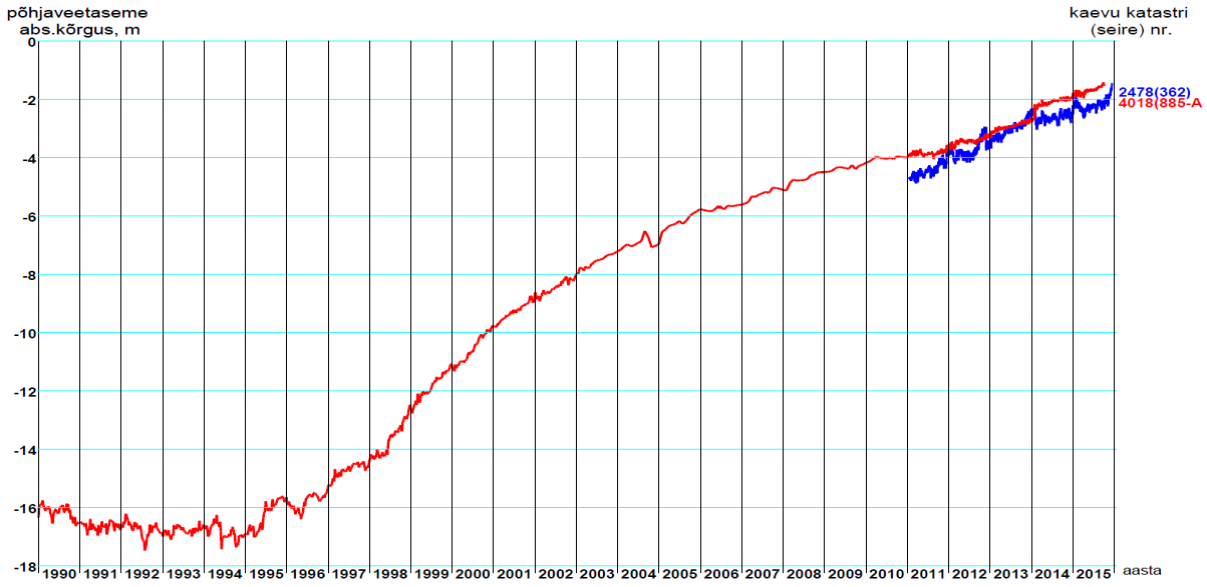
Voronka (Lomonossovi) veekiht paikneb Ida-Viru ja Lääne-Viru maakonna territooriumil. Käesoleval ajal on veekihi veetase 3–17 m allpool meretaset, kusjuures kõikides veehaaretes täheldatakse survepinna mõningast tõusu. Veekihi keskmine paksus on 27 m. Vee looduslik voolamise suund on lõunast põhja, Soome lahes oleva väljeala poole.

Põhjavesi infiltreerub vähesel määral allpool lasuvasse Gdovi põhjaveekihti. Põhjaveekiht on oluline veevarustuse tagamise seisukohast, sest lisaks hajaasustuse kaevudele omab ta kinnitatud põhjavee tarbevaruga suuremaid ühisveehaardeid peaaegu kõikides Ida-Virumaa linnades ja asulates. Rannikuäärsel alal on põhjaveekogumi vesi sageli ainus ühisveevarustuses kasutatav põhjavesi.

Kambriumi–Vendi Voronka põhjaveekogumi koguselise seisundi hindamise aluseks on viie riikliku põhjavee ülevaateseire puurkaevu põhjaveetasemete andmed. (lisa 1).

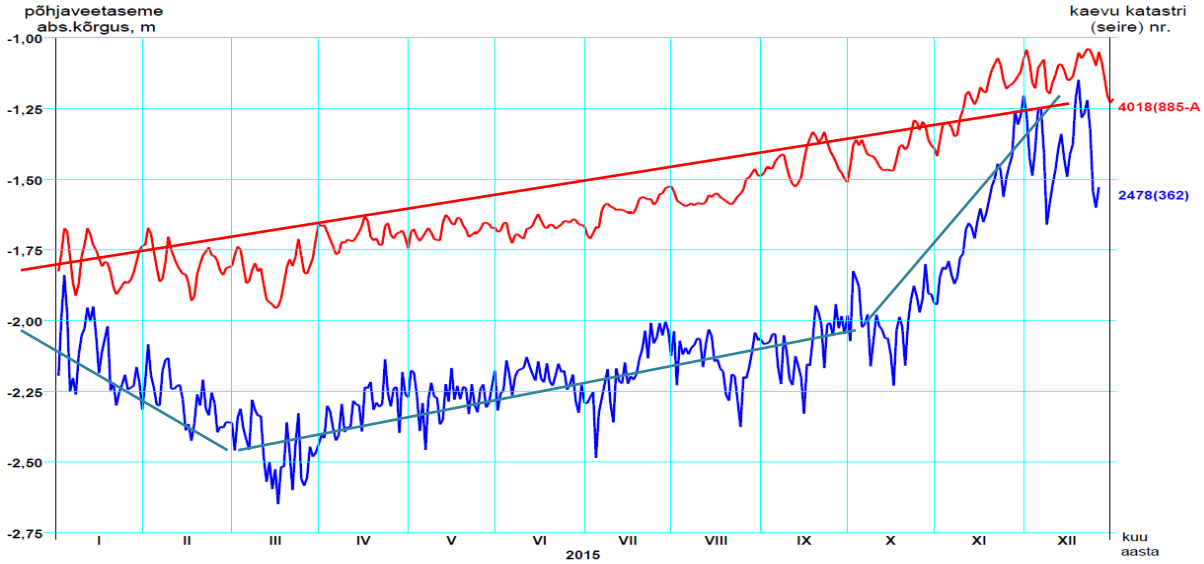
Veevõtt toimub kinnitatud põhjaveevarude piires, millega on välditud põhjavee liigvähendamine. Suuremates veehaaretes Kohtla-Järvel, Jõhvis, Sillamäel ja Narva-Jõesuus on veevõtt käesoleval sajandil vähenenud. Selle tulemusena on põhjavee survepind tõusnud, mis tähendab põhjaveevaru taastumist ja veekihi koguselise seisundi paranemist.

Vk 2478 on alates 1990. põhjaveetase püsivalt tõusnud (joonis 1). Alates 1997. a on veevõtt Voronka põhjaveekogumist vähenenud, mis avaldubki ligikaudu 15 m veetaseme tõusus.



Joonis 1. Voronka veekihi põhjaveetaseme muutused vaatluskaevudes 2478 ja 4018 aastatel 1990–2015.
Рис. 1. Изменения уровня подземных вод Воронковского водоносного горизонта в наблюдательных скважинах 2478 и 4018 за 1990–2015 гг.

Vk 2478 veetaseme muutuse võib 2015. a jagada kolme perioodi: jaanuarist – märtsi keskpaigani veetaseme alanemine 0,5 m, märtsi keskpaigast – oktoobri keskpaigani veetaseme tõus 0,3 m ja alates oktoobri keskpaigast – detsembri lõpuni veetaseme tõus 0,6 m. Vaatluskaevus 4018 tõusis veetase 2015. a vältel ühtlaselt 0,7 m (joonis 2).

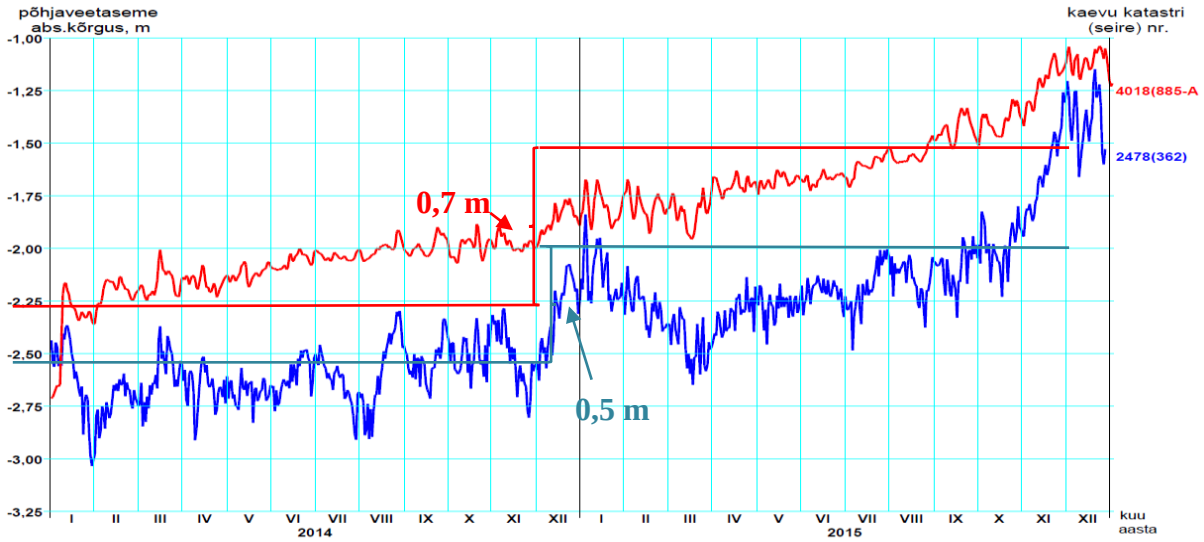


Joonis 2. Voronka veekihi põhjaveetaseme muutused vaatluskaevudes 2478 ja 4018 aastal 2015.
Рис.2. Изменения уровня подземных вод Воронковского водоносного горизонта в наблюдательных скважинах 2478 и 4018 за 2015 г.

Kuus korra mõõdetavates vaatluskaevudes: 2198 (Sillamäe) – tõusis veetase aastas ühtlaselt. Jaanuarist maini oli veetase stabiilne, seejärel tõusis hüppeliselt 8 m, jäädes sellele tasemele aasta lõpuni.

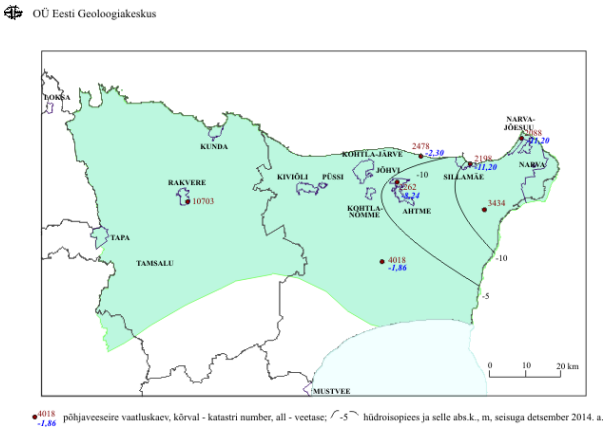
Vaatluskaevus 2088 tõusis 2015. a jaanuaris veetase 1,5 m, seejärel alanes kuni augusti keskpaigani 2,5 m. Alates augustist aasta lõpuni vk 2088 veetase tõusis 3,2 m.

Kambriumi–Vendi Voronka põhjaveekogumi keskmine veetase vk 2478 oli 2015. a võrreldes 2014. a tõusnud 0,5 m (joonis 3).



Joonis 3. Kambriumi–Vendi Voronka põhjaveekogumi põhjaveetaseme muutus vaatluskaevudes 2478 ja 4018 aastatel 2014–2015.
Рис. 3. Изменения уровня подземных вод Воронковского водоносного горизонта Кембро-Венда в наблюдательных скважинах 2478 и 4018 за 2014–2015 гг.

Intensiivse veevõtu piirkondades on moodustunud kohalikud survepinna alanduslehtrid (joonis 4).



Joonis 4. Voronka veekihi vaatluskaevude asendiplaan ja Voronka veekihi hüdroisopieesid.
Рис. 4. Расположение наблюдательных скважин Воронковского водоносного горизонта и гидроизопьезы Воронковского водоносного горизонта.

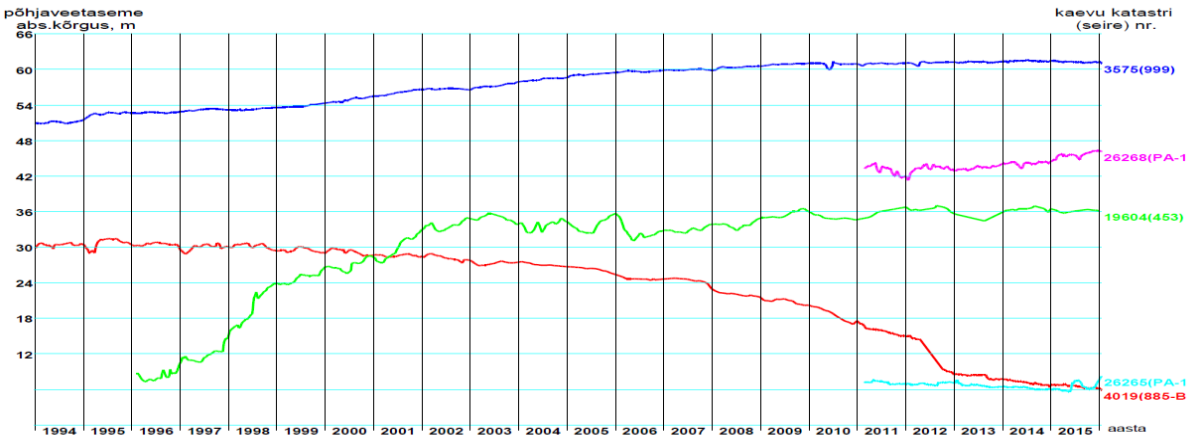
Käesoleval ajal ei ole koguselise seisundi seire puurkaevudes veetaseme muutused ja veevõtt põhjustanud soolase või muu vee sissetungi. Voronka põhjaveekihi koguselise seisundi võib lugeda heaks.

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekiht

Ordoviitsiumi–Kambriumi põhjaveekiht ulatub Loksa–Viljandi joonest itta kuni Narva jõeni. Põhjavee survepind ulatub Pandivere kõrgustikul 70 m üle merepinna. Pandivere kõrgustikult väheneb survepinna absoluutkõrgus igas suunas radiaalselt tasemele 20–30 m üle merepinna. Põhjaveekihi paksus suureneb lõuna suunas. Vettandvate kivimite keskmine paksus on 23 m.

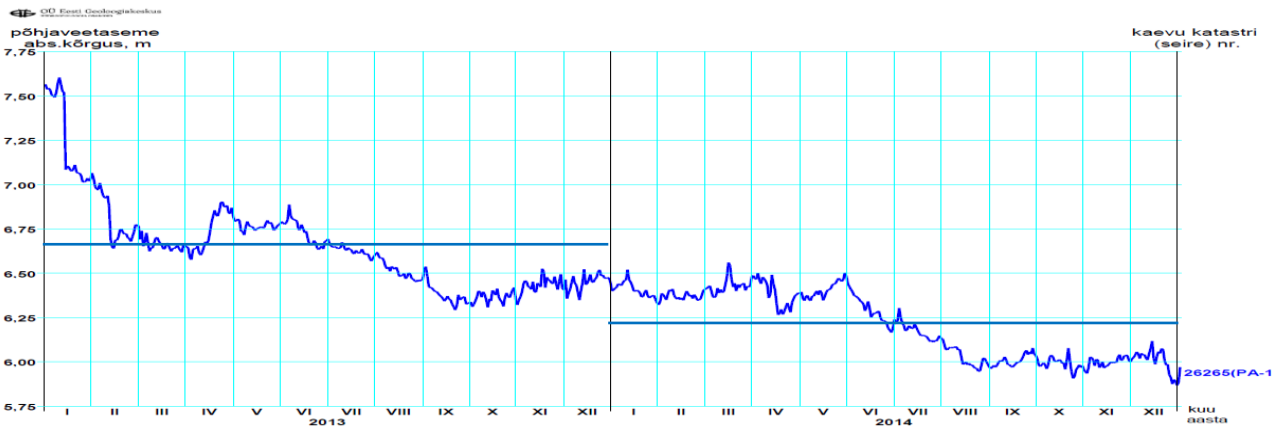
Põhjavee looduslik liikumissuund on Pandivere kõrgustikult radiaalselt igas suunas. Põhjaveevool infiltreerub vähesel määral allpool lasuvatesse põhjaveekihtidesse. Põhjavesi on surveline ja hästi kaitstud reostuse eest.

Vaatluskaevudes on põhjaveetase olnud kas stabiilne, langenud või tõusnud (joonis 5). Põhjaveetaseme languse põhjuseks on veevõtu suurenemine piirkonnas ja Ordoviitsiumi põhjaveekihtide kuivendamine põlevkivikaevanduse poolt. Ordoviitsiumi veekihtide kuivendamise tõttu on vähenenud Ordoviitsiumi–Kambriumi põhjaveekihi toitumine.



Joonis 5. Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi põhjaveetaseme muutus vaatluskaevudes 3575, 26268, 19604, 26265 ja 4019 aastatel 1994–2015.
Рис. 5. Изменения уровня подземных вод Ордовико–Кембрийского водоносного горизонта в наблюдательных скважинах 3575, 26268, 19604, 26265 и 4019 за 1994–2015 гг.

Vaatluskaevu 26265 (joonis 6) on veetase 2015. a vältel langenud 0,6 m võrra. Keskmised veetasemed olid 2014. a veetasemetest 0,4 m võrra madalamad.



Joonis 6. Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi põhjaveetaseme muutus vaatluskaevus 26265 aastatel 2014–2015.
Рис. 6. Изменения уровня подземных вод Ордовико–Кембрийского водоносного горизонта в наблюдательной скважине 26265 за 2014–2015 гг.

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi koguselise seisundi võib lugeda heaks.

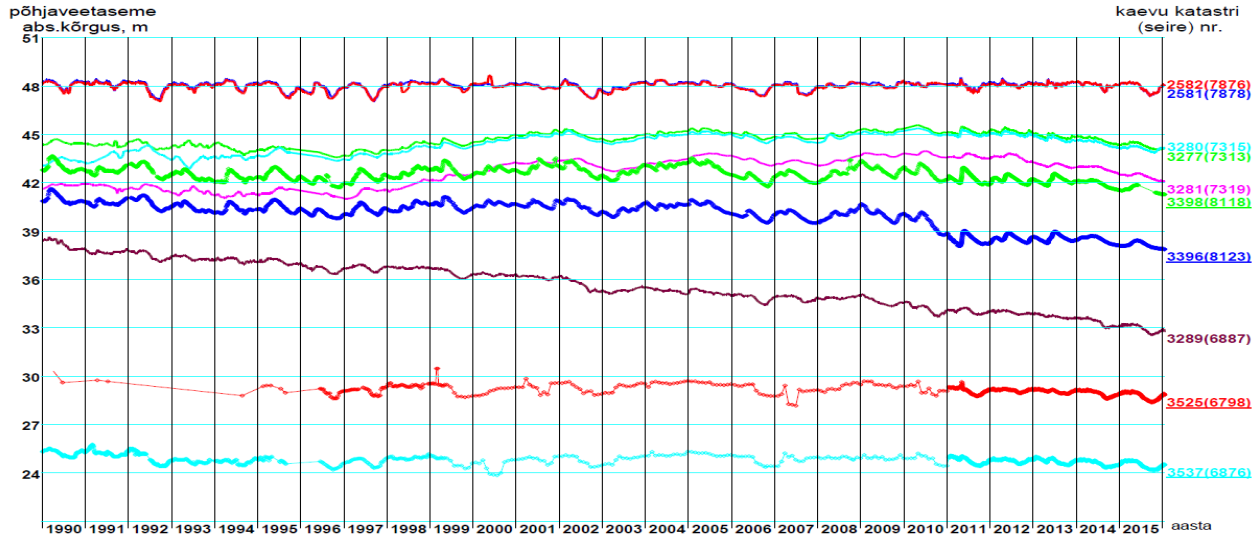
Ordoviitsiumi veekompleks

Ordoviitsiumi veekompleks paikneb lubjakivides ja dolomiitides. Põhjavee survepind jälgib suures osas maapinna reljeefi ja suuremal osal põhjaveekompleksi alast on põhjavee survepind 1–3 m sügavusel maapinnast.

Põhjaveekompleksi paksus suureneb lõuna suunas, olles Põhja-Eesti klindil 8–10 m kuni 80–90 meetrini Peipsi järve ääres. Põhjaveekompleks toitub avamusalal läbi pinnakatte infiltreeruvast sademeveest.

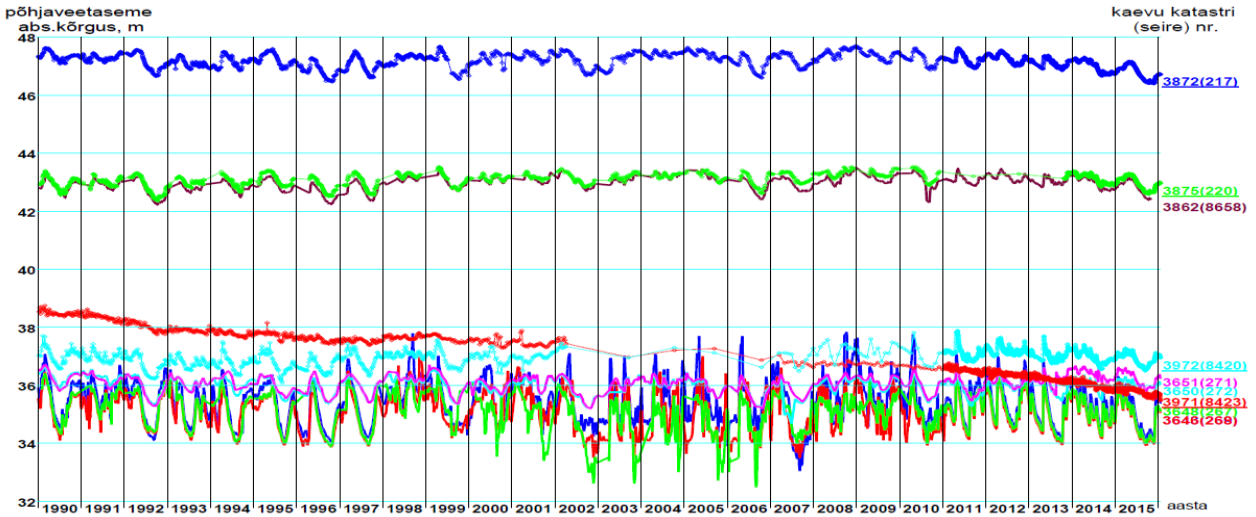
Ida-Viru põlevkivikaevandustest põhja pool lasuv veepide praktiliselt puudub. Põlevkivikaevandustest lõuna pool on laia levikuga ka Kesk-Devoni Narva lademe sporaadiliselt vett andev veekiht, mis kohati moodustab lasuva veepideme.

Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi seirepuurkaevude veetasemed ei ole aastatel 1990–2015 oluliselt muutunud. Enamikus vaatluskaevudes on pikaajaline veetasemete trend olnud stabiilne või siis langev (joonis 7). 24 aasta vältel on veetase nendes vaatluskaevudes langenud vahemikus 3,5–6 m. Kõik eelpool nimetatud vaatluskaevud asuvad kaevandusväljade mõjutsoonis.



Joonis 7. Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi veetaseme pikaajalised muutused vaatluskaevudes 2582, 2581, 3280, 3277, 3281, 3398, 3396, 3289, 3525 ja 3537 aastatel 1990–2015.

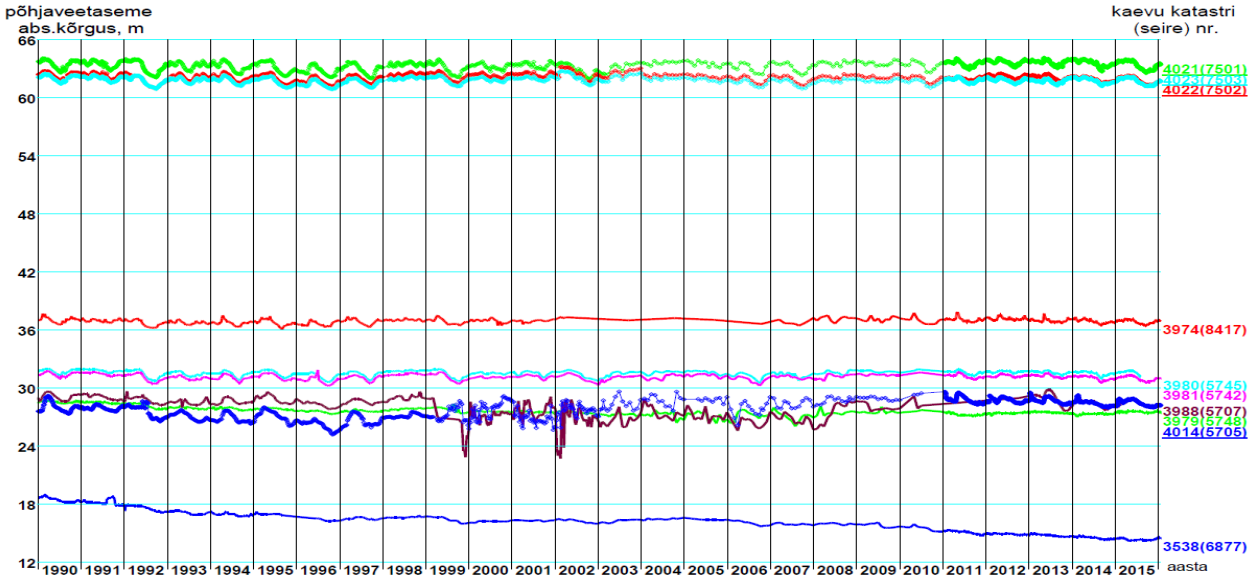
Рис. 7. Многолетние изменения уровня подземных вод Ордовикского водоносного комплекса в наблюдательных скважинах 2582, 2581, 3280, 3277, 3281, 3398, 3396, 3289, 3525 и 3537 за 1990–2015 гг.



Joonis 8. Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi veetaseme pikaajalised muutused vaatluskaevudes 3872, 3875, 3862, 3972, 3651, 3650, 3971, 3648 ja 3646 aastatel 1990–2015.

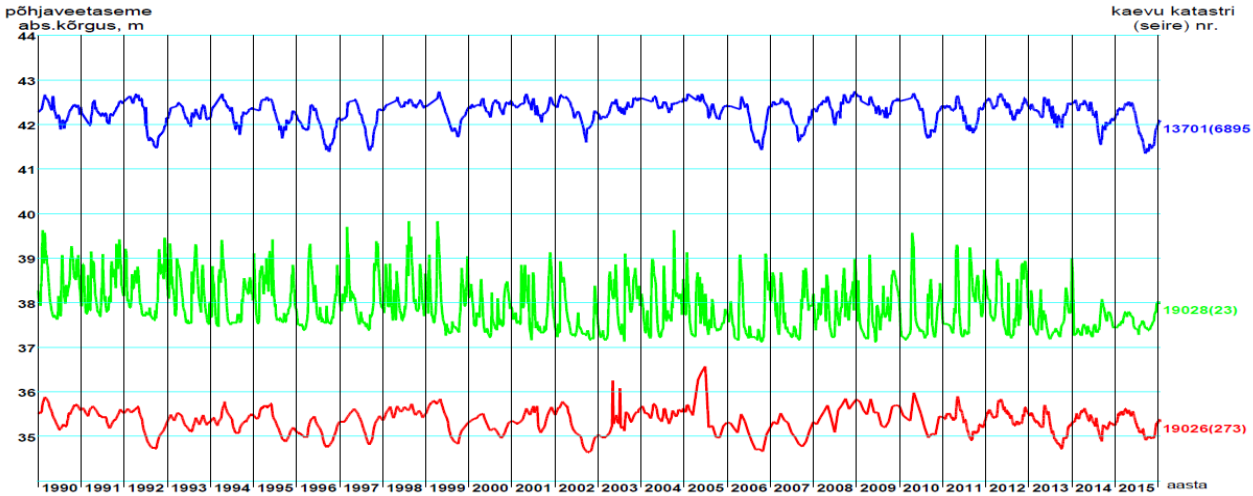
Рис. 8. Многолетние изменения уровня подземных вод Ордовикского водоносного комплекса в наблюдательных скважинах 3872, 3875, 3862, 3972, 3651, 3650, 3971, 3648 и 3646 за 1990–2015 гг.

Peamiselt on veetaseme muutused seotud põhjavee loodusliku toitumise muutustega, oluline inimmõjust tulenev veetaseme alanemine puudub (joonised 9 ja 10).



Joonis 9. Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi veetaseme pikaajalised muutused vaatluskaevudes 4021, 4023, 4022, 3974, 3980, 3981, 3988, 3979, 4014 ja 3538 aastatel 1990–2015.

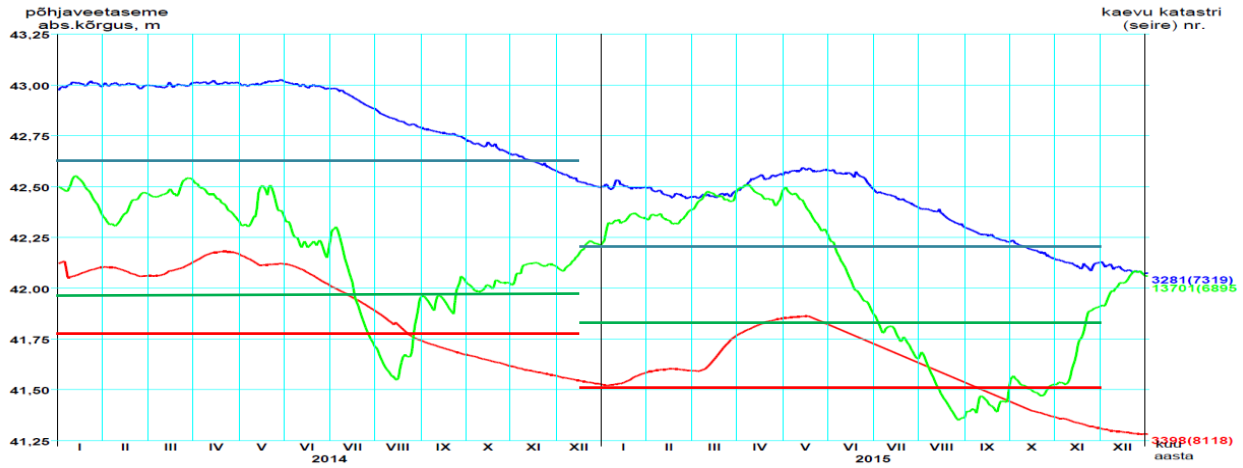
Рис. 9. Многолетние изменения уровня подземных вод Ордовикского водоносного комплекса в наблюдательных скважинах 4021, 4023, 4022, 3974, 3980, 3981, 3988, 3979, 4014 и 3538 за 1990–2015 гг.



Joonis 10. Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi veetaseme pikaajalised muutused vaatluskaevudes 1370, 19028 ja 19026 aastatel 1990–2015.

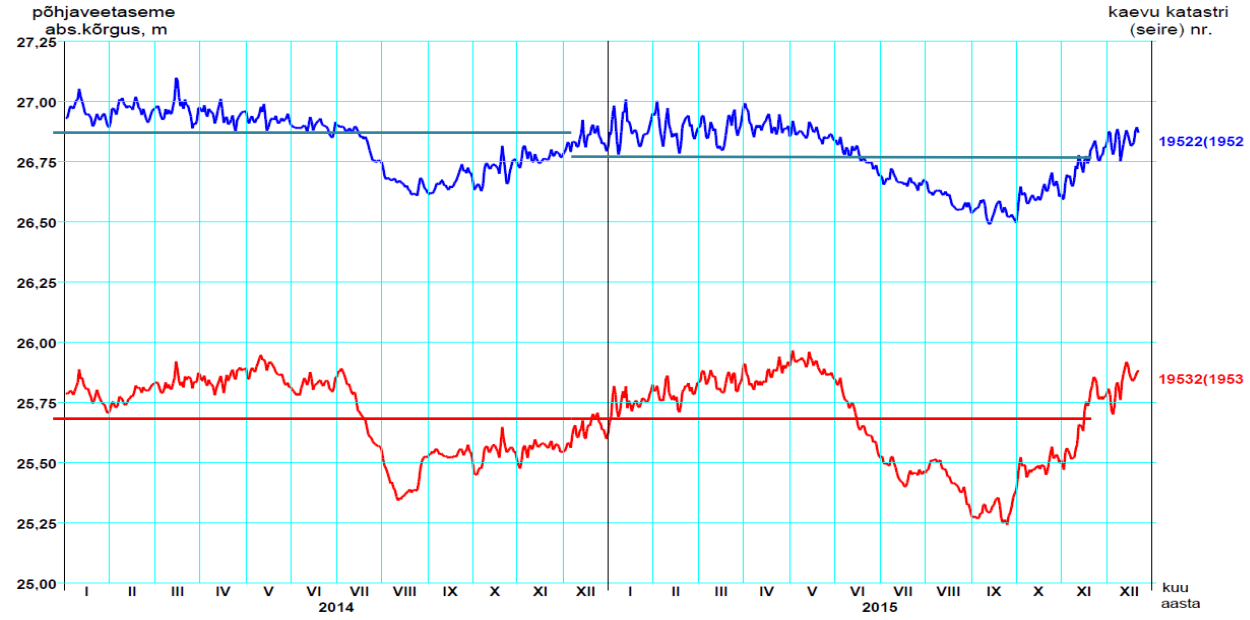
Рис. 10. Многолетние изменения уровня подземных вод Ордовикского водоносного комплекса в наблюдательных скважинах 1370, 19028 и 19026 за 1990–2015 гг.

Vaatluskaevudes kat numbriga 3281, 13701 ja 3398 on põhjaveetase esimesed viis-kuus kuud aastas olnud tõusva trendiga (joonis 11). 2015. aasta keskmine veetase vaatluskaevudes 3281, 13701 ja 3398 oli 0,1–0,4 m võrra madalam 2014. aasta keskmisest veetasemest.



Joonis 11. Ordoviitsiumi põhjaveekompleksi veetaseme muutused 2014.–2015. a vaatluskaevudes 3281, 13701, 3398.
Рис. 11. Изменения уровня подземных вод Ордовикского водоносного комплекса за 2014–2015 гг. в наблюдательных скважинах 3281, 13701 и 3398.

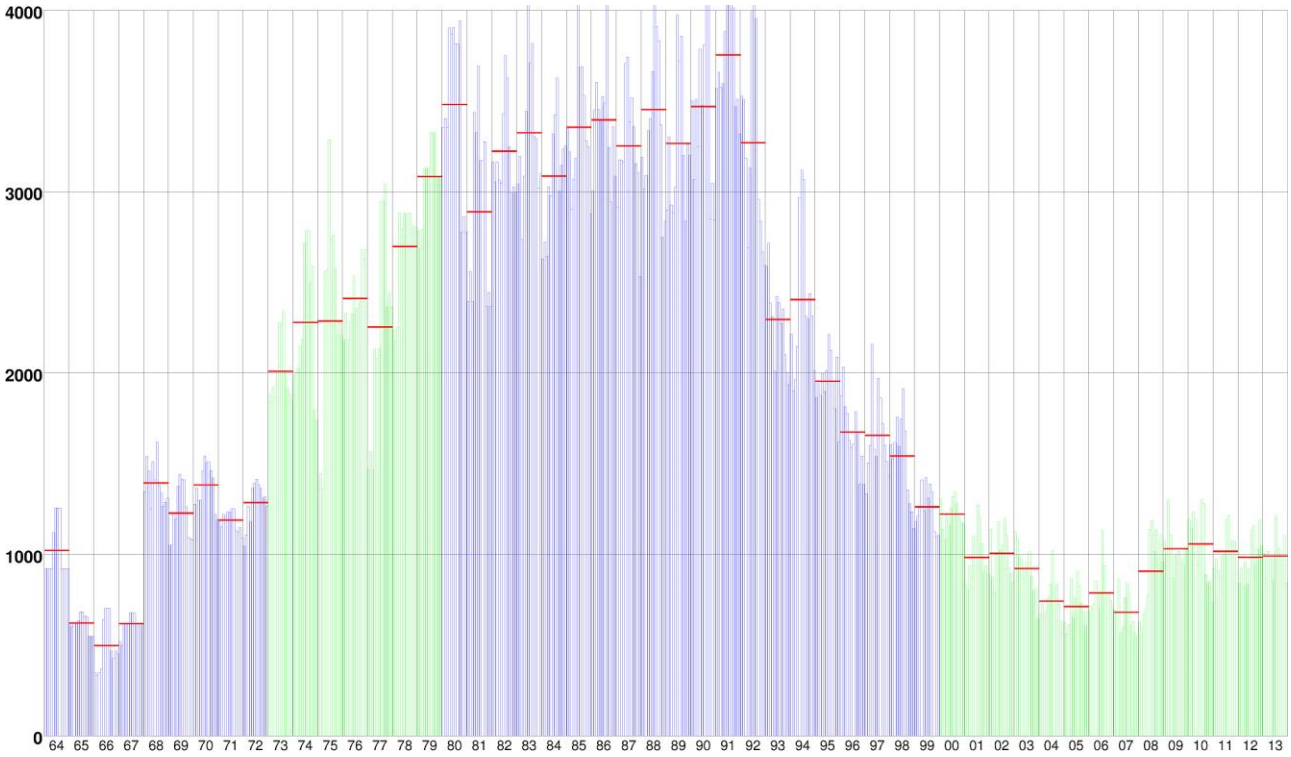
2015. a keskmine veetase on vk. 19522 langenud 0,2 m, vk. 19532 jäänud samale tasemele võrreldes 2014. a veetasemega (joonis 12).



Joonis 12. Veetaseme muutused vaatluskaevudes 19522 ja 19532 aastatel 2014–2015.
Рис. 12. Изменения уровней подземных вод в наблюдательных скважинах 19522 и 19532 за 2014–2015 гг.

3. Põhjaveevõtt ja kinnitatud põhjaveevaru

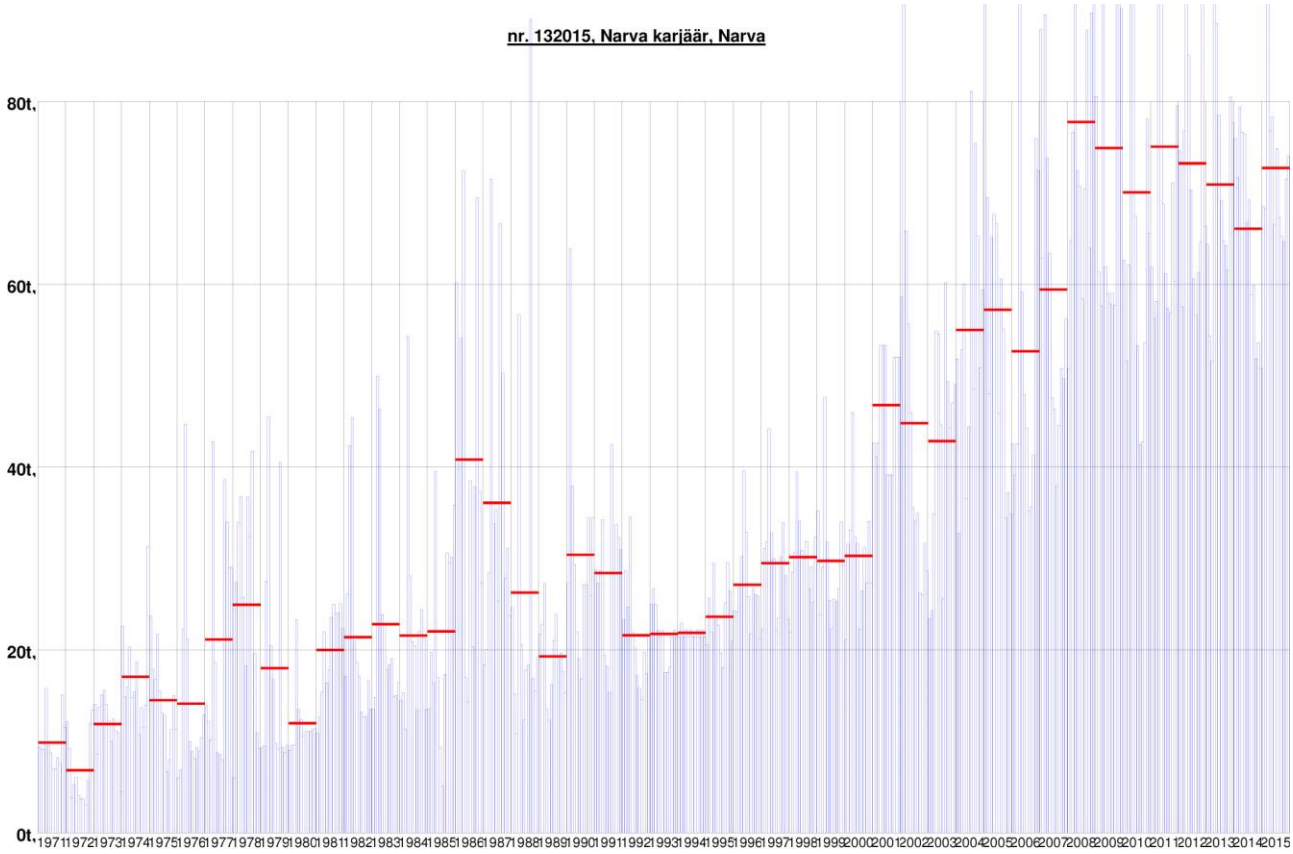
Voronka põhjaveekogumi vett kasutab suur hulk veehaardeid, mis asuvad nii kaldajoone ligidal (Toila, Sillamäe ja Narva-Jõesuu) kui ka sellest 10–15 km lõuna pool (Narva, Voka, Oru,). Summaarne veevõtt aastatel 1954–2010 moodustas 503,303 · 10^6 m³. Viimastel aastatel on täheldatud veevõtu vähenemist, mistõttu registreeritud veevõtt moodustab enamasti alla kolmandiku kinnitatud põhjaveevarust. Nii on Narva linna kinnitatud põhjaveevaru 3500 m^3 ööpäevas, veevõtt valdavalt 70–120 m^3 ööpäevas, Narva-Jõesuus 1000–1100 m^3 ööpäevas, kinnitatud põhjaveevaru 2500 m^3 ööpäevas, Sillamäel 2200–2800 m^3 ööpäevas, kinnitatud põhjaveevaru 6500 m^3 ööpäevas (joonis 13).



Joonis 13. Narva-Jõesuu linna veevõtt aastatel 1964–2015.
Рис. 13. Водоотбор в городе Нарва-Йыесуу за период 1964–2015.

Põhjaveevõtu andmed puurkaevudest on esitatud lisas 10 ja kinnitatud põhjaveevaru lisas 7. Kinnitatud põhjaveevaruga veehaarete asukohad on esitatud graafilisel lisal 3 ja suuremate veehaarete paiknemine graafilisel lisal 4.

Töötavate kaevanduste ja karjääride veetaseme alandamiseks pumbatakse vett välja rohkem kui 34 pumplast, ühtekokku 400 000–700 000 m³/d, sõltuvalt aasta sademeterikkusest. Vee väljapumpamine praegu töötavates karjäärides ja kaevanduses enamasti aastatega kasvab kogumispinna suurenemise ja vee juurdevoolu tõttu suletud kaevandustest. Kaevandustest ja karjääridest väljapumbatavast veest moodustab enamiku sademevesi, mis muidu auruks või jõgedega ära voolaks. Narva karjääridest väljapumbatavast veest on hinnanguliselt kuni 80 % sademetevesi (joonis 14)



Joonis 14. Veekõrvaldus Narva põlevkivikarjääridest aastatel 1971–2015.
Рис. 14. Изменение шахтного водоотлива из карьеров горючих сланцев Нарва за период 1971–2015.

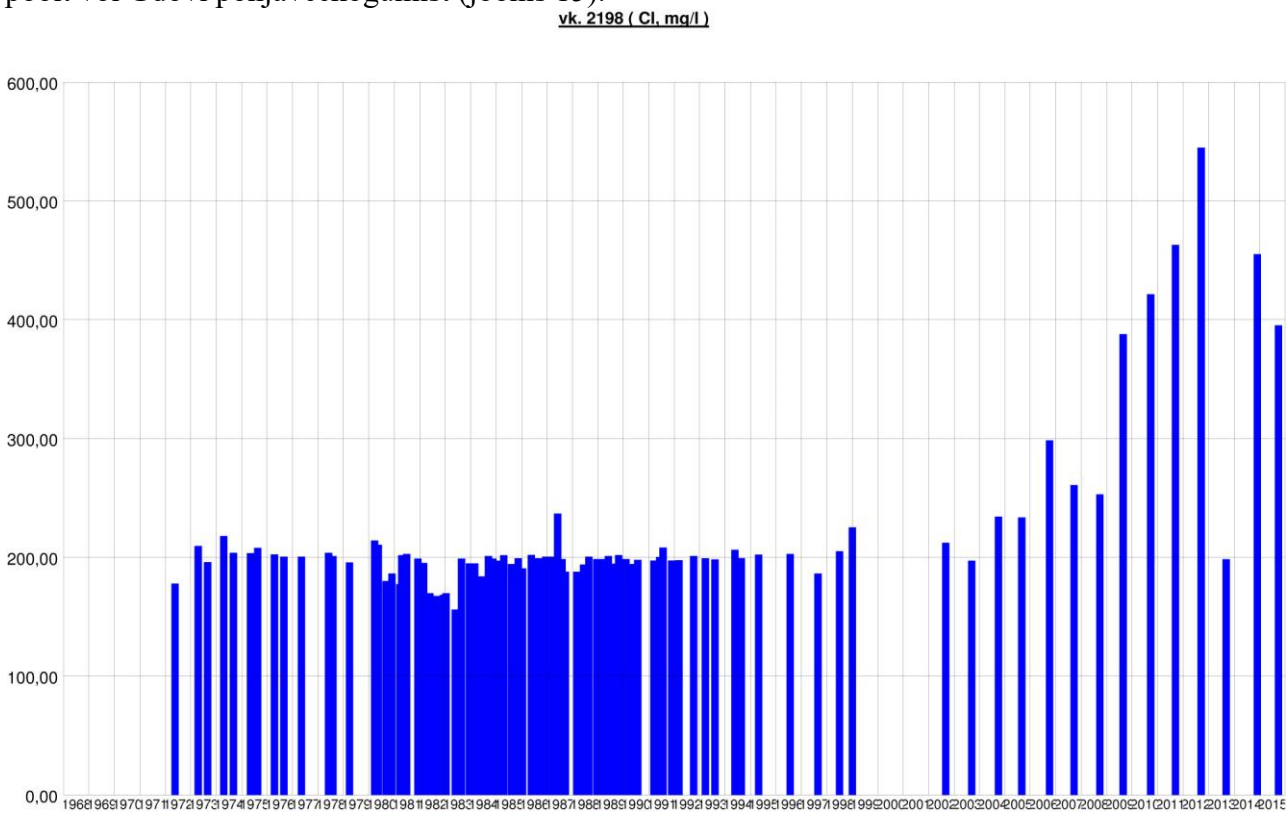
Andmed Narva põlevkivikarjääride asukoha kohta on esitatud graafilisel lisal 4 ja väljapumbatava veekoguse kohta aastatel 2014–2015 on esitatud lisas 5.

4. Veekihtide hüdrokeemiline režiim

Ordoviitsiumi veekompleks. Võetud veeproovide andmetel oli veekompleksi põhjavee keemiline koostis valdavalt vesinikkarbonaatne, vees lahustunud mineraalainete sisaldusega 0,3–1,2 g/l. Tehnogeensete faktorite mõjul on suurenenud sulfaatide sisaldus kuni 500 mg/l (lisa 11).

Ordoviitsiumi–Kambriumi veekihi põhjavee keemiline koostis on mitmekesine, sõltudes peamiselt vettandvate kivimite lasumussügavusest. Suvel võetud veeproovide andmetel oli veekompleksi põhjavee keemiline koostis stabiilne ja vastas joogiveele esitatavatele nõuetele (lisa 11).

Voronka põhjaveekogumi keemilise koostise jälgimiseks võeti vastavalt programmile veeproove 5 vaatluskaevust. Keemiliselt koostiselt vastab Voronka veekihi põhjavesi valdavalt joogivee kvaliteedinõuetele. Põhjavee Na^+- ja Cl^--sisaldus on pindalaliselt muutuv ja oleneb mattunud ürgorgude levikust. Kloriidide sisalduse muutlikkus Sillamäel vajab detailsemad uurimist: kas on tegemist ainult vaatluskaevu veega või laiemate muutustega; kas soolaka vee intrusioon tuleb mere poolt või Gdovi põhjaveekogumist (joonis 15).

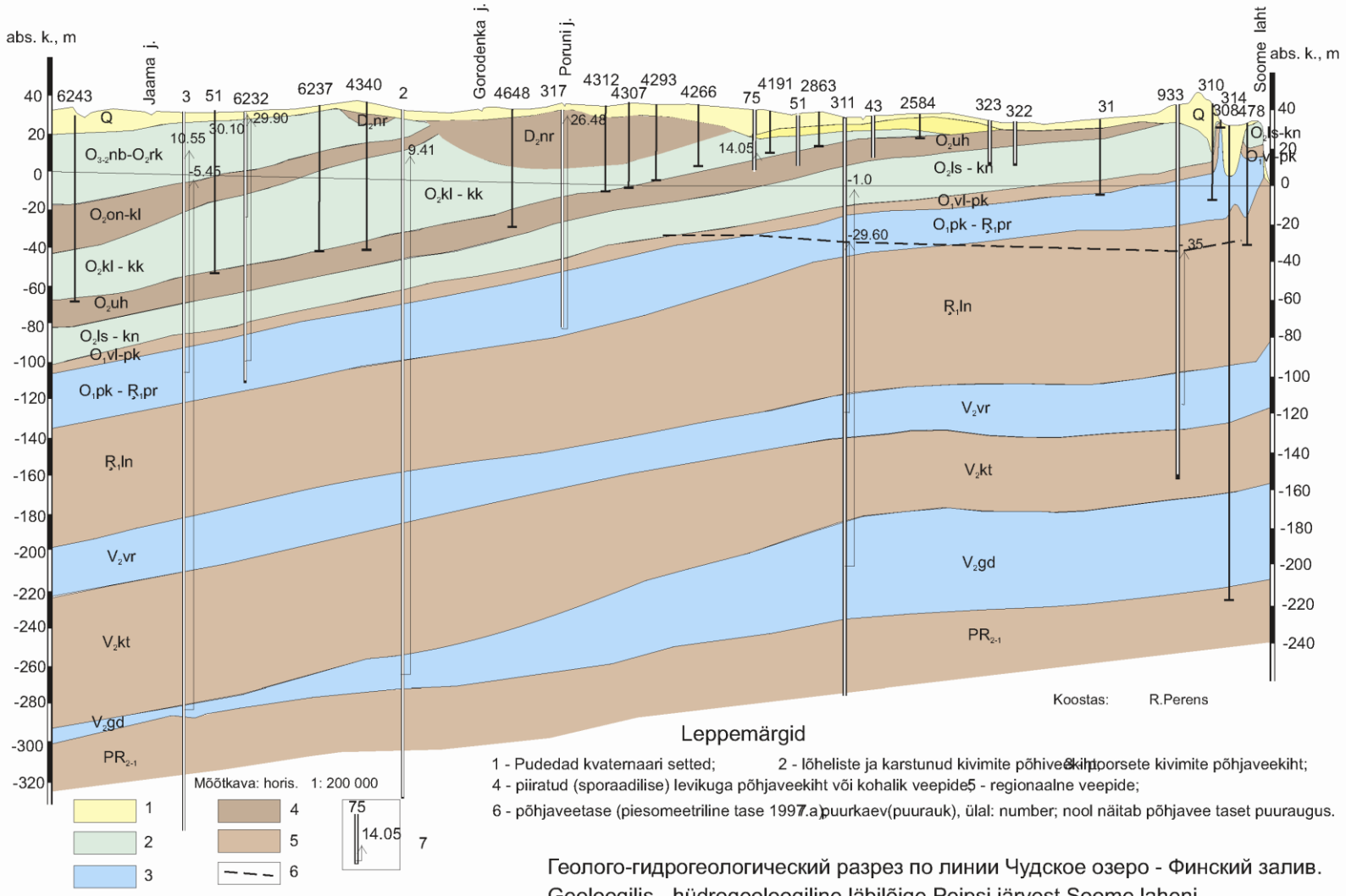


Joonis 15. Kloriidide sisalduse muutus Voronka veekihis Sillamäel 1972.–2015. a.
Рис. 15. Изменение содержания хлоридов воды Воронкоско–Ломоносовского водоносного горизонта в г. Силламяэ в 1972–2015 гг.

Järeldused:

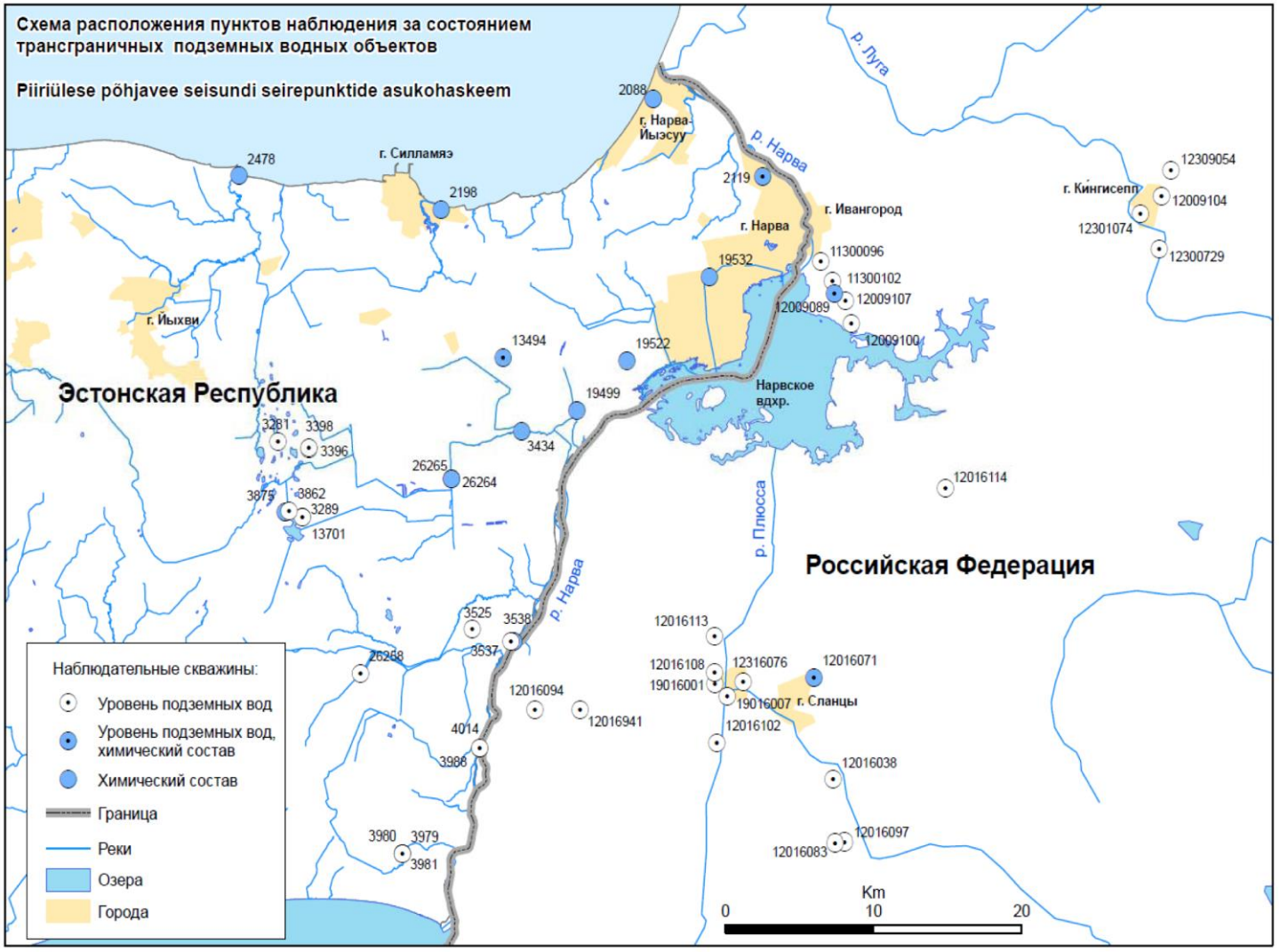
- Hüdrodünaamiline mõju Ordoviitsiumi–Kambriumi ja Ordoviitsiumi vekihtidele on tingitud kaevanduste ja karjääride veeärastusest.
- Põhjavee ühise kasutamise ja veeärastuse hüdrodünaamiline mõju ilmneb kõige selgemalt Lomonossovi–Voronka veekihi kooskasutamisel.
- Käesoleval ajal jääb see ühine mõju lubatu piiresse.
- Siiski võib iga järsk veevõtu muutus nimetatud veekihist, mida kummagi poole initsiatiivil võidakse ette võtta, põhjustada väga kiiresti põhjaveevaru märgatava ammendumise veekihis või põhjavee kvaliteedi halvenemise teise poole mõnedes piirkondades.

GRAAFILISED LISAD



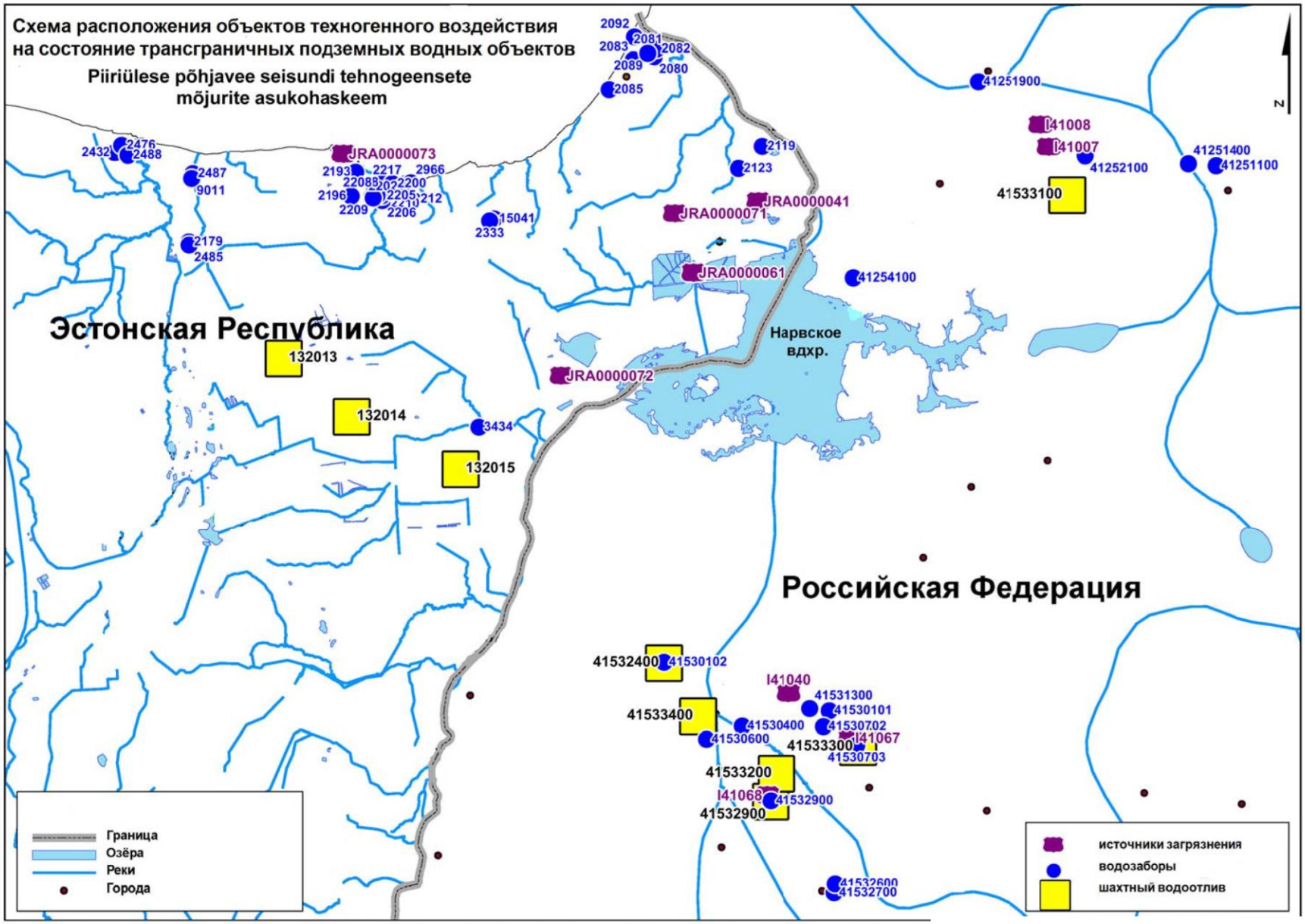
Геолого-гидрогеологический разрез по линии Чудское озеро - Финский залив.
Geoloogilis - hüdrogeoloogiline läbilõige Peipsi järvest Soome laheni.

Graafiline lisa 1
Графическое приложение 1



Graafiline lisa 2
Графическое приложение 2

Graafiline lisa 3
Графическое приложение 3



Graafiline lisa 4
Графическое приложение 4