



EESTI GEOLOOGIAKESKUS
Hüdrogeoloogia osakond

KINNITAN

Eesti Geoloogiakeskuse

direktor

Vello Klein

“ “

2003. a.

Riiklik reg. nr. GL-03-45

Rein Perens, Maile Polikarpus

**Raplamaa Kehtna valla Linnaaluste küla Männiku talu
puurkaevu reostuse päritolu määramine**

Teadusdirektor

Jaan Kivisilla

Tallinn, 2003

ANNOTATSIOON

R. Perens, M. Polikarpus. Raplamaa Kehtna valla Linnaaluste küla Männiku talu puurkaevu reostuse päritolu määramine. Eesti Geoloogiakeskus. Hüdrogeoloogia osakond. Tallinn, 2003. Tekst 29 lk. (Keskkonnaministeerium, EGK)

Töö on tehtud Eesti Vabariigi Keskkonnaministeeriumi tellimusel. Töö eesmärgiks on selgitada välja Raplamaa Kehtna valla Linnaaluste küla Männiku talu puurkaevu väidetava reostuse päritolu.

Lähteülesande täitmiseks võeti töö käigus Männiku talu puurkaevust ja selle lähinaabruses olevate talude (Kungla, Maasikmäe, Kunilepa, Lauri-Vanakõrtsi) puurkaevude veest analüüsid NO_3^- , NO_2^- , oksüdeeritavuse (PHT) ning NH_4 määramiseks. Lisaks võeti nimetatud talude puurkaevude veest täiendavad proovid rauasisalduse määramiseks. Keava raba mõju selgitamiseks suurendati ammoniumisisalduse ja vee oksüdeeritavuse määrangute arvu ka teistes Linnaaluste küla kaevudes.

Männiku talu kaevu vett väidetavalt reostavates punktides tehti värvuskatsed selleks otstarbeks ette nähtud värvaine – fluorestseiiniga. Põhjavee liikumise suuna määramiseks nivelleeriti kõikide uuritavas piirkonnas asuvate puurkaevude põhjavee tase, mis võimaldas koostada täpse hüdroisohüpside kaardi ning määrata põhjavee hüdraulilise gradiendi ja liikumise suuna.

Kõiki saadud tulemusi arvestades koostati käesolev aruanne, millega selgitati ühemõtteliselt nii Linnaaluste küla kui Männiku talu puurkaevu vee halva kvaliteedi põhjus. Üheski kaevus antropogeenset reostust ei tuvastatud. Praktiliselt kõikide uuritud puurkaevude, sealhulgas ka Männiku talu kaevu vee halb kvaliteet on põhjustatud kõrvalasuva Keava raba mõjust.

Projekti juht

Rein Perens

SISUKORD

	lk.
SISSEJUHATUS	4
1. GEOLOOGILINE EHITUS JA HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED	5
2. PÕHJAVEE KVALITEEDI HINDAMINE	11
2.1. Põhjavee kvaliteedi hindamise kriteeriumid	11
2.2. Põhjavee reostuskaitstus	23
2.3. Reostusallikate iseloomustus	24
2.4. Värvuskatsed põhjavee võimalike reostusallikate selgitamiseks	25
KOKKUVÕTE	27
KASUTATUD KIRJANDUS	29
TEKSTILISAD	30
1. Lähteülesanne	31
2. 25.08.2003 võetud proovide vee üldanalüüsi (NH ₄ , NO ₂ , NO ₃ , Fe ²⁺ , Fe _{üld} , PHT) tulemused	32
3. 17.09.2003 võetud proovide vee üldanalüüsi (NH ₄ , NO ₂ , NO ₃ , Fe ²⁺ , Fe _{üld} , PHT) tulemused	33
4. Vee analüüsi kvaliteedinäitajate korratavus	34

SISSEJUHATUS

Töö on tehtud vastavalt Eesti Vabariigi Keskkonnaministeeriumi tellimusele ja lepingule K-11-1-2003/1004 25.juulist 2003. a. Vastavalt lähteülesandele (lisa 1) on töö eesmärgiks selgitada välja Raplamaa Kehtna valla Linnaaluste küla Männiku talu puurkaevu väidetava reostuskolde (reostuskollete) asukoht, kasutades värvusanalüüsi.

Töö tellimine on ajendatud Kehtna valla Linnaaluste küla Männiku talu elaniku proua Lemmi Karmo korduvatest pöördumistest kaebekirjadega küll Riigikogu Keskkonnakomisjoni, õiguskantsleri, Sotsiaalministeeriumi kui ka Keskkonnaministeeriumi poole, millistes ta väidab, et rikutakse tema inimõigusi – õigust puhtale veele. Hoolimata Keskkonnainspektsiooni korduvatest kontrollreididest Linnaaluste küla Männiku talu kontrollimaks proua Lemmi Karmo kaevu vee halva kvaliteedi põhjuseid, ei ole varem suudetud ühemõtteliselt välja selgitada puurkaevu reostuse pärimist.

2002. aastal teostas osäühing PST KESKKOND Keskkonnainspektsiooni tellimisel Raplamaa Kehtna valla Linnaaluste küla talukaevude reostusprobleemide uuringu. Ka siis oli uuringute aluseks Männiku talu joogivee halva kvaliteedi tunnused, mille põhjustajateks väideti olevat Kungla ja Maasikmäe talu loomapidamistingimused. Välitööd tegi ja eksperthinnangu koostas mäeinsener-hüdrogeoloog A.-L. Treialt. Uuring põhineb praktiliselt samade puurkaevude veeproovide analüüsil, mis käesolev aruanne. Ka töö kokkuvõttes esitatud järeldused on igati põhjendatud ja erinevad vähe käesoleva tööga saadud tulemustest. Täheledatakse, et Kungla ja Maasikmäe loomapidamine ei mõjuta Männiku talu kaevuvee kvaliteeti. Ammooniumi kõrgendatud sisaldust on A.-L. Treialt seletanud ammooniumveepaakide lekkimisega, PHT ja kõrge rauasisaldus on aga temalgi seostatud Keava rabast tuleneva põhjavee toitega.

2002. aasta detsembris puuris OÜ SALVEESIA proua Karmole uue puurkaevu sügavusega 15 m, kuid ka selle puurkaevu vesi oli joogiveele lubatud sisaldusest kõrgema ammooniumi- ja rauasisaldusega ning PHT väärtusega.

Käesolev aruanne põhineb kahes järgus – 25. augustil ja 17. septembril võetud veeproovide analüüsil. Veeproovid võeti pärast manteltorus seisnud vee väljapumpamist. Läbipumpamise käigus mõõdeti vee elektrijuhtivust, temperatuuri, pH ja vees lahustunud hapniku sisaldust. Veeproov võeti pärast nende näitajate stabiliseerumist. Analüüsid on tehtud EAK poolt akrediteeritud Eesti Geoloogiakeskuse laboris (registreerimisnumber L 093). Analüüside meetodika ja alumine

määramispiir on toodud analüüsi tulemuste juures (lisa 2 ja 3). Analüüsi korratavus tuleneb meetodi valideerimisprotokollide sätetest (lisa 4). Reostust on hinnatud sotsiaalministri 2001. aasta 31. juuli määrusega nr. 82 kehtestatud nõuetest lähtuvalt. Autorid on võrdluseks esitanud ka joogiveeallikana kasutada kavatsetava põhjavee II kvaliteediklassi näitajate piirväärtused (sotsiaalministri 2. jaanuari 2003. a. määruse nr. 1 lisa 2).

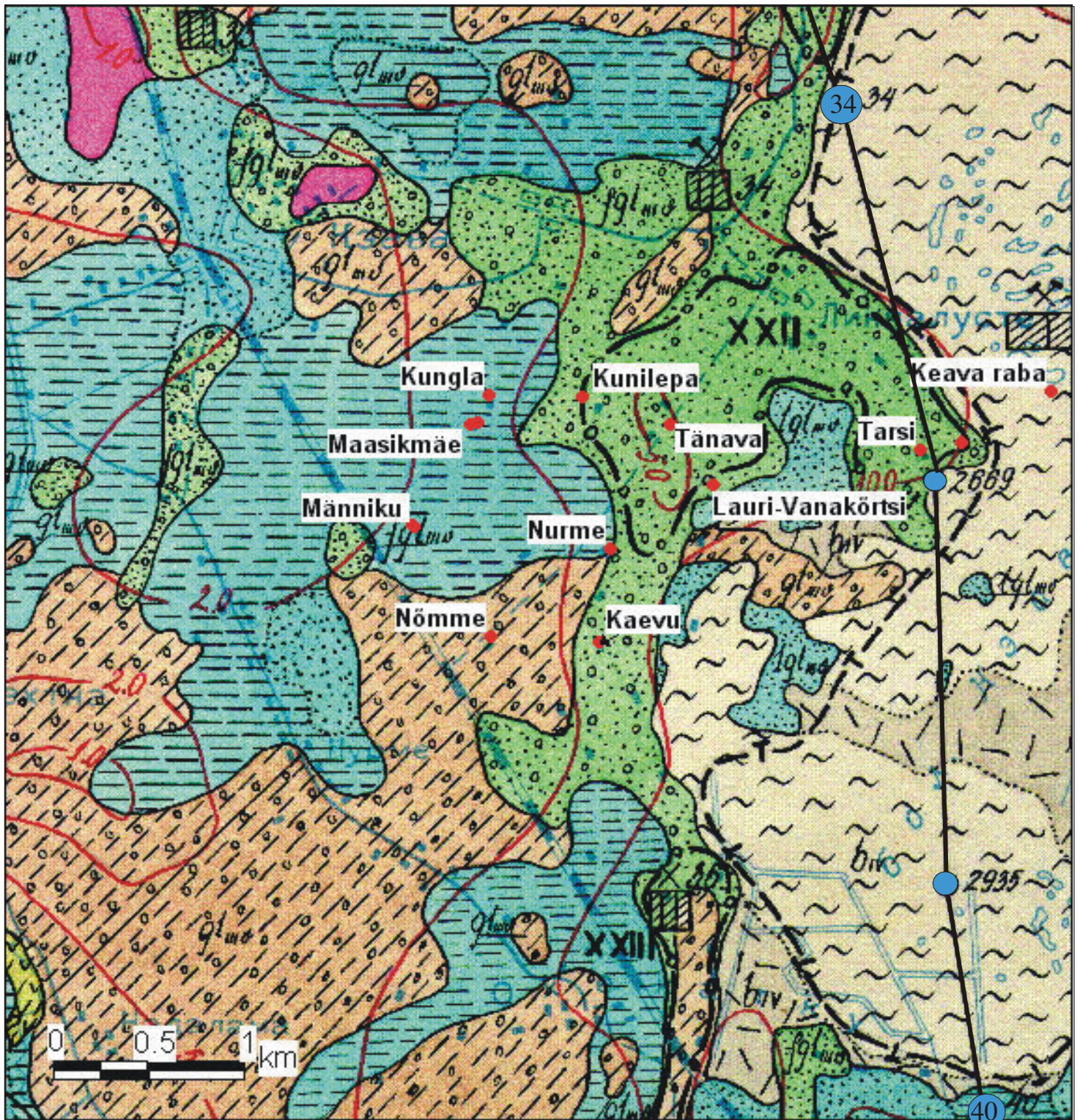
Värvuskatsed tehti väidetavate reostusallikate selgitamiseks. Põhjavee liikumise suuna määramiseks nivelleeriti suurkaevude veetaseme absoluutkõrgused. Välitöödel osalesid projekti juht Rein Perens, vanemhüdrogeoloog Andreas Schmied, geoloog Mati Lelgus ja hüdrogeoloog Maile Polikarpus. Veeanalüüsid tegid EAK poolt akrediteeritud Eesti Geoloogiakeskuse labori analüütikud V. Kalašnikova ja N. Balabina. Aruande teksti kirjutas Rein Perens, arvutigraafika teostas Maile Polikarpus ja teksti vormistas Kaja Zavitskaja.






1. GEOLOOGILINE EHITUS JA HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Uuritava piirkonna geoloogilise ja hüdrogeoloogilise ehituse põhijooned on üsna täpselt selgitatud juba 70ndate aastate algul tehtud geoloogilis-hüdrogeoloogilise kaardistamise mõõtkavas 1:50 000 käigus (Jõgi jt., 1973). Käesoleva aruande koostamisel on neid kaarte ja läbilõikeid lühendatud ja mugandatud kujul kasutatud tekstijooniste koostamisel iseloomustamiseks piirkonna geoloogilise ja hüdrogeoloogilise ehituse omapära ega ole peetud vajalikuks kõiki kaartidel ja läbilõigetel kujutatud elemente leppemärkidega ära seletada.

Männiku talu paikneb Harju lavamaa lõunaservas. Maapinna reljeef on suhteliselt hästi liigestatud. Männiku, Kungla ja Maasikmäe talu paiknevad õhukese pinnakattega kohalike jääpaisjärvede abrasiooni-akumulatsioonitasandikul, uuritava piirkonna idapoolne osa jääb põhjalõunasuunalisele Keava oosile (joonis 1). Läänepoolse tasandikulise ala maapinna absoluutsed kõrgused jäävad piiridesse 65–68 m. Keava oosi nõlvad on küllaltki laued (3–5°). Oosi lael ulatuvad absoluutsed kõrgused üle 80 m, oosist ida ja kagu poole jääva Keava raba absoluutne kõrgus ulatub 72 meetrini. Paiknedes Kuusiku ja Vigala jõe vahel, kujutab uuritav piirkond kohalikku veelahet, kus pinnavesi esineb vaid Keava raba piiravates kraavides.

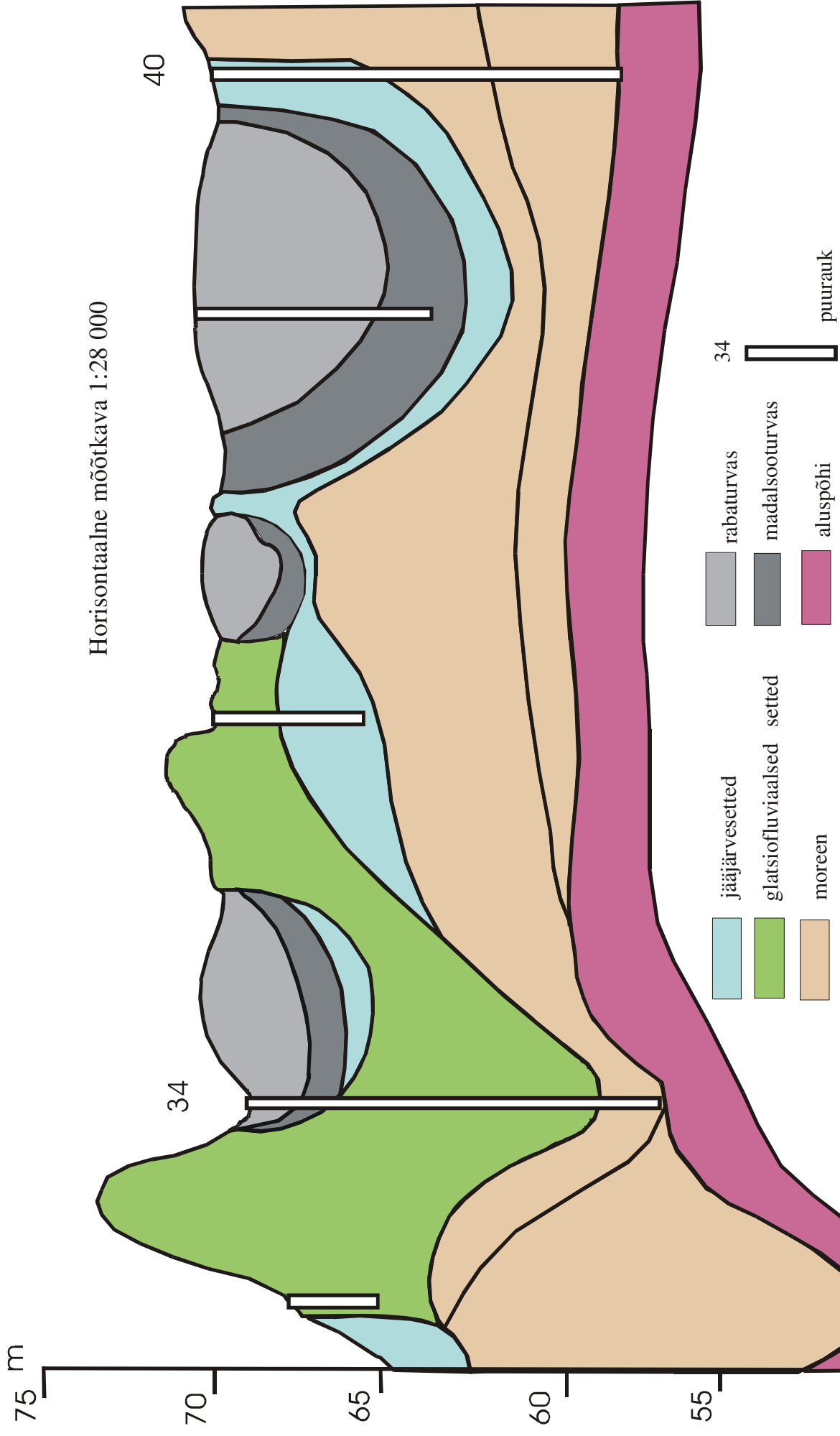
Uuritava ala pinnakatte geoloogilises ehituses on enamvähem võrdselt esindatud soosetted, jääjärvesetted, glatsiofluviaalsed setted ja moreen (joonis 2). Pinnakatte paksus on valdavalt 2–5 m, Keava oosi ja raba piires 5–10 m. Kuna jääjärve liivsavist koosnevad setted ja moreen on väga väikese veeandvusega ja kujutavad endast pigem kohalikke veepidemeid, siis võib põhjavee esinemist pinnakattes seostada eelkõige soosetete veega ja glatsiofluviaalsete setete veega (joonis 3).



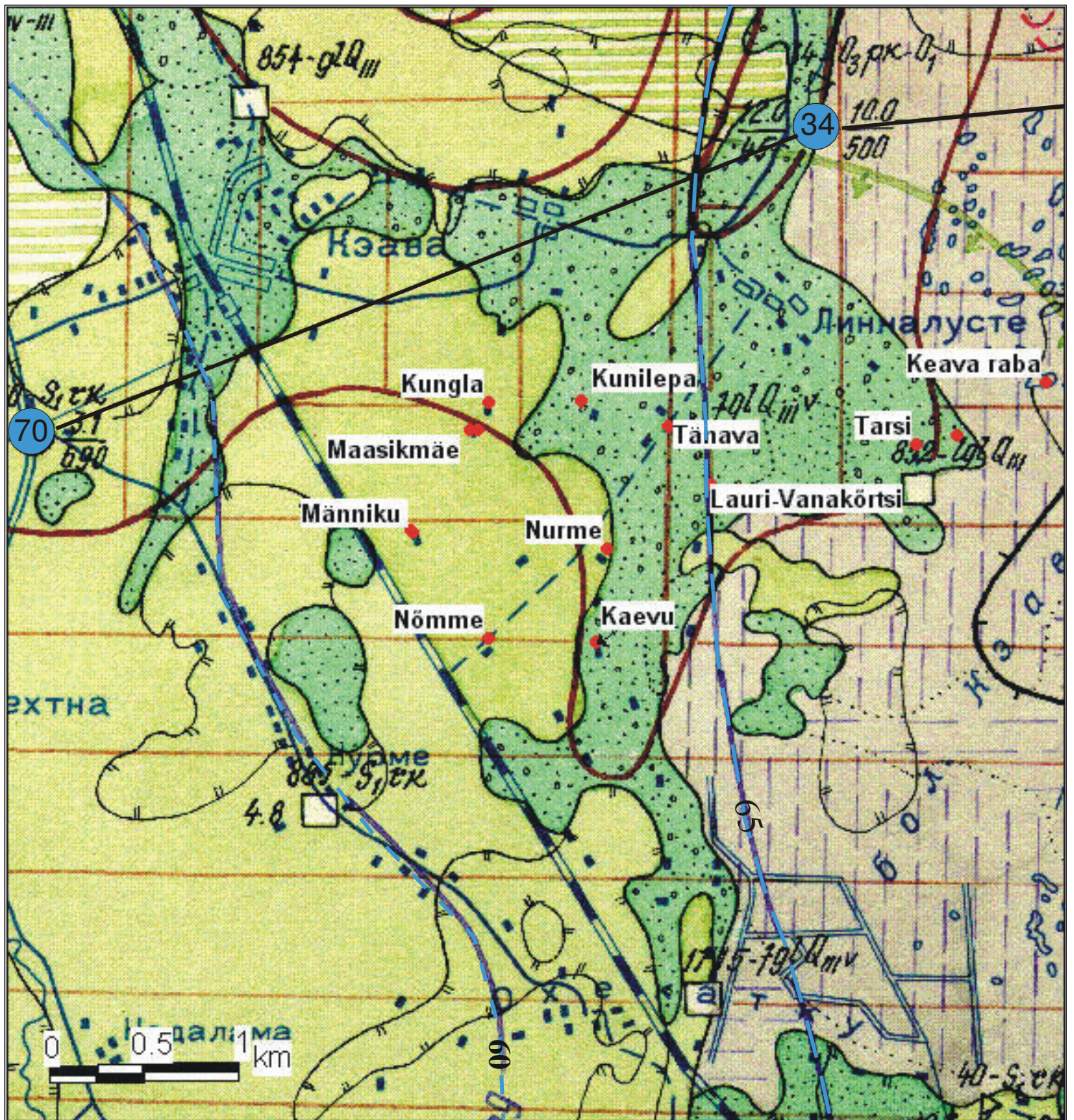
- | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|----------|---|---------------------|---|---------------|
|  | liiv ja kruusliiv |  | liiv |  | rabaturvas |  | aluspõhi |
|  | moreen |  | liivsavi |  | madalsoo-
turvas |  | läbilõikejoon |


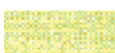




Indeks vastab setete geneetilisele tüübile

Joonis 1. Uuritava piirkonna kvaternaarisetete geoloogiline kaart (Jõgi, Eltermann jt., 1973 järgi)



Joonis 2. Kvaternaarisetete geoloogiline läbilõige (Jõgi, Eltermann jt, 1973 järgi)



- | | | | |
|---|------------------------------------|--|--------------------|
|  | suhteline veepide |  | Siluri veekompleks |
|  | glatsiofluviaalsete setete veekiht |  | soosetete veekiht |
|  | läbilõikejoon |  | hüdroisohüps |

Joonis 3. Uuritava piirkonna hüdrogeoloogiline kaart (Jõgi, Eltermann jt., 1973 järgi)

Kvaternaari veekompleks

Soosetete vesi. Soovesi on seotud Keava raba turbalasundiga, mille keskmine paksus on 3,6 m, maksimaalne paksus 7,5 m (Jõgi jt., 1973). Veetase on enamasti 0,1–0,5 m sügavusel maapinnast. Turba filtratsioonimoodul on 0,3–1,0 m/d. Keava raba toitub vahetult sademetest. Pindmine äravool toimub rabast põhja ja lõuna pool paiknevate Vigala ja Kuusiku jõe suunas. Kuna soovee tase jääb absoluutsele kõrgusele 71–72 m ja lamava Siluri põhjaveekompleksi veetase vaid absoluutsele kõrgusele 65 m, siis on loomulik ka põhjavee liikumine soosetetest aluspõhja veekihtidesse.

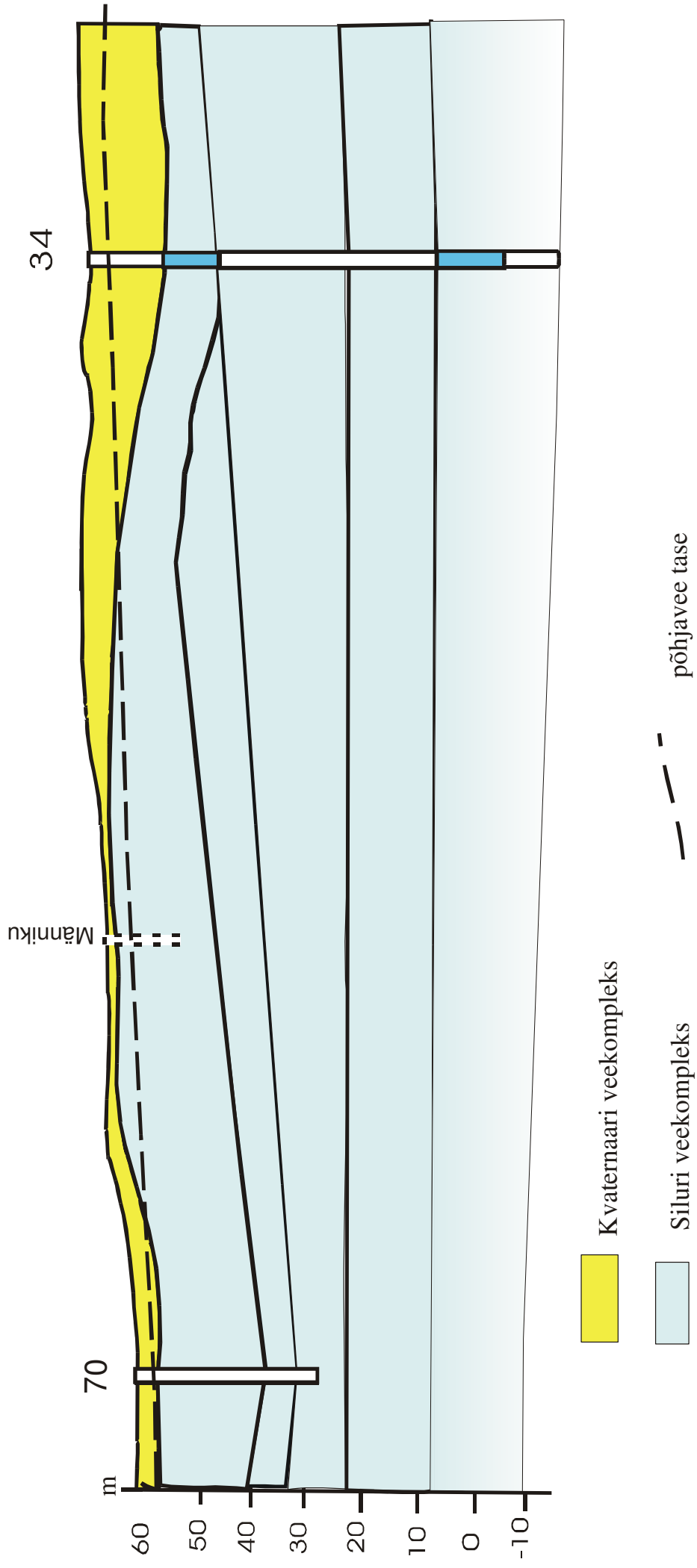
Sooveele on iseloomulik madal pH (4,32 rabas kuni 5,8 madalsoos), kõrge oksüdeeritavus (27,5 mgO/l rabas ja 86,0 mgO/l madalsoos). Vesi on humiinhapetest tingituna kollast värvi (värvus kraadides – 80). Madala pH, kõrge oksüdeeritavuse ja iseloomuliku soovee maitse tõttu ei kõlba rabavesi kasutamiseks joogiveena.

Fluvioglatsiaalsete setete vesi. Keava oosi moodustavad fluvioglatsiaalsed setted koosnevad liivast, kruusast ja veeristest, mille lõimiseline koostis on väga kirju. Veetase jälgib üldiselt maapinna reljeefi. Oosi idapoolsel nõlval ja raba piiril on veetaseme absoluutne kõrgus 71 m, oosi läänenõlv on aga maapinna reljeefist tingituna täielikult drenitud, mistõttu ka puurkaevud on praktiliselt kõik rajatud aluspõhja kivimitesse. Veekiht on otseselt seotud soovetega, kust tuleb ka suurim toitumine. Uuritud piirkonnas kujutab glatsiofluviaalsete setete veekiht endast transiitkala põhjavee liikumisel soosetetest aluspõhja veekihtidesse.

Siluri veekompleks

Siluri veekompleks on seotud Raikküla ja Juuru lademe lubjakivide, dolomiitide ja merglitega. Männiku talu ümbruses on veekiht kaetud 2–5 m paksuse saviliivast ja moreenist koosneva pinnakattega (joonis 4). Keava aleviku piires avaneb paekivi ulatuslikul alal otse maapinnal.

Selle kivimikompleksi ülemine, 30 m paksune osa on tugevasti karstunud ja lõhestunud. Eriti märkimisväärne on Keavast mõni kilomeeter põhja pool asuv Pae karstiala, kus karstiõõnsused kujutavad endast valdavalt aluspõhja kihilisuse ja püstlõhede järgi kulgevaid kuni poolemeetrise sügavusega kanaleid. Kavernoossus on eriti levinud dolomiidis ja dolomiidistunud lubjakivis. Mõnikord leidub ka suuremaid karstiõõnsusi, mis asuvad päris maapinna lähedal, olles mõnemeetrise läbimõõduga ja kuni paarikümne meetri pikkused. Aluspõhja karbonaatkivimite kõige rohkem karstunud ja lõhestunud ülemise osa – murenemisvöö – paksus on enamasti 1–3 m, harvem 5–10 m. Lasumissügavuse suurenedes karbonaatkivimite lõhelisus ja karstumus vähenevad ja nad muutuvad vettpidavateks.



Horisontaalne määtkava 1:20 000

Joonis 4. Hüdrogeoloogiline läbilõige (Jõgi, Eltermann jt., 1973 järgi)

Vooluhulga-karotaaž näitab, et karbonaatkivimites levivad katkendlikud, kihilisusega paralleelsed, enamasti 1–2 m paksused suhteliselt tugevasti lõhestunud vööd, mille kaudu põhjavesi liigub lateraalsuunas ka puurkaevudesse. Keskmiselt annab ülemine, 15 m paksune sügavusvahemik ligikaudu poole kogu puurauku tungivast veest. Kivimikompleksi selle osa veejuhtivus on keskmiselt 400 m²/d. Selle osa lateraalne filtratsioonikoefitsient on enamasti vahemikus 10–50 m/d, 20–50 m sügavusel on see 5–8 m/d ja 50–100 m sügavusel 1–2 m/d. Sügavamate kihtide lateraalne filtratsioonikoefitsient pole harilikult suurem kui 1 m/d. Siluri veekompleksi keskmine lateraalne filtratsioonikoefitsient on 8,1 m/d.

Linnaaluste küla kolmes puurkaevus tehtud katsepumpamiste tulemuste järgi otsustades on uuritavas piirkonnas Siluri veekompleksi filtratsioonikoefitsient vahemikus 3,2–22,3 m/ööpäevas. Veetaseme sügavus maapinnast oleneb otseselt reljeefist ja paiknemisest Keava raba suhtes. Nii on Lauri-Vanakõrtsi talu puurkaevu veetase 5,2 m sügavusel maapinnast, oosi lael asuva Kunilepa talu puurkaevus aga 11,4 m sügavusel. Tulenevalt põhjavee toitumisest ja äravoolust on veetaseme absoluutkõrgused vahemikus 59,3 m (Männiku talu) kuni 64,9 m (Lauri-Vanakõrtsi). Keemiliselt koostiselt on vesi HCO₃-Ca-Mg-tüüpi, mineraalainete sisaldusega 0,3–0,4 g/l. Üksikute keemilise koostise komponentide sisaldust on käsitletud eraldi järgnevas peatükis. Mikrobioloogiliste kvaliteedinäitajate poolest (enterokokid, coli-laadsed bakterid) on puurkaevude vesi kvaliteetne.

2. PÕHJAVEE KVALITEEDI HINDAMINE

2.1. Põhjavee kvaliteedi hindamise kriteeriumid

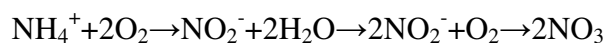
Põhjavee kvaliteedi hindamiseks kasutati järgmisi põhilisi näitajaid: nitraatiooni sisaldus, nitritiooni sisaldus, ammooniumiooni sisaldus, oksüdeeritavus (permanganaatne hapnikutarve) ja raudioonide sisaldus. Lisaks nimetatud laboratoorsetele näitajatele määrati proovivõtul vee elektrijuhtivus, hapnikusisaldus ja pH. Fooniliste näitajatena on kasutatud uuritavas piirkonnas asuvate tarbepuurkaevude analüüse, geoloogilise kaardistamise materjale ja põhjaveekatastri andmeid.

Nitraat (NO₃) näitab eeskätt põllumajanduslikust tegevusest johtuvat põhjavee reostust piirkonna pindmistes veekihtides. Sügaval lasuvates veekihtides pole nitraate tänu veekihtide anaeroobses osas toimuvale nitraadi denitrifikatsioonile. Looduslik nitraadisaldus pindmises põhjavees on kuni 5–6 mg/l, sellest kõrgemaid sisaldusi võib lugeda inimõjaks. Tegelikkus on keeruline, sest põllumajanduspiirkonnas tuleb samaaegselt tagada ka tootmine jõukohaste kuludega, mullaviljakuse säilimine, joogivee kvaliteet, põhjavee ja pinnavee hea seisund. Nende eesmärkide kokkusobitamine on raske, sest tootmisega kaasneb alati keskkonnaseisundi muutus. Nitraatide

sisaldus põhjavees on määratletud lämmastiku kaoga põllumajandusest ja pindmise põhjaveekihi toitumisvõimalustega. Väärrib märkimist, et uuritud puurkaevudest ainult Maasikmäe talu madal, 8,5 m sügavune kaev sisaldab vähesel määral – 6,3 mg/l nitraate. Teistes uuritud kaevudes oli nitraatide sisaldus alla määramise alampiiri (<0,4 mg/l). Võrdluseks võiks märkida, et Pandivere piirkonnas oli 1990ndate aastate algul 20% uuritud puurkaevudest nitraatide sisaldusega üle tollase piirnormi □ 45 mg/l, keskmine oli 30 mg/l; Põltsamaa–Adavere nitraaditundlikul alal oli aga 44% uuritud kaevudest nitraadisisaldusega üle 45 mg/l, keskmine sisaldus aga 53 mg/l. Põhjavee tase uuritud piirkonnas on valdavalt 5–7 m sügavusel, mis tähendab, et aeratsioonivöö paksus on küllaltki suur.

Kuna NO₃ on põhjavee lämmastikühendite reostuse lõpp-produkt, siis sellekohane reostus peaks igal juhul avalduma ka Maasikmäe ja Kungla talu madalates, 8,5–15,0 m sügavustes puurkaevudes (joonis 5).

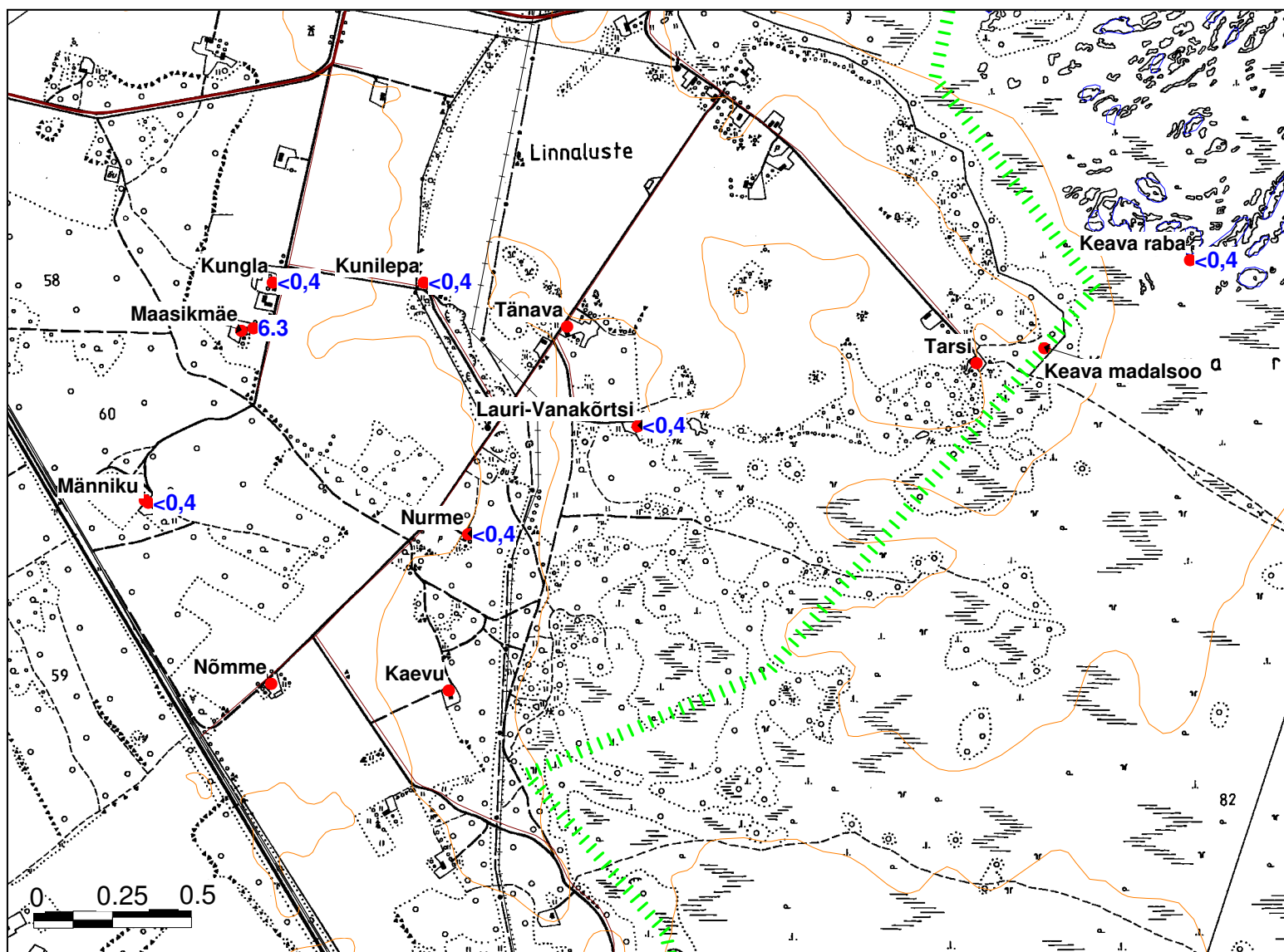
Protsess peaks kulgema järgmise skeemi kohaselt:



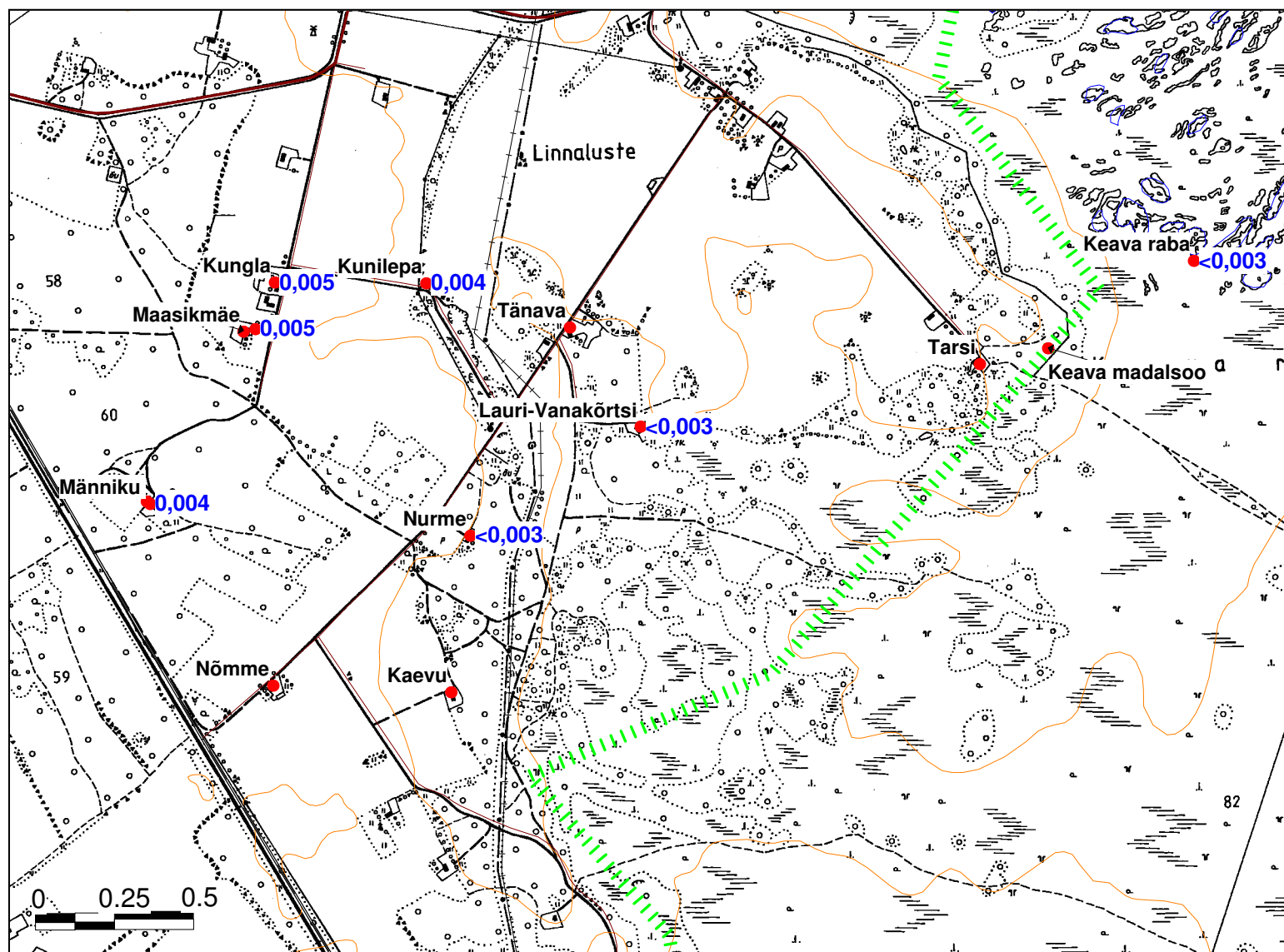
Kuna nii nitritite kui nitraatide sisaldus on kaevude vees väga väike, siis peaks NH₄ olema puurkaevu kantud otse, ilma aeratsioonivööd läbimata. Nitraatide sisaldus alla 10 mg/l iseloomustab põhjavee head kvaliteeti.

Nitrit. NO₂⁻-sisaldus ei ületa looduslikus vees tavaliselt mõnd kümnendikku milligrammi liitris. NO₂⁻ esinemine viitab põhjavee suhteliselt värsketele reostusele. Kuna ta on küllaltki ebapüsiv komponent, siis ka tema esinemine põhjavees on mõnevõrra juhuslikku laadi. Linnaaluste külalt 2003. a. võetud veeproovides oli nitritiooni sisaldus <0,003–0,005 mg/l, mis on lähedane tema määramise alampiirile – 0,003 mg/l. Joogivees lubatud nitriti sisaldus – 0,5 mg/l, on 100 korda suurem reostusallikatena kahtlustatavate Kungla ja Maasikmäe talude kaevuvee NO₂⁻-sisaldusest – 0,005 mg/l (tabel 1; joonis 6). Kui nimetatud talude heitvesi ja sõnnikumajandus ei mõjuta nende kaevude vee kvaliteeti, siis ei saa need kuidagi mõjutada ka Männiku talu kaevu vee kvaliteeti.

Ammoonium (NH₄⁺) näitab põhjaveekihi avamusala pindmises aeroobses (hapnikurikkas) põhjavees eeskätt põllumajanduslikust tegevusest või kohalike kanalisatsioonisüsteemide (kogumiskaevude) mittekorrasolekust johtuvat põhjaveereostust. Ammoonium on sageli erinevate põhjavees toimuvate protsesside vaheprodukt. Tema sisaldus hapnikurikkas veekeskkonnas on väike, redutseerivas (taandavas) veekeskkonnas suurem. Redutseeriva keskkonnaga põhjavees on lubatud põhjavee seisundi hinnanguks kasutatavat ammooniumi piirarvu suurendada, mistõttu ka vastavalt sotsiaalministri 2. jaanuari 2003. a. määrusele nr. 1 lisa 2 on joogiveeallikana kasutada kavatsetava põhjavee jaotamisel kvaliteediklassideks III kvaliteediklassi piirväärtuseks antud 2,0



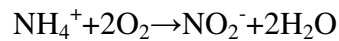
Joonis 5. Nitraadi sisaldus Linnaaluste küla puurkaevude vees (mg/l).



Joonis 6. Nitrit sisaldus Linnaaluste küla puurkaevude vees (mg/l)

mg/l. 25. augustil Männiku talu kasutusel olevast vanast puurkaevust võetud veeproovis oli NH₄-sisaldus 1,94 mg/l. Suurima NH₄-sisaldusega põhjavesi (8,21 mg/l) on Linnaaluste külas Kunilepa talu puurkaevus, mis asub Keava oosi lael vaevalt mõnesaja meetri kaugusel kunagisest ammoniaagiveepaakide asukohast (joonis 7).

Tavalistes tingimustes on NH₄⁺ küllaltki ebapüsiv komponent. Maapinna lähedal, vaba hapniku juurdepääsu tingimustes, läheb ammoonium üle nitritiks järgmise reaktsiooni kohaselt:

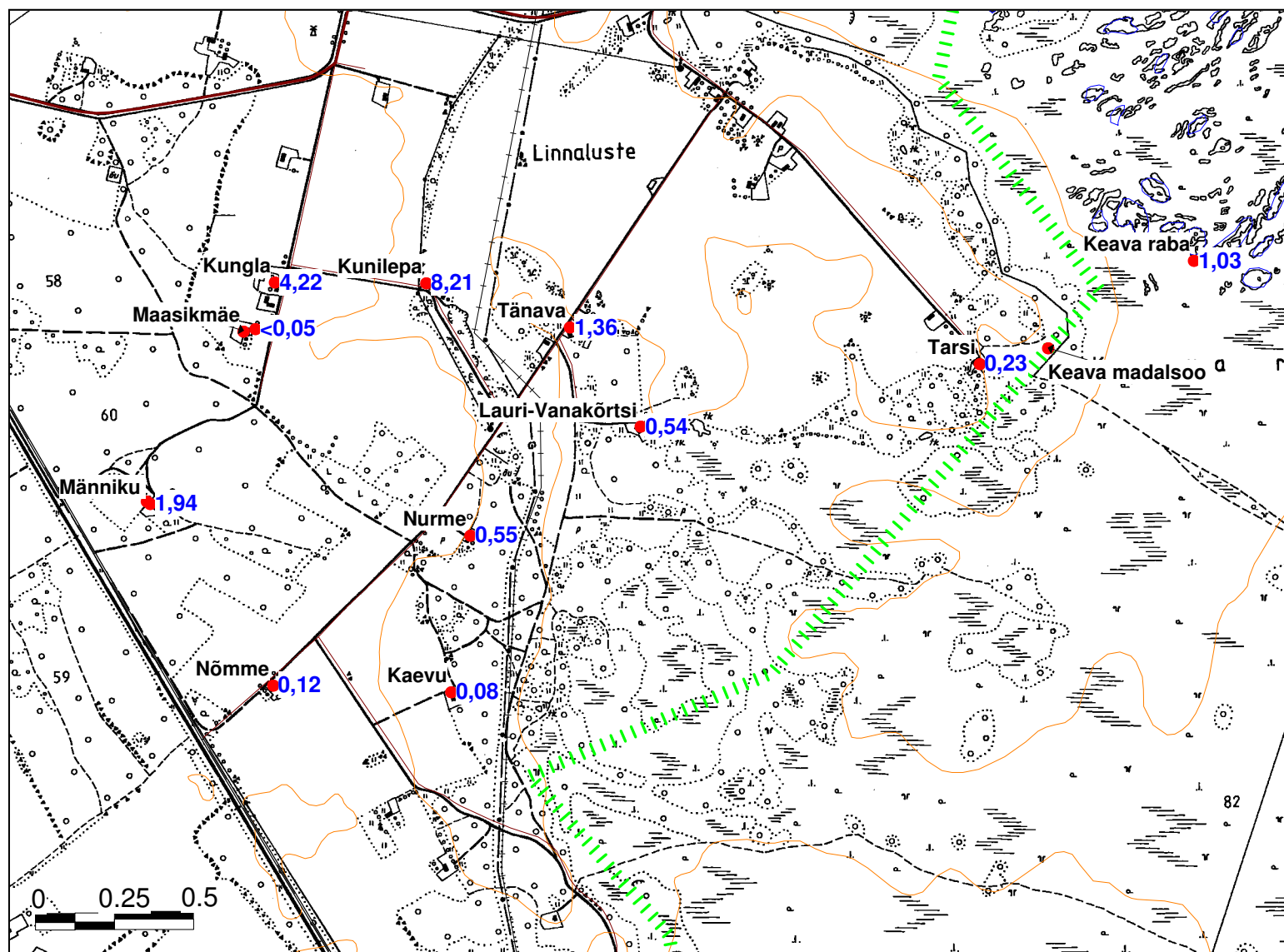


Kuna ammoniaagiveepaak oli lahtiselt maa peal ja ammoniaagivee lekkest on möödas juba rohkem kui 10 aastat, siis on selle mõju põhjavee praegusele seisundile vähetõenäoline. Ammoonium tekib peamiselt taimse ja loomse orgaanilise aine lagunemisel ning on tõenäoline, et orgaanilise aine anaeroobne lagunemine on aset leidnud ka kõrvalasavas Keava rabas. Kuna raba asub Männiku talust reljeefis oluliselt kõrgemal ja põhjavee liikumise suund on Keava rabast otse läände, siis on piirkonna kaevude põhjavesi tugevasti sooveest mõjutatud, millest annab tunnistust ka nende vee kõrge orgaanilise aine sisaldus.

Orgaaniline aine esineb suuremal või vähemal määral peaaegu alati looduslikus vees. Orgaaniliste ainete keemiline koostis on äärmiselt mitmekesine ja sõltub nende tekkeviisist. Suurem osa orgaanilisest ainest on vees kolloidses olekus ja tema sisaldust hinnatakse oksüdeeritavusega, s.o hapniku hulgaga (mgO/l), mis kulub tema hapendamiseks (permanganaatne hapnikutarve, PHT). Põhjavette satub orgaaniline aine tavaliselt pinnavee infiltratsiooniga läbi huumusainetest rikka mullakihi või otse läbi karstihetrite, mida on täheldatud ka Keava raba ümbruses.

Joogivee oksüdeeritavuse piirsisaldus on 5 mgO/l. Käesoleva töö raames uuritud Linnaaluste küla kümnest puurkaevust vastas selle näitaja poolest joogivee kvaliteedinõuetele ainult Maasikmäe talu 8,5 m sügavune kaev (PHT – 0,8 mgO/l). Kõikide teiste, valdavalt 10–20 m sügavuste puurkaevude vesi sisaldas 6,6–15,1 mgO/l (tabel 1; joonis 8). Kõige suurema oksüdeeritavuse väärtusega on Kunilepa talu kaevu vesi (15,1 mgO/l), mis sisaldab ka kõige rohkem ammooniumi (8,21 mg/l). Piirkonna põhjavee kõrge oksüdeeritavus osutab selle tihedale seosele Keava rabaga. Võrdluseks võib märkida, et Keava raba laukavee oksüdeeritavus oli 27,5 mgO/l, madalsoos rajatud šurfis aga isegi 86,0 mgO/l (joonis 8). Männiku talu puurkaevu vee erakordselt kõrge oksüdeeritavus – 14,6 mgO/l, on kõige kindlam tõend sealse vee halva kvaliteedi looduslikust põhjusest – Keava raba mõjust.

Raud. Siluri veekompleksi põhjavee keskmine rauasisaldus on Eesti põhjaveekatastri 4229 analüüsi põhjal 0,52 mg/l ja mediaan 0,30 mg/l. Rohkem kui 9% puurkaevudest on rauasisaldusega üle 1 mg/l. Siia hulka kuuluvad ka kõik proovitud Linnaaluste küla puurkaevud, välja arvatud Maasikmäe talu madal puurkaev. Nii nagu NH₄⁺ ja PHT puhul, on ka rauasisaldus kõige suurem

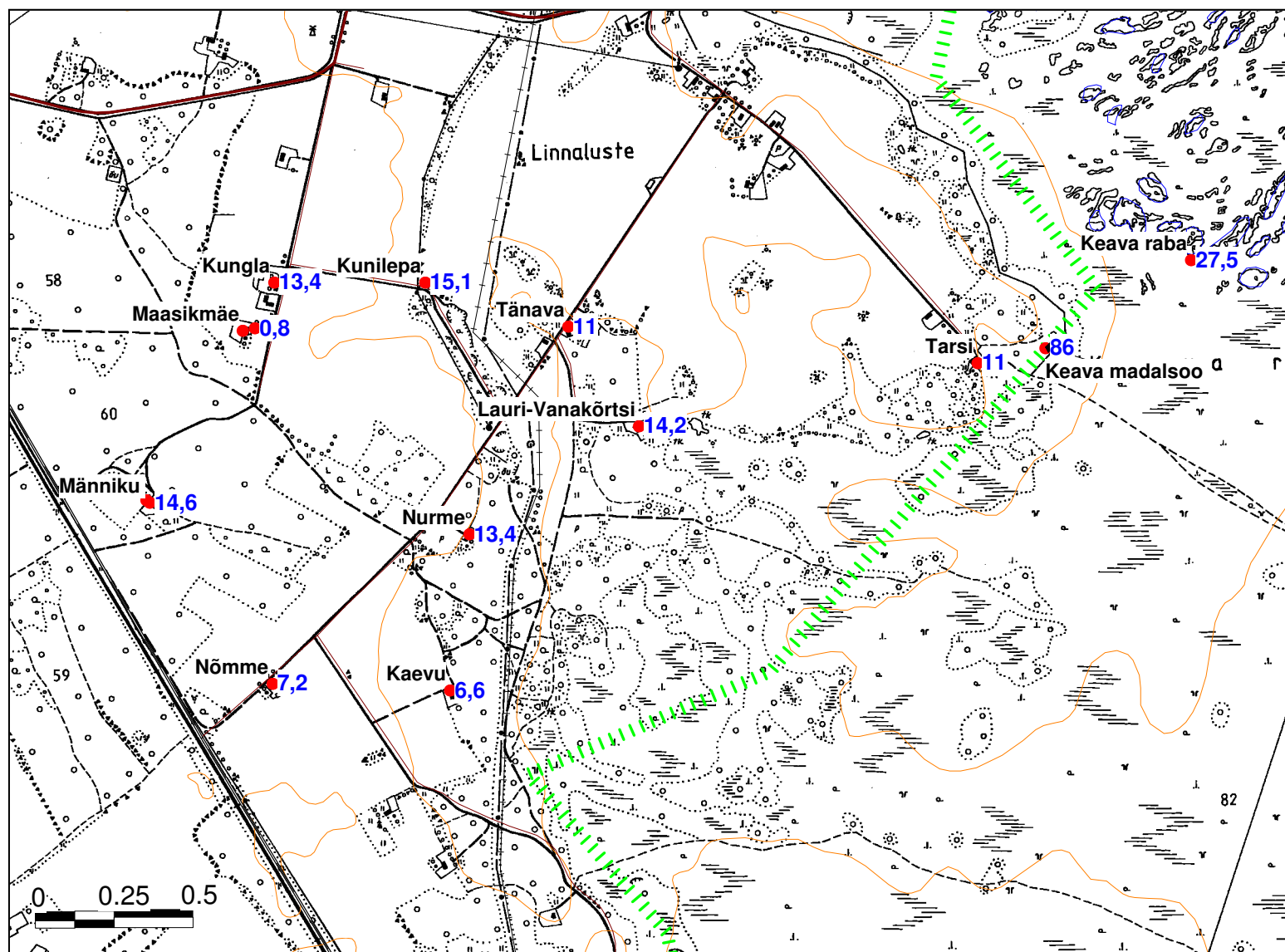


Joonis 7. Ammooniumi sisaldus Linnaluste küla puurkaevude vees (mg/l)

Tabel 1.

Linnaaaluste küla puurkaevude ja Keava raba vee keemilise koostise põhilised näitajad

Proovi võtu koht	Proovid võetud	Analüüs tehtud	NH ₄ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	Fe ²⁺ (mg/l)	Fe _{üld} (mg/l)	Oksüdeeritavus (mgO/l)
Männiku talu	25.08.03	26.08.03	1,94	0,004	<0,4	3,14	3,32	14,6
Kungla talu	25.08.03	26.08.03	4,22	0,005	<0,4	4,25	4,34	13,4
Maasikmäe talu	25.08.03	26.08.03	<0,05	0,005	6,3	0,08	0,12	0,8
Kunilepa talu	25.08.03	26.08.03	8,21	0,004	<0,4	6,75	6,94	15,1
Keava soo	25.08.03	26.08.03	1,03	<0,003	<0,4			27,5
Lauri-Vanakõrtsu t.	17.09.03	19.09.03	0,54	<0,003	<0,4	2,54	2,71	14,2
Nurme talu	17.09.03	19.09.03	0,55	<0,003	<0,4	4,31	4,35	13,4
Tänava talu	17.09.03	19.09.03	1,36					11,0
Kaevu talu	17.09.03	19.09.03	0,08					6,6
Nõmme talu	17.09.03	19.09.03	0,12					7,2
Tarsi talu	17.09.03	19.09.03	0,23			3,53	3,6	11,0
Keava madal soo	17.09.03	19.09.03	0,54					86,0
Määramise alampiir			0,05	0,003	0,4	0,05	0,05	0,2
Joogivee piirsisaldus			0,5	0,5	50,0	--	0,2	5,0
III klassi joogivee piirsisaldus			2,0	<=1,0	50,0		10,0	5,0



Joonis 8. Linnaluste küla puurkaevude vee oksüdeeritavus (mgO/l)

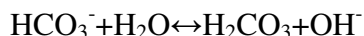
(6,94 mg/l) Kunilepa talu puurkaevus. Teistes kaevudes jääb rauasisaldus vahemikku 2,71–4,35 mg/l. Männiku talu kaevu vesi – 3,32 mg/l, on selle näitaja poolest üks keskmisi (tabel 1; joonis 9).

Nii nagu ammoniumisisalduses ja oksüdeeritavuses, tuleb ka raua kõrget sisaldust seletada soovee mõjuga. On ju sooraud paljudes Eesti kohtades kõige vanem tuntud maavara ja pole põhjust arvata, et Keava raba ümbruses oleksid geokeemilised protsessid kulgenud teisiti. Raua üleminek kivimitest põhjavette leiab aset soovees esinevate orgaaniliste hapete mõjul. Peaaegu kogu raud esinebki uuritud puurkaevude vees kahevalentsena, mis annab tunnistust vettandva kihi taandavast keskkonnast. Ainult Maasikmäe talu madala puurkaevu vesi on rauavaene (0,12 mg/l), mis osutab tema toitumisele kohapeal ja seose puudumisele Keava raba poolt tuleva põhjaveega. Nimetatud puurkaevu vesi vastab ka ainsana joogiveele esitatavatele kvaliteedinõuetele (200 µg/l ehk 0,2 mg/l).

Vesinikioonide kontsentratsioon (pH). pH on põhjavee seisundi üks olulisemaid näitajaid. Tema suurus põhjavees sõltub süsihappe ja orgaaniliste hapete sisaldusest, mikroorganismide esinemisest jne. pH väärtus on määratud süsihappe ja tema ionide vahekorraga vees. Süsihappe dissotsieerub vees järgmise valemi kohaselt:



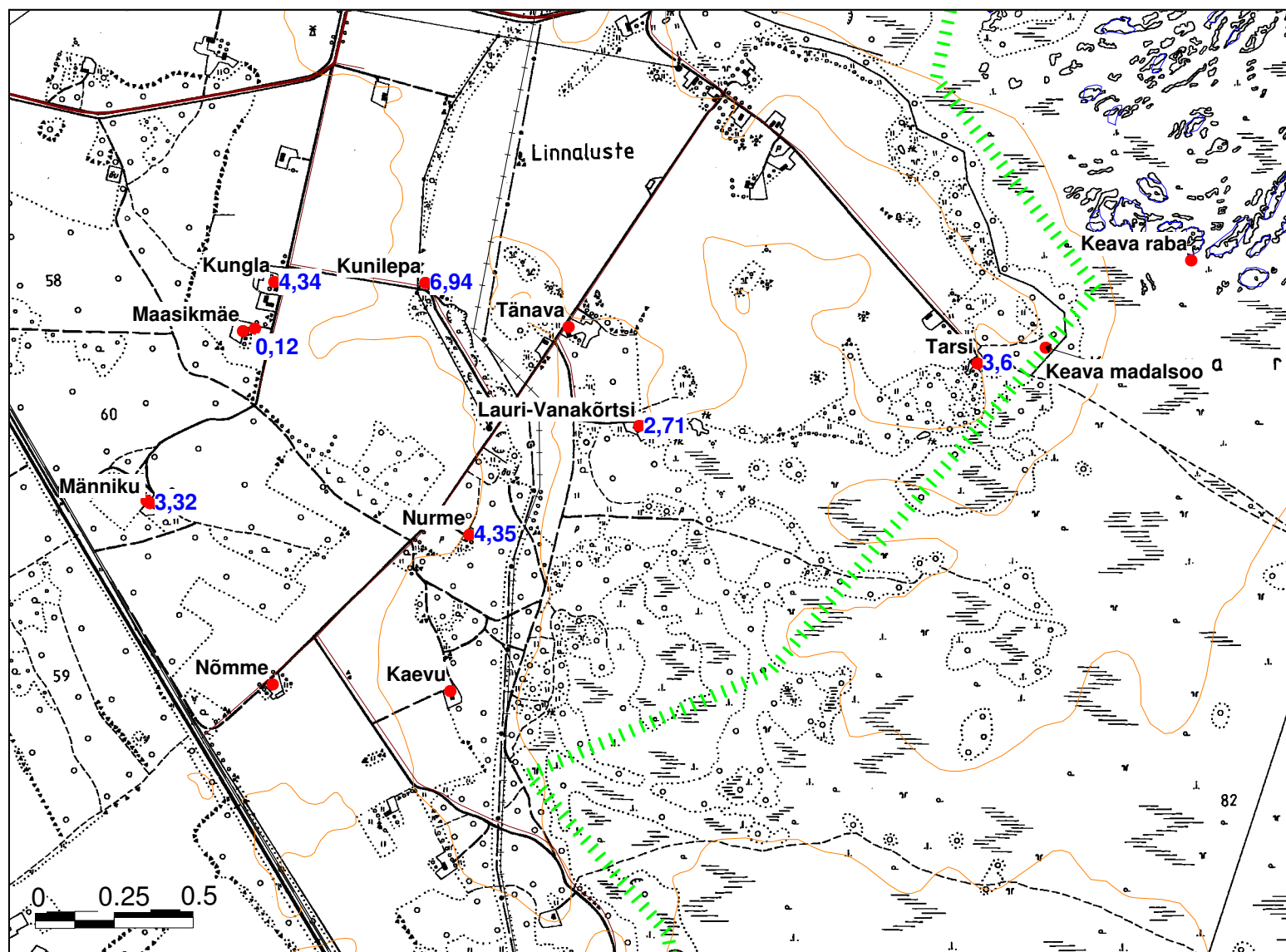
Looduslikus vees tekivad HCO_3^- -ioonid suurel hulgal hüdrokarbonaatide $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ja $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ dissotsieerumise tõttu. HCO_3^- -sisalduse suurenemine viib H^+ -ioonide sisalduse vähenemisele ehk leelise reaktsiooni tekkele:



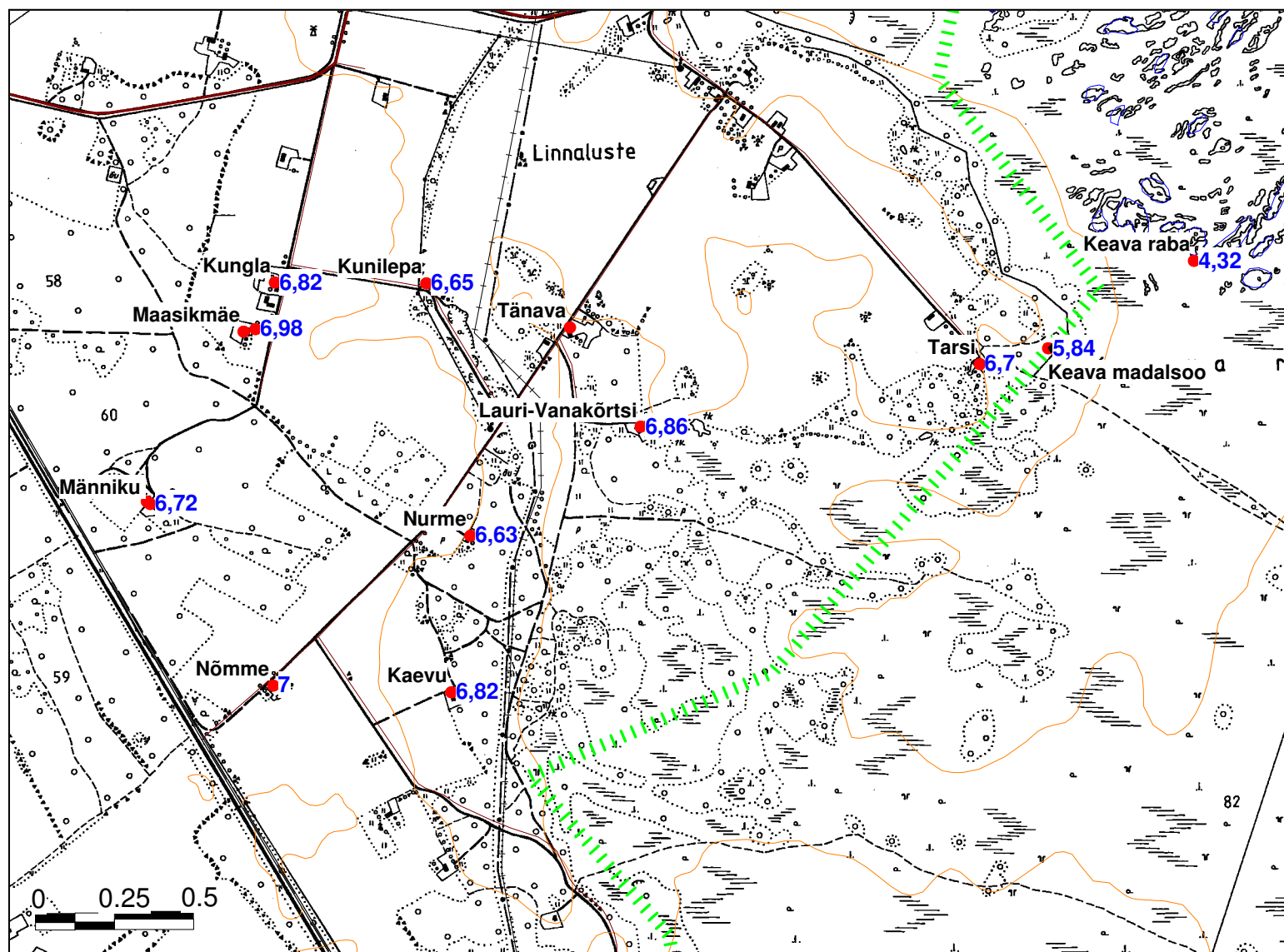
Selle tõttu ongi Eesti põhjavesi valdavalt leelise reaktsiooniga. Siluri veekompleksi põhjavee pH on 3119 analüüsi keskmisena 7,68 ja ainult 0,38% kaevude vee pH on väiksem kui 6,5 (joogivee normidega lubatud alampiir).

Soovees esinevad huumushapped on vesinikioonide kõrge sisalduse peamine allikas. Keava rabalauka vee pH oli 4,32, Keava madal soo pH – 5,84. Soovee mõju avaldub selgesti ka kõigi Linnaaluste küla uuritud puurkaevude vee happelises reaktsioonis ja madalates pH väärtustes (alla 7; tabel 2; joonis 10). Männiku talu kaevu vee pH – 6,72, on üsna joogivee madalama piirsisalduse (6,5) lähedal, mis osutab rabavee olulisele mõjule.

Seega osutab Linnaaluste küla kaevude põhjavee lämmastikühendite, raua, oksüdeeritavuse ja vesinikioonide kontsentratsiooni uurimine ühemõtteliselt nende looduslikule päritolule, mille lähteallikaks on Keava raba. Kuigi ammoniumi- ja rauasisaldus ning oksüdeeritavus ületas praktiliselt kõikide uuritud puurkaevude vees, välja arvatud Maasikmäe talu madal puurkaev, joogivee kvaliteedinäitajate piirsisaldust, antropogeenset reostust ühegi puurkaevu vees, sealhulgas ka Männiku talu kaevu vees, ei täheldatud.



Joonis 9. Rauda sisaldus Linnaaluste küla puurkaevude vees (mg/l)



Joonis 10 pH Linnaaluste küla puurkaevude vees

Tabel 2.

Linnaaluste küla puurkaevude vee ja Keava raba vee väliuuringute põhilised näitajad

Aadress	Maapinna abs. kõrgus	Veetaseme abs. kõrgus	Puur- kaevu sügavus	Kuupäev	Veepinna sügavus	pH	EC (μ S/cm)	Temp. ($^{\circ}$ C)	Soolsus (mg/l)	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)
Keava raba				25.08.03		4,32	25,1	17,6	10	77	7,4
Kungla II				25.08.03		6,97	428	7,5		40	
Männiku vana	65,3	59,3	15	25.08.03	6	6,72	475	7	192	10	1,9
Männiku uus (16599)	65,3	59,25	14,2	25.08.03	6,05						
Maasikmäe uus (15303)	68,4	61,38	8,5	25.08.03	7,02	6,98	422	7,1	173	25	3
Maasikmäe vana	67,5	62,13		25.08.03	5,37						
Kungla	68	61,6		25.08.03	6,4	6,82	385	7,8	155	46	5,5
Kunilepa	74	62,65		25.08.03	11,35	6,65	575	7,6	235	39	3,5
Tänava	71,7	64,7		17.09.03	7						
Lauri-Vanakõrtsi	70,1	64,9		17.09.03	5,2	6,86	429	7,2	177	11	1,3
Nurme	70,6	63,5		17.09.03	7,1	6,63	525	6,9	215	35	4,2
Kaevu				17.09.03	>11	6,82	600	7,8	246	27	3,4
Nõmme				17.09.03		7	503	7,2	206	37	4,7
Tarsi				17.09.03	4,4	6,7	516	7,5	212	10	1,2
Keava madaloo				17.09.03		5,84	146	12,1	60	25	2,8
Joogivee piirväärtus						$\geq 6,5 - \leq 9,$	2500				
III klassi põhjavee piirväärtus						$\geq 6,5 - \leq 9,$	2500				

Sotsiaalministri 31. juuli 2001. a. määruse nr. 82 kohaselt ei vasta Männiku talu puurkaevu vesi joogivee kvaliteedinõuetele kõrgendatud ammoniumi- ja rauasisalduse ning oksüdeeritavuse poolest (tabel 1).

2.2. Põhjavee reostuskaitstus

Inimtegevuse mõju põhjaveele ning antropogeense reostuse intensiivsus ja iseloom sõltuvad suurel määral põhjavee kaitstusest. Viimase all mõistetakse käesolevas aruandes maapinnalt esimese aluspõhjalise veekihi kaetust vettpidavate või nõrgalt vett läbilaskvate setetega, mis takistavad reostusainete sattumist maapinnalt põhjavette. Põhjavee kaitstus sõltub paljudest teguritest, millised võib jagada kolme gruppi – looduslikud, tehnogeensed ja füüsikalis-keemilised.

Looduslike tegurite all mõeldakse vettpidavate või nõrgalt vett läbilaskvate setete esinemist hüdrogeoloogilises läbilõikes. Sealjuures on olulised nii setete paksus kui litoloogiline koostis ja filtratsiooniomadused ning aeratsioonivööndi sorbeerimisvõime.

Tehnogeensete tegurite hulka kuulub eelkõige mitmesuguste reostusallikate esinemine maapinnal ja reoaine sattumise viis põhjavette. Siia hulka kuulub ka väetiste kasutamine põllumajanduses.

Füüsikalis-keemiliste tegurite hulka kuuluvad eelkõige saasteainete ja saastekomponentide spetsiifilised omadused, nende migratsioonivõime, sorbeeritavus, saasteainete ning kivimite ja vee vastastikune toime.

Sõltuvalt saasteainete esinemisest maapinnal ja filtratsioonitingimustest teel põhjavette on reostuskaitstus pindalaliselt erinev. Seepärast on ka põhjavee reostuskaitstus küllaltki tinglik ja nõuab kõigi kolme teguritegrupi arvestamist. On selge, et mida paremini on aluspõhja veekihi kaetud vett nõrgalt läbilaskvate pinnakatte setetega, mida suurem on nende paksus, mida väiksemad on kvaternaarisetete filtratsiooninäitajad, seda pikem on saasteainete infiltratsiooniaeg aluspõhja veekihti ja seda suurem on põhjavee kaitstuse tõenäosus. Olulised on ka pinnamood ja aluspõhja reljeef, tektoonilised rikked ning karstinähtused. Hüdrogeoloogilistest tingimustest on olulisim põhjavee toitumise intensiivsus ehk infiltratsiooniaeg.

Käesoleva aruande koostamisel on lähtutud järgmistest kriteeriumidest.

Kaitsmata (väga reostusohtlikud) alad

Põhjavesi on kaitsmata nii orgaaniliste kui mineraalsete reoainete suhtes, pinnakatte paksus kuni 2 m. Siia hulka kuuluvad alvarid ja piirkonnad, kus moreeni või teiste saviliivaste setete paksus on kuni 2 m. Männiku talu suhtes paiknevad need alad vahetult idas ja loodes Keava aleviku ümbruses (joonis 1). Arvestades põhjavee liikumise suunda, nendelt aladelt Männiku talu suunas

põhjavee liikumist ei toimu.

Nõrgalt kaitstud (reostusohklikud) alad

Saviliivpinnakatte paksus on valdavalt 2–10 m või savipinnase (savi, liivsavi) paksus kuni 2 m. Reoainete infiltreerumise aeg on arvutuslikult 50–200 ööpäeva. Siia kuulub valdav osa uuritud piirkonnast, sealhulgas Männiku, Kungla ja Maasikmäe talu. Pinnakatte paksus suureneb enamvähem ühtlaselt läänest itta Keava oosi suunas.

Keskmiselt kaitstud (mõõdukalt reostusohklikud) alad

Saviliivmoreenist pinnakatte paksus on valdavalt 10–20 m; savi või liivsavi paksus 2–5 m. Reoainete arvutuslik infiltratsiooniaeg on 200–400 ööpäeva. Siia kuulub eelkõige Keava raba, kus antropogeense tekkega reoained puuduvad. Samas on olemas tihe hüdrauliline seos sügavate anaeroobses keskkonnas olevate soosetete vee ja aluspõhja vee vahel.

2.3. Reostusallikate iseloomustus

Hajureostuseks loetakse reostust, mida ei saa seostada kindla kohaga. Põhiliselt kuulub siia alla mineraalsete ja orgaaniliste lämmastikväetiste kasutamine. Viimastel aastatel on seoses väetiste kasutamise järsu vähenemisega põhjavette jõudva lämmastiku oluliseks allikaks saanud varasematest aastatest pinnases ja mullas säilinud jääklämmastik. 1980ndate aastate lõpus toimunud põldude intensiivne väetamine ja sellega kaasnenud märgatavad lämmastikukaod põhjavette on mitmel pool Eestis oluliselt muutnud põhjavee keemilist koostist. Suures koguses tungib lämmastikku põhjavette nitraadina, mis säilib pinnases ja põhjavees aeroobsetes tingimustes.

Anaeroobsetes tingimustes toimub lämmastiku denitrifikatsioon. Pöördvõrdelises sõltuvuses on enamasti ühelt poolt nitraatiooni sisaldus ja teiselt poolt raua ja väävelvesiniku kõrgendatud sisaldus. Mida sügavamalt veekihti kasutatakse, seda väiksem on NO_3^- -sisaldus, kuid suureneb NH_4^+ , raua ja väävelvesiniku esinemise tõenäosus. Nitraatiooni puudumine või esinemine väikeses koguses viitab piirkonna hajureostuse puudumisele.

Punktreostuse kõige sagedasemad allikad on loomakasvatusfarmid, sõnnikuhoidlad, väetise- ja mürkkemikaalide laod, silo- ja kütusehoidlad. Spetsiifiliseks põhjavee reostumist soodustavateks objektideks on halvas olukorras puurkaevud.

Üheks Männiku talu põhjavee reostusallikaks on pakutud 1970.–80. aastatel põldude väetamise eesmärgil Keava oosi läänenõlval asunud kahte 50 m³ mahutavusega ammoniaagiveepaaki. Kuna ammoniaagivesi on küllaltki agressiivne, hakkas läbiroostetanud paak lekkima. Lekkinud vedeliku kogust ei ole võimalik enam täpsustada. 1990. aastate algul veeti paagid minema. Kõige lähemal sellele kohale jäävad Kunilepa ja Nurme talu. Kuigi Kunilepa talu puurkaevu vesi sisaldab käesoleval ajal kõige rohkem ammooniumi, ei pärine see kõigi eelduste

kohaselt siiski mitte ammoniaagiveehoidla kohast. Rohkem kui 10 aastaga peaks NH_4^+ olema aeratsioonivöös juba ammu oksüdeerunud ja muutunud nitraadiks, mille esinemist aga ümberkaudsete puurkaevude, sealhulgas ka Männiku talu kaevu vees ei täheldata.

Punktreostusallikatena tuleb käsitleda ka ümbruskonna talude sõnnikuhoidlaid. Männiku talus on viis kitse, Maasikmäel hobusekasvatus lastelaagrite korraldamiseks ja Kungla talus on veiselaut 56 loomale. Maasikmäe talu hobusesõnnik on ladustatud auna ning segatud saepuruga. Mingit virtsa äravoolu ei täheldatud. Kungla talus on lauda kõrval betoneeritud alusega sõnnikuhoidla ja mahutid virtsa kogumiseks. Nimetatud mahutitesse suubub ka lauda piimanõude pesuvesi. Nii virtsamahuti kui talude heitvee kogumiskaevud tühjendatakse väidetavalt ümberkaudsetel põldudel, Männiku talu kogumiskaevu heitvesi pumbatakse talust 60 m eemal asuvale jäätmaale.

Kõik uuritud Linnaaluste küla puurkaevude suudmed paiknevad 1,5–2 m sügavustes šurfides, kuhu on paigaldatud ka pumbad ja veeautomaadid. Kohati, sealhulgas ka Männiku talu puurkaevu šurfi oli kogunenud pinnasevett, mis torutaguse isolatsiooni puudulikkuse juures võib rikkuda ka põhjavett. Enamik puurkaeve, sealhulgas ka Männiku talu puurkaev on rajatud rohkem kui 10 aastat tagasi ilma nõuetekohast 10 m raadiusega hooldustsooni arvestamata. Männiku talule 2002. a. detsembris puuritud projektikohane ja nõuetele vastava hooldusalaga puurkaev on tänase päevani kasutusele võtmata.

2.4. Värvuskatsed põhjavee võimalike reostusallikate selgitamiseks

Vastavalt üldkasutatavale metoodikale seisneb põhjavee tegeliku liikumiskiiruse määramine selles, et sisselaskekaevu või reostusallikasse lastakse uuritavat indikaatorit ja vaatluspunktis jälgitakse indikaatori ilmumise aega. Aeg, mis kulub indikaatori läbimiseks, annab võimaluse määrata ka põhjavee tegeliku liikumise kiirust. Põhjavee tegeliku suuna ja liikumiskiiruse määramiseks kasutatakse lisaks tavapärasele hüdrodünaamilistele meetoditele (hüdriisohüpside kaardi koostamine) erinevaid indikaatoreid: keemiline, elektrolüütiline, kolorimeetriline, aga samuti geofüüsikalisi meetodeid. Männiku talu väidetava põhjavee reostuse põhjuste selgitamiseks kasutati vastavalt lähteülesandele värvuskatseid. Samas pidasime vajalikuks määrata põhjavee liikumise suund ja hüdrauliline gradient kõikide uuritava piirkonna puurkaevude veetaseme nivelleerimisega.

Kolorimeetriline meetod võimaldab vaid ligikaudselt hinnata indikaatoraine kontsentratsiooni ja piirneb peamiselt vaid indikaatoraine ilmumise aja fikseerimisega. Lähteülesande täitmiseks tehti 28.08.2003. a. värvuskatse Kungla talu heitvee liikumise määramiseks. Uuritava objekti asukoht – Kungla talu farmiseadmete pesuvee äravoolusuubla, oli eelnevalt kokku lepitud Männiku talu omaniku proua Karmoga. Kuna proua Karmo väitel jõuavad

reostunud pesuveed Kungla ja Maasikmäe talust nende kaevu mõne tunni jooksul, siis oleks pidanud ka äravoolusüsteemi sisselastud värvaine (fluorestsein) jõudma kiiresti põhjavele.

28. augustil kell 10.45 valati 100 g 0,5%-lises nuuskpiirituses (NH_4OH) lahustatud fluorestsini ($\text{C}_{20}\text{H}_{15}\text{O}_5$) Kungla talu lauda heitvee äravoolutorusse, kuhu suunati ka täiendav kogus vett. Seejärel võeti iga tunni tagant veeproov Kungla ja Maasikmäe talu puurkaevust ning iga 3 tunni järel Männiku talu puurkaevust. Värvainet nimetatud puurkaevudesse ei jõudnud. Katsest saab teha järelduse, et farmist ärajuhitud pesuvesi ei ole seotud põhjaveega. Värvaine tuvastamine kogumiskaevu virtsavees ei andnud aga tulemust.

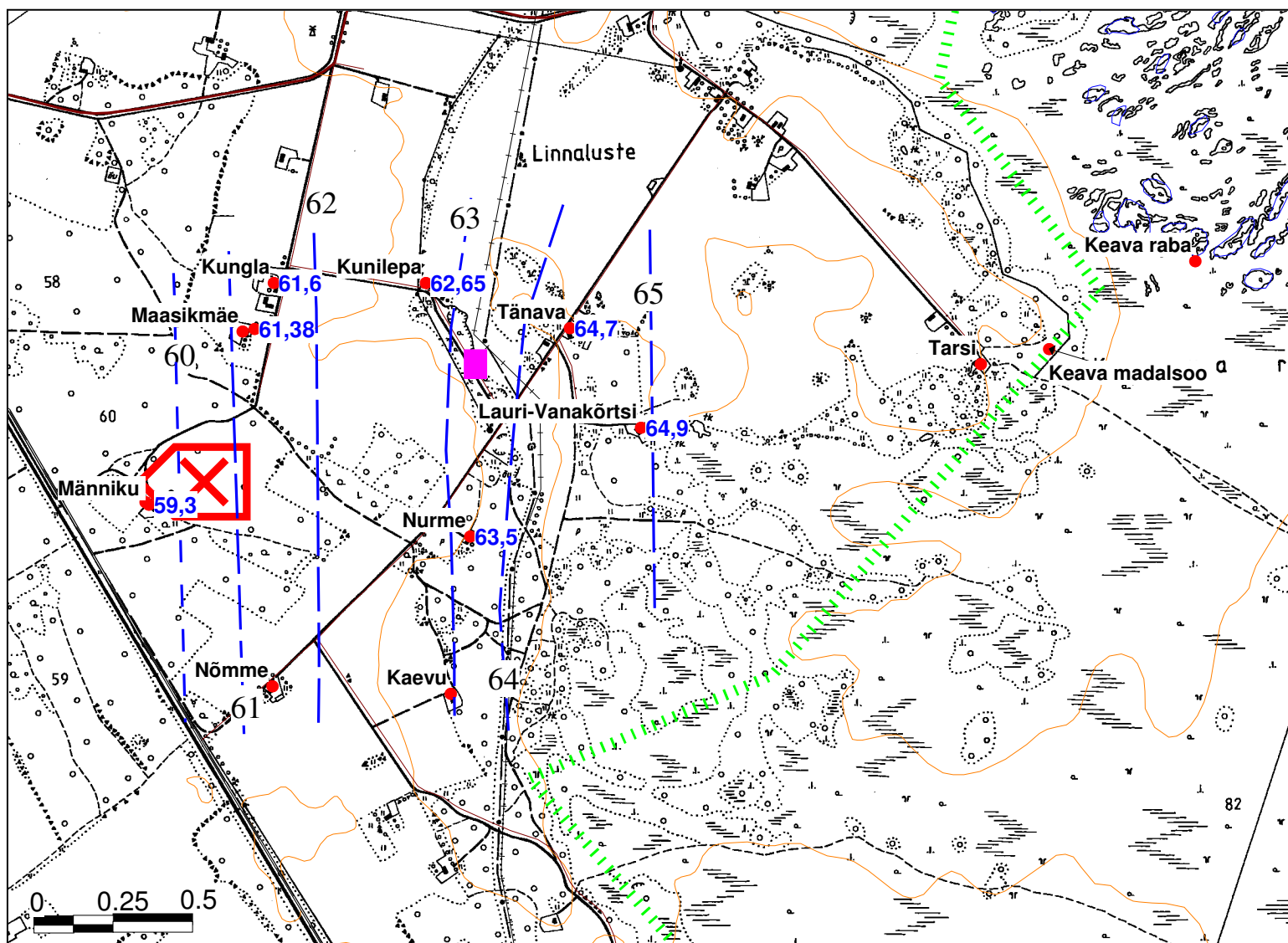
17. septembril kordasime värvuskatset, lastes fluorestseiinilahuse Maasikmäe talu vanasse puurkaevu. Ka nimetatud katseobjekt oli eelnevalt proua Karmo poolt heaks kiidetud. Järgnenud Maasikmäe talu uue kaevu ja Männiku talu kaevu vee vaatlused näitasid, et värvaine neisse ei jõudnud. Katsest saab teha järelduse, et põhjavee liikumine ei toimu Maasikmäe ja Kungla talust Männiku talu suunas, vaid otse läände, mida kinnitab ka koostatud hüdroisohüpside kaart (joonis 11).

KOKKUVÕTE

1. Vastavalt lähteülesandele uuriti töö käigus Raplamaa Kehtna valla Linnaaluste küla joogivee kvaliteeti eesmärgiga selgitada välja Männiku talu puurkaevu vee halva kvaliteedi põhjused. Töö tulemusena jõuti järgmistele järeldustele:

1.1. Võttes aluseks Linnaaluste küla 10 talu puurkaevu põhjaveest tehtud analüüsid ja Keava rabast võetud veeanalüüside tulemused, jõuti järeldusele, et põhjavee kvaliteet ei vasta sotsiaalministri 31. juuli 2001. a. määruse nr. 82 nõuetele mitte ainult Männiku talu puurkaevus, vaid praktiliselt kõigis Linnaaluste küla uuritud puurkaevudes (kokku 9 puurkaevu). Ainsana vastas kõigi uuritud komponentide osas nimetatud määruse nõuetele Maasikmäe talu madala (8,5 m sügav) puurkaevu vesi, mida Kungla ja Maasikmäe talu väidetavad reostusallikad peaksid otseselt mõjutama.

1.2. Välja arvatud Maasikmäe talu ülalnimetatud puurkaev, sisaldas kõigi teiste puurkaevude vesi rohkem kui 2 mg/l rauda ehk üle 10 korra joogivee piirsisaldusest (0,2 mg/l) enam. Puurkaevude vee oksüdeeritavus ületas joogivee piirnorme enamasti 2–3 korda.



Joonis 11. Linnaaluste küla puurkaevude põhjaveetasemete absoluutsed kõrgused, hüdroisohüpsid ja põhjavee liikumise suunad

- 1.3. Raua kõrge sisaldus ja suured oksüdeeritavuse näitajad ei ole põhjavee reostuse indikaatorid, vaid nende kõrge sisaldus on põhjustatud kõrvalasuva Keava raba vee mõjust.
- 1.4. Ammooniumi kõrgendatud sisaldus Linnaaluste küla puurkaevude, sealhulgas ka Männiku talu kaevu vees, on ilmselt põhjustatud orgaanilise aine anaeroobsest lagunemisest Keava rabas, mitte endiste ammoniaagiveepaakide lekkest ega Maasikmäe ja Kungla talu loomapidamisest.
- 1.5. Värvainega (fluorestsiiiniga) tehtud katsed näitasid, et Kungla talus ärajuhitud heitvesi ei satu otse põhjavette ning põhjavette lastud värvaine ega reostus ei liigu Männiku talu suunas.
- 1.6. Uuritud puurkaevude nivelleerimiskäiguga määratud põhjaveetaseme absoluutkõrgused võimaldavad täpsustada põhjavee liikumise suunda. Põhjavee liikumine toimub Keava raba poolt otse läände, mistõttu ka Maasikmäe ja Kungla talu heitvesi ei saa mõjutada Männiku talu kaevu vee kvaliteeti.
- 1.7. Männiku talu kaevu vee halb kvaliteet ei ole põhjustatud mitte antropogeensest reostusest, vaid on Linnaaluste küla põhjavee looduslik omapära, mis on tingitud Keava raba naabrusest.
- 1.8. Parema kvaliteediga vett, mis ei ole mõjutatud sooveest, võib saada sügavamatest veekihtidest, kuid kõrgendatud rauasisaldus ja ammooniumi esinemine ei ole ka seal välistatud. Uute kaevude rajamisel peaks Linnaaluste külas hea põhjavee saamiseks rakendama kiht-kihilist proovimist.

KASUTATUD KIRJANDUS

Trükitööd

Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid. Sotsiaalministri 31. juuli 2001. a. määrus nr. 82.

Joogivee tootmiseks kasutatava või kasutada kavatsetava pinna- ja põhjavee kvaliteedi- ja kontrollinõuded. Sotsiaalministri 2. jaanuari 2003. a. määrus nr. 1.

Käsikirjad

Jõgi, T. jt., 1973 – Ёйги Т., Эльтерманн Т. и др., 1973. Отчет по поискам подземных вод для водоснабжения города Таллина (комплексная геолого-гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка м-ба 1:50 000). EGF 3237.

A.-L. Treialt, 2002. Raplamaa Kehtna valla Linnaaluste küla talukaevude reostusprobleemid. Hüdroteoloogiline ülevaade.

TEKSTILISAD

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

EAK poolt akrediteeritud katselabor
registreerimisnumbriga L093

Kadaka tee 82, 12618, Tallinn
tel.6 720074/ 052 562 98

VEE ÜLDANALÜÜSI TULEMUSED

TELLIJA: HÜDROGEOLOOGIA OSAKOND

OBJEKT: 40-66 Raplamaa, Kehtna vald
Linnaaluste küla

Tellimus nr. V03-308
Kuupäev: 29.08.03

Analüüsitava komponent: NH₄, NO₂, NO₃
Meetod fotokolorimeetria / standardi nr. G4192-82, G18826-71
Analüüsitava komponent: Fe²⁺, Fe^{üld}
Meetod fotokolorimeetria / standardi nr. G4011-72
Analüüsitava komponent PHT
Meetod tiitrimine / STV-4

Proovi võtu koht, Mõõtühik	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Fe 2+	Fe üld	PHT	
Pr. võtu kuupäev							
Männiku talu	mg/l	1,94	0,004	<0,4	3,14	3,32	14,6
Kungla talu	mg/l	4,22	0,005	<0,4	4,25	4,34	13,4
Maasikmäe talu	mg/l	<0,05	0,005	6,3	0,08	0,12	0,8
Kunilepa talu	mg/l	8,21	0,004	<0,4	6,75	6,94	15,1
Keava soo	mg/l	1,03	<0,003	<0,4			27,5
Proovid võetud							
25.08.03							
Analüüs tehtud							
26.08.03							
Määram.al.piir	mg/l	0,05	0,003	0,4	0,05	0,05	0,2

Analüütik: V.Kalašnikova
N. Balabina

Mare Kalkun
labori juhataja

EESTI GEOLOOGIAKESKUSE LABOR

EAK poolt akrediteeritud katselabor
registreerimisnumbriga L093

Kadaka tee 82, 12618, Tallinn
tel.6 720074/ 052 562 98

VEE ÜLDANALÜÜSI TULEMUSED**TELLIJA: HÜDROGEOLOOGIA OSAKOND**

OBJEKT: 40-66 Raplamaa, Kehtna vald
Linnaaluste küla

Tellimus nr. V03-357
Kuupäev: 19.09.03

Analüüsitava komponent: NH₄, NO₂, NO₃
Meetod fotokolorimeetria / standardi nr. G4192-82,G18826-71
Analüüsitava komponent: Fe²⁺,Feüld
Meetod fotokolorimeetria / standardi nr. G4011-72
Analüüsitava komponent PHT
Meetod tiitrimine / STV-4

Proovi võtu koht, Mõõtühik	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Fe 2+	Fe üld	PHT
Pr. võtu kuupäev						
Lauri-Vanakõrtsu t. mg/l	0,54	<0,003	<0,4	2,54	2,71	14,2
Nurme talu mg/l	0,55	<0,003	<0,4	4,31	4,35	13,4
Tänava talu mg/l	1,36					11,0
Kaevu talu mg/l	0,08					6,6
Nõmme talu mg/l	0,12					7,2
Tarsi talu mg/l	0,23			3,53	3,6	11,0
Keava madal soo mg/l	0,54					86,0
Proovid võetud						
17.09.03						
Analüüs tehtud						
19.09.03						
Määram.al.piiir mg/l	0,05	0,003	0,4	0,05	0,05	0,2

Analüütik: V.Kalašnikova
N. Balabina

Mare Kalkun
labori juhataja

Vee analüüsi kvaliteedinäitajate korratavus

Komponent	Sisaldus	Korratavus	Täpsus	Määramatus
NH ₄	<0,5 mg/l	4%	4%	5,5%
	>0,5 mg/l	2%	2%	3%
NO ₂	<0,05 mg/l	5%	4,5%	6,5%
	>0,05 mg/l	1,3%	1,3%	2%
NO ₃	<10 mg/l	3%	3%	4%
	>10 mg/l	2%	2%	3%
Fe	<0,5 mg/l	3,4%	3,4%	5%
	0,5–1,0 mg/l	2,3%	2,3%	3,2%
	>1,0 mg/l	2,1%	2,1%	3%
PHT		5%		5%

Koostas laborijuhataja M. Kalkun