

Tellija: Lüganuse vallavalitsus

AS Maves töö nr 17017

**Roodu aiandusühistu territooriumil põhjavee tõusust põhjustatud keskkonnohtlikkuse
hindamine ning leevendusmeetmete väljatöötamine**
Riigihange viitenumber 181411

Vastutav täitja: Indrek Tamm



KESKKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS

Projekt 12861 on finantseeritud Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt keskkonnaprogrammist

Tallinn –Tartu 2017

Sisukord

1	Sissejuhatus.....	4
1.1	Taustateave	6
2	Ala hüdrogeoloogiline situatsioon	7
3	Roodu aiandusühistu territooriumil tekkinud liigniiskuse võimalikest põhjustest varasemate tööde põhjal	12
3.1	Ülevaade Aidu karjääri veetasemete muutuste mõju uuringutest	12
4	Käesoleva töö raames teostatud tööd	18
4.1	Väliuuringute I etapi tööde kirjeldus	18
4.2	Väliuuringute II etapi tööde kirjeldus	23
5	Väliuuringute tulemused	25
5.1	Veetasemed	25
5.2	Põhjavee kvaliteet ja seda mõjutavad tegurid	26
5.3	Roodu põhjaveemudel	29
5.3.1	Põhjavee modelleerimise järelused	41
5.3.2	Roodu aiandusühistu ala kuivendusvariantide analüüs	41
6	Kokkuvõte	45
6.1	Veevarustus	45
6.2	Liigniiskus	46
6.3	Soovitused kuivenduseks	47
7	Kasutatud kirjandus	49

Aruande joonised

Joonis 1	Geoloogiline situatsioon Roodu aiandusühistu juures	9
Joonis 2	EKUK 2015 a reostusuuringu punktid ja reostunud ala	10
Joonis 3	Ida-Virumaa geoloogilise ehituse, litoloogia, hüdrogeoloogiliste üksuste ja põhjaveekogumite korrelatsioon	11
Joonis 4	Väljavõte aruande „Veebilansside koostamine valgaladel. Kaevandusvee bilanss. Eesti Geoloogiakeskus [9] joonisest 14	13
Joonis 5	Väljavõte EGK aruande joonistest 18 ja 19 [9], põhjavee samakõrgusjooned näitavad Aidu karjääri suunast põhjavee liikumist Roodu aiandusühistu piirkonda	14
Joonis 6	Väljavõte EGK aruande joonisest 2-20 [7], põhjavee samakõrgusjooned näitavad Aidu karjääri suunast põhjavee liikumist Roodu piirkonda	15
Joonis 7	Roodu aiandusühistus inventeeritud kaevude ja rajatud puuraukude asukohad ning mõõdetud veetasemete absoluutkõrgused	20
Joonis 8	Kõrguste ja veetasemete ning skemaatiline alal esinevate pinnaste profiil Püssi alajaama tee äärselt lõuna poole Kohtla jõeni	21
Joonis 9	Kohtla jõe pikiprofiil vaadeldaval alal	22
Joonis 10	Modelleeritava ala paiknemine ja mudeliruuistik	31
Joonis 11	Mudelis kasutatud ääritingimused	32

Joonis 12 Roodu põhjaveemudeli lõuna-põhja suunaline profiil piki mudeliveergu 61 ja arvutatud veetasemed mudelikihis 1 aastatel 2012 ja 2017 (aastal 2012 on mudelikiht 1 valdavalt kuiv)	33
Joonis 13 Roodu põhjaveemudeli poolt arvutatud veetasemed Roodu aiandusühistus ja Aidu karjääris	34
Joonis 14 Aidu karjääri ümbruse põhjaveeseire puuraukude paiknemine.....	36
Joonis 15 Põhjavee taseme seire Aidu karjääri lähikonnas Enefit Kaevandused AS andmetel ja Roodu põhjaveemudeli alal arvutatud veetasemed	37
Joonis 16 Roodu põhjaveemudeli arvutatud mudelikihi 1 (tinglikult Kvaternaarisetted) põhjaveetasemed.....	38
Joonis 17 Roodu põhjaveemudeli arvutatud mudelikihi 2 (tinglikult Kvaternaarisetted, pluss 0.1-4 meetrit lubjakive) põhjaveetasemed	39
Joonis 18 Roodu põhjaveemudeli arvutatud veetasemed mudelikihis 4 (Lasnamäe-Kunda veekiht).....	40
Joonis 19 Kavandatud kuivenduskraavide ning 2017 a uuringupunktide paiknemine ja EKUK 2015 aasta jääkreostuse uuringu [5] järgne reostunud pinnasega ala	43
Joonis 20 Modelleeritud veekihtide veetasemed kõrgperioodil (vasakpoolsed kolm pilti) ja peale täiendavate kraavide rajamist (parempoolsed kolm pilti)	44

Aruande lisad

Lisa 1 Laborianalüüside tulemused

Lisa 2 Laborianalüüside tulemuste originaalaktid

Lisa 3 Kaevude inventuuri andmed

Lisa 4 Rajatud puuraukude kirjeldused

Lisa 5 Koostatud põhjaveemudeli arvutatud veetasemed kihis 1.avi

Lisa 6 Vanad Roodu veeanalüüsid

Lisa 7 Roodu aiandusühistu territooriumi liigniiskuse vähendamise eelprojekt, AS Kobras

1 Sissejuhatus

Vastavalt lähteülesandele on töö eesmärk välja selgitada Lüganuse vallas, Roodu külas, Roodu aiandusühistu kinnistutele ja hoonetesse tungiva liigvee päritolu ning põhjavee taseme tõusu põhjus. Leida lahendus ja pakkuda meetmed liigvee kõrvaldamiseks ning põhjavee tõusu mõju vähendamiseks ehitistele, kinnistute joogiveele, Kohtla jõe jääkreostusest tingitud joogivee reostusohu vähendamiseks.

Töö käigus analüüsiti uuringuala puudutavaid erinevaid uuringuaruandeid ja koostati Aidu karjääri põhjaosani ulatuv kõrgusmudel Maa-ameti LIDAR andmetest¹. Kokku inventeeriti 18 puurkaevu ning looditi nende kaevude manteltorude absoluutkõrgused. Inventuuri andmed on toodud käesoleva aruande lisas 3. Täppis GPS-ga määrati Kohtla jõe veetase 4 kohas, veetase Roodu 10 maja keldris ja kolme kraavitrubi juures ning Aidu karjääris ja kaevandusmuuseumisse minevast teest põhja poole jäävas kahes vanas tranšees.

Uurimispiirkonna pinnakatte, geoloogise lõike, veetasemete, reostuse leviku täpsustamiseks ning võimalike kuivenduslahenduste jaoks oluliste andmete saamiseks rajati 29 pinnasepuurauku, lisaks veel neli manteldatud puurauku veetasemete mõõtmiseks ning veeproovide võtmiseks. Rajatud puuraukude kirjeldused on toodud käesoleva aruande lisas 4. Välitööde lõppemisel likvideeriti kõik rajatud pinnasepuuraugud ja tamponeeriti kõik veetaseme vaatluspuuraugud vastavalt kehtivatele nõuetele.

Veetasemeid mõõdeti välitööde perioodil märts-august 2017 kaevudes ja rajatud vaatluspuuraukudes 3-5 korda. Rajatud puuraukudest võeti 7 pinnaseproovi pinnase koostise täpsustamiseks (laborisse saadeti analüüsimeks neist 4) ja lisaks 4 pinnaseproovi Kohtla jõeoru alal reostatuse täpsustamiseks (laboris analüüsiti fenoolid ja naftasaadused).

24.05.2017 tehti Roodu aiandusühistu kive täis olnud Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi kaevu 19630 puhastus. Veeproovid neljast vaatluspuuraugust ja kuuest kaevust võttis AS Maves spetsialist Artto Pello (atesteerimistunnistus 1310/15). Lisaks ohtlikele ainete määramisele võeti viis veeproovi veekeemia üldanalüüsiks.

Kõik pinnase- ja veeanalüüsid tehti Eesti Keskkonnauuringute Keskuse ja Eesti Geoloogiakeskuse laborites, analüüsitulemused on esitatud käesoleva aruande lisades 1 ja 2.

Varasemate Eesti Geoloogiakeskuse modelleerimiste ja ala kuivenduslahenduste täpsustamiseks koostati käesoleva töö raames vastav Roodu põhjaveemudel (arvutatud veetasemed kihi 1 on toodud käesoleva aruande lisa 5 videfailis).

Roodu aiandusühistu territooriumi liigniiskuse vähendamise eelprojekti ja selle jaoks vajalikud välitööd tegid AS Kobras spetsialistid Erki Kõnd ja Martin Võru (aruande lisa 7).

Käesoleva uuringuaruande koostas AS Maves spetsialist Indrek Tamm, välitöödel osalesid AS Maves spetsialistid Eik Eller, Mati Salu, Tõnu Aamisepp, Karl Kupits, Madis Osjamets ja Artto Pello.

¹ LIDAR kõrgusandmed osteti vastavalt AS Maves ja Maa-ameti vahelisele lepingule nr: KA-2996



Foto 1 Novembris 2016 oli roodu aiandusühistu idaosa suvilate ala valdavalt vee all (fotod Roodu AÜ elanikelt ja Lügánuse valla ametnikelt)

1.1 Taustateave

Aiandusühistu Roodu asub Lüganuse valla territooriumil. Aiandusühistut piirab lõuna poolt Kohtla jõgi ja raudteeliin, põhja poolt soise pinnaga eramets². Aiandusühistus on 32 krunti, ühe krundi omanik on püsielanik. Suvekuudel elavad peaaegu kõikide kruntide omanikud kohapeal.

Peale Aidu karjäärist vee väljapumpamise lõpetamist³ olevat 2013. aasta sügisest aiandusühistu Roodu aiamajade keldrites⁴ pidevalt pool meetrit vett. Reljeefis madalamal paiknevad krundid olid 2016 a novembris üle ujutatud (vaata foto 1). Aiamajade kuivkäimlate kogumiskastid täituvad nüüd pinnaveega ja reostunud vesi tungib keldritesse, mis aitab kaasa hallituste tekkimisele. Käesoleval ajal puudub aiandusühistu liikmetel täielikult joogivee kasutamise võimalus. Roodu aiandusühistu ehitised on ehitisregistris alates 1993. Aiamajad rajati eelmise aastatuhande kahekskümnendate aastate alguses. Aidu karjäär avati 1974. aastal. Seega asustati ala ajal kui 2.4 km kaugusel lõunapool paiknev Aidu karjäär vaadeldavat ala juba kuivendas.

Olemasolevad NL aegsed madalad puurkaevud (sügavus on 7-14 m), mis projekti järgi puuriti üks kaev kahe krundi peale, olid aiandusühistus ette nähtud kastmisvee võtmiseks. Joogivee saamiseks oli Roodu aiandusühistul ette nähtud O-C veekihi kaev (katastrinumber on 19630⁵), mis puuriti aastal 1987, kuid kaevu lõplik väljaehitamine jäi pooleli. Keskkonnaregistris on üks üldnäitajate veeanalüüs 11.09.1987. Märtsis 2017 oli puurkaev 19630 kive täis, kaev pole kohalike elanike sõnul kunagi töös olnud.

Vallavalitsuse seisukohalt vajab see O-C veekihi puurkaev puhastamist, veeanalüüsi, lõplikult valmis ehitamist ja võimaluse korral veetorustiku viimist majadeni.

Kohtla kaevanduse sulgemise järel (2001) olevat vesi Kohtla jões muutunud puhtamaks ja enne 2013. aasta sügist oli madalate kaevude vesi aiandusühistu territooriumil kõlblik majapidamises kasutamiseks ning sealsed elanikud said vett tarvitada ka söögi tegemiseks, pesemiseks ehk igapäevaste vajaduste rahuldamiseks. Tollest ajast veeanalüüse teada ei ole.

Alates aastast 2013 sügisest, (peale Aidu karjääri sulgemisest) olevat Roodu aiandusühistu territooriumil tõusnud pinnasevee tase ja vesi kaevudes muutunud kõlbmatuks. Peale Aidu karjäärist vee väljapumpamise lõpetamist stabiliseerus veetase karjääris 2014. aasta keskel abs kõrgusel ~42,0 m [6].

Kui enne Aidu karjääri sulgemist oli kevadeti suurveeajal vett lühiajaliselt vaid mõnes keldris, siis tänaseks olevat uputus keldrites aastaringselt.

Kohtla jõe säng on reostunud õlijääkidega (vaata joonis 2) ja seal olevad õlised pasta ja asfaldilaadsed setted võivad vähendada Kohtla jõe drenivaid omadusi⁶.

² Jänsekapsa-kõdusoo, jänsekapsa-mustika, karusambla-mustika, raba ja sinika metsatüübid

³ 2012. aasta teisest poolest, septembris 2012 suleti viimased karjäärivee pumbajaamad

⁴ Kui suvilate ehitusaajal saadi keldreid rajada, pidi see ala sellal olema kuiv. Maapind on AÜ Roodu alal 1-2 m ülalpool Roodu jõe veetasest.

⁵ Keskkonnaregistri järgi on selle kaevu sügavuseks 50.8 m, maapinna abs kõrgus 41.6m, pinnakatet on 2.1m, aluspõhja avamiseks on Uhaku lade, 34 m sügavusest algab argilliit mida on vaid 1 m, siis on kvartsliivakivi ja „veisavi“, sügavusvahemikus 35-47.8 m on filter. Kaevu 19630 erideebit on 0.375 l/s*m.

⁶ Lisaks tuleb arvestada ka võimalusega, et 40 aastat puudus või esines vaid suureveeajal Ordoviitsiumi veekihi põhjavee väljavool Kohtla jõkke. Enamasti imbus Kohtla jõe vesi lubjakividesse ja jõepõhjaks oleva lubjakivi lõhed

2 Ala hüdrogeoloogiline situatsioon

Roodu aiandusühistu ala pinnakattes levivad peamiselt liustiku- ja jääjärvesetted. Mulla või täitekihi all levib laiguti peenliiva, selle all esineb rasket saviliiva ja saviliivmoreeni, kohati liiv-savimoreeni (vaata lisa 4). Kvaternaarisetete paksus on valdavalt 1-2.6 m, olles väiksem Kohtla jõe orus, kus jõesetted levivad saviliivakihil või aluspõhjal.

Kvaternaarisetete all levivad Kesk-Ordoviitsiumi ladestiku Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu (O_2kr) savikad sinakashalli värvusega lubjakivid ja merglid⁷ (joonis 1). Kõrgekalda kihistu paksus Roodu aiandusühistu alal on 6-7 m, mõned kilomeetrid lõuna pool kuni 15 meetrit. Kui Kõrgekalda kihistu on kaugemal lõuna pool kaetud ülal lasuva Kukruse lademe Viivikonna kihistu (O_3vv) lubjakividega ja põlevkiviga, siis seal moodustab Kõrgekalda kihistu Uhaku suhtelise veepideme⁸.

Roodu aiandusühistu alal on seega Uhaku suhtelise veepideme kivimite avamusala ja pinnakatte all olevate lubjakivide veejuhtivus pole suur, kuid tõenäoliselt esineb avamusala lubjakivide ülaosas vett andvaid lõhesid. Avamusalal on Kõrgekalda kihistu kivimite vettpidavad omadused halvemad kui lõuna pool. Kui kaardistamise andmetel (kaardilehed 6443 ja 6444) on kogu karbonaatkivimite veekompleksi keskmine filtratsioonikoefitsient 8.1 m/d, siis Uhaku lademes on see enam kui kümme korda väiksem, 0.7 m/d.

Uhaku lademe all levivad Lasnamäe lademesse kuuluvad Vao kihistu (O_2v) valkjashallid lubjakiviga paksusuga 8-9 m. Lasnamäe lademe all levivad ülalt alla Aseri, Kunda, Volhovi ja Billingeni lademetel lubjakivid. Neist olulisema paksusega (6-8 m) on Kunda lademesse kuuluv Loobu kihistu (O_2lb) lubjakivikiht. Teiste lademetel karbonaatsetes kivimites väljaeraldatud kihistute paksused jäävad alla meetri. Kokku on Ordoviitsiumi karbonaatsete kivimite paksus Roodu aiandusühistu alal ca 30 m (puurkaev 19630 andmetel).

Uhaku suhtelise veepideme all paiknevad karbonaatkivimid moodustavad Lasnamäe-Kunda veekihi, mille alumiseks veepidemeks (Ordoviitsiumi veepide) on Varangu kihistu savid ja Türisalu kihistu diktüoneemakilt. Taolise veepideme paksus on vaadeldaval alal 2-3 m.

Ordoviitsiumi veepideme all paiknev Ordoviitsiumi-Kambriumi veekiht ($O-C$) levib Kallavere (Ordoviitsium) ja Tsitre ning Tiskre kihistu (Kambrium) peeneterises liivakivis ja jämeterises aleuroliidis, $O-C$ veekihi paksus on 15-25 m.

Roodu aiandusühistu alast lõuna pool Aidu karjääri juures on Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu peal välja eraldatud alt üles järgmised Ülem-Ordoviitsiumi karbonaatkivimite kihid: Viivikonna, Tatruse ja Kahula kihistud, need kuuluvad Kukruse ja Haljala (Idavere, Jõhvi) lademetesse. Kukruse lade on esindatud Viivikonna kihistuga (O_3vv), mille paksus on 10-16 m. Selle peal lasuva Haljala lademe Idavere kihistu (O_3id) karbonaatkivimite paksus on 5-8 m ja Jõhvi kihistu (O_3jh või O_3kh_1) karbonaatkivimite paksus on 9-10 m. Idavere kihistu filtratsioonikoefitsient on kaardistamise andmetel väike - 0.3 m/d ja teda on vaadeldud kohati ka nõrga veepidemena (vaata joonis 3).

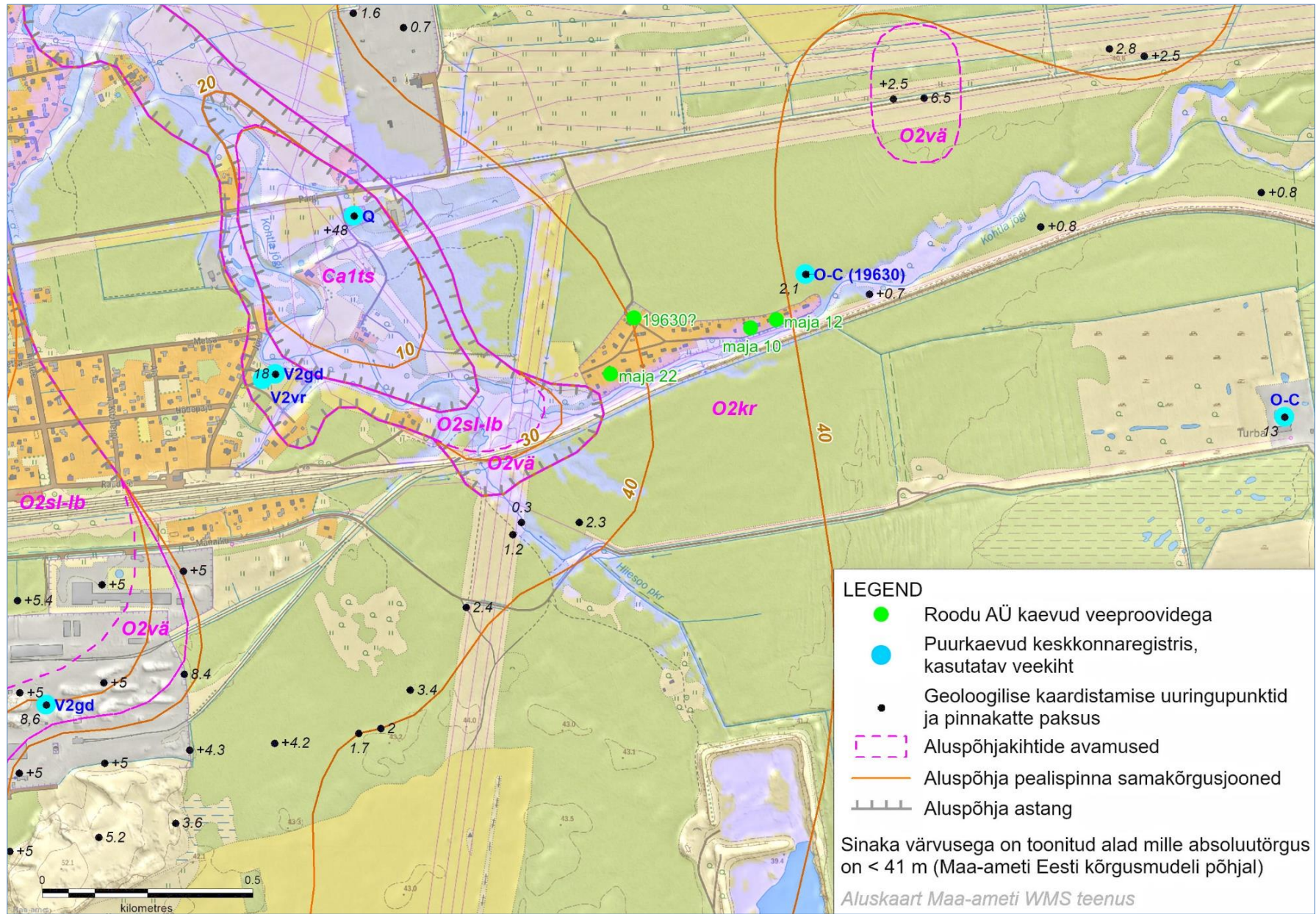
Väikese veejuhtivusega aluspõhjakivimid (Uhaku suhtelise veepideme avamusala) ja lauge relieef on kindlasti üheks Roodu aiandusühistust põhja poole jäävate maaparandussüsteemide

võivad tänaseks olla ummistunud. Ummistumine vähendaks Kohtla jõe drenivaid omadusi, mis vajalikud peale põhjaveetaseme tõusu johtuvalt Aidu karjääri lõpetamisest.

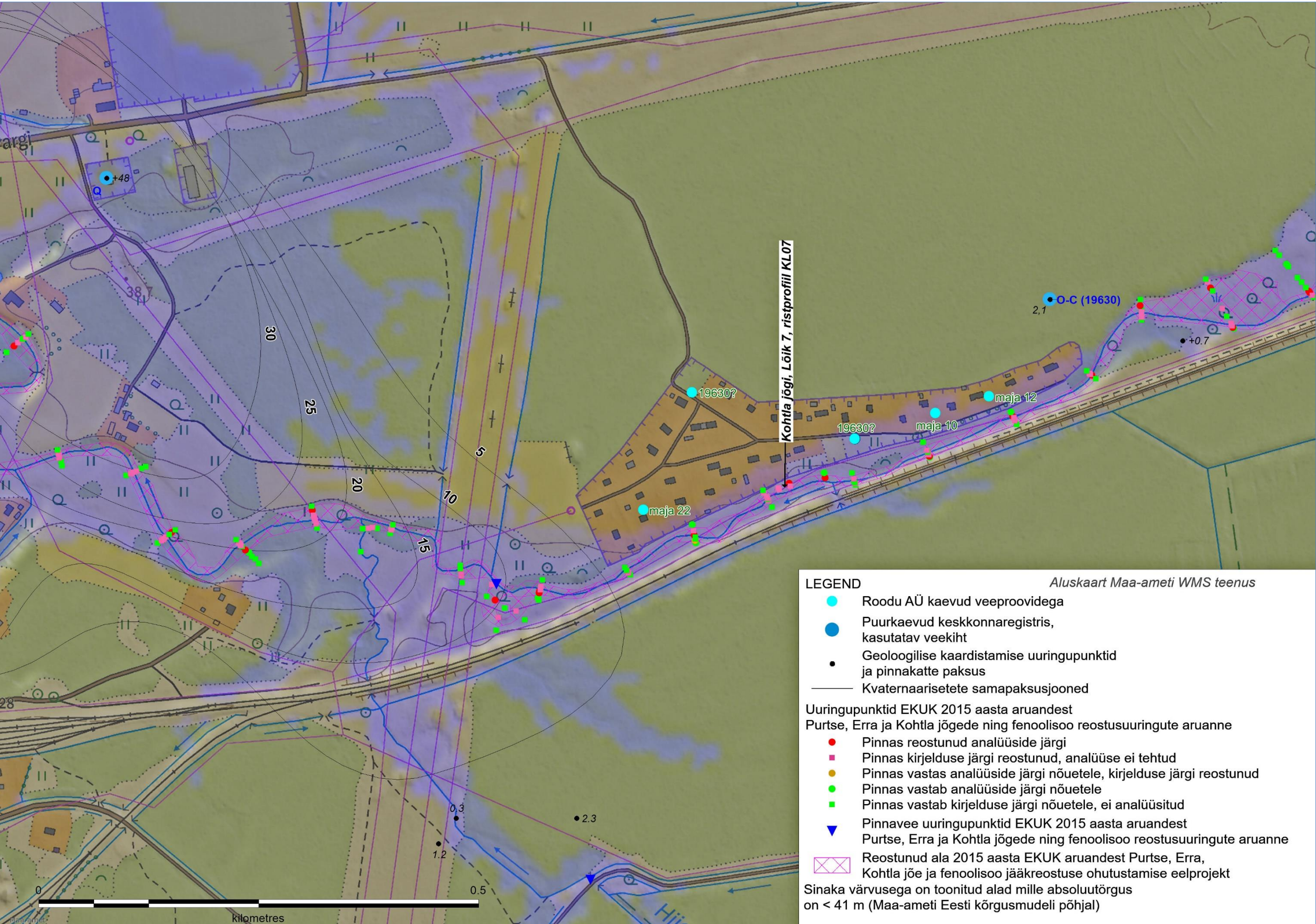
⁷ Eesti geoloogilise baaskaardi Kiviõli(6443) ja Kohtla-Järve (6444) kaardilehtede aruannete järgi

⁸ Kõrgekalda kihistu avamusalal on kihistu kivimite vettpidavad omadused tõenäoliselt halvemad

ehitamise põhjuseks, kuid vett halvasti juhtivate lubjakivide esinemine piirkonnas ei seleta viimastel aastatel liigniiskuse lisandumist Roodu aiandusühistu alal.

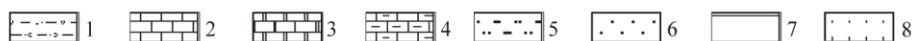


Joonis 1 Geoloogiline situatsioon Rõdu aiandusühistu juures



Joonis 2 EKUK 2015 a reostusuuringu punktid ja reostunud ala

Ladestu	Ladestik	Lade	Kihi indeks	Paksus, m	Litoloogiline tulp	Hüdrogeoloogiline üksus	Põhjaveekogumi nimetus ja nr
Kvaternaar (Q)			Q	0.5 – 77.0		Kvaternaari põhjaveekiht	Vasavere (27)
Devon (D)	Kesk (D ₂)	Narva	D ₂ nr	kuni 31.5		Sporaadiliselt vettandev Narva põhjaveekiht	Kesk-Alam-Devon (22)
						Narva veepide	
Ordoviitsium (O)	Ülem (O ₃)	Pirgu	O ₃ prg	36.3–47.3		Pirgu põhjaveekiht	Ordoviitsiumi Ida-Viru (6) ja Ordoviitsiumi Ida-Viru põlevkivi-basseini (7)
		Vormsi	O ₃ vr	6.05–14.0		Vormsi nõrk veepide	
		Nabala	O ₃ nb	28.6–43.9		Nabala–Rakvere põhjaveekiht	
		Rakvere	O ₃ rk	8.0–13.3		Oandu suhteline veepide	
		Oandu	O ₃ on	0.70–4.95		Keila–Jõhvi põhjaveekiht	
		Keila	O ₃ kl	7.0–15.5		Jõhvi–Idavere nõrk veepide	
		Haljala	O ₃ jh	6.5–13.6		Idavere–Kukruse põhjaveekiht	
		Idavere	O ₃ id	2.47–9.35			
	Kesk (O ₂)	Kukruse	O ₃ kk	6.30–19.15			
		Uhaku	O ₂ uh	9.75–20.5		Uhaku suhteline veepide	
		Lasnamäe	O ₂ ls	5.8–12.5		Lasnamäe–Kunda põhjaveekiht	
		Aseri	O ₂ as	1.17–5.40			
	Alam (O ₁)	Kunda	O ₂ kn	5.15–9.0			
		Billingeni (Volhovi)	O ₁ vl	1.85–6.0			
		Hunnebergi (Latorpi)	O ₁ lt	0.05–2.6		Siluri-Ordoviitsiumi regionaalne veepide	
		Varangu	O ₁ vr				
Kambrium (Ca)	Alam (Ca)	Pirita	Ca ₁ pr	11.5–21.95		Ordoviitsiumi–Kambriumi põhjaveekiht	Ordoviitsiumi–Kambriumi (5)
		Tiskre kihistu					
Vend (V)	Ülem (V ₂)	Lontova	Ca ₁ ln	31.8–45.2		Lükati–Lontova veepide	Kambriumi–Vendi Voronka (2)
		Kotlini	V ₂ kt	29.9–44.9		Voronka põhjaveekiht	Kambriumi–Vendi Gdovi (1)
				13.2–36.0		Kotlini veepide	
				11.7–45.9		Gdov põhjaveekiht	
				26.6–46.5			
Meso-Paleoproterosoikum (PR)			PR ₂₋₁	186+		Kristalne aluskord	



Litoloogia: 1 - moreen; 2 - lubjakivi; 3 - dolomiit; 4 - mergel; 5 - aleuriit; 6 - liiv ja liivakivi; 7 - savi; 8 - gneiss ja graniit

Joonis 3 Ida-Virumaa geoloogilise ehituse, litoloogia, hüdrogeoloogiliste üksuste ja põhjaveekogumite korrelatsioon

Joonise 1-4 põhjal aruandest “Eesti põlevkivimaardla põhjaveearule hinnangu andmine”, Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn 2010.

3 Roodu aiandusühistu territooriumil tekkinud liigniiskuse võimalikest põhjustest varasemate tööde põhjal

Nagu peatükis 2 öeldud, on hea veejuhtivusega põhjaveekihte moodustavad lubjakivikihid (Lasnamäe-Kunda põhjaveekiht) Roodu aiandusühistu alal kaetud vett vähem juhtiva Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu savikate lubjakivide ja merglitega, mis moodustavad lõunapool Uhaku suhtelise veepideme⁹.

Väikese veejuhtivusega aluspõhjakiivimite levikualal võib mõnikord aluspõhja peal olev murenemiskoorik moodustada eraldi vettjuhtiva kihi¹⁰, kuid Roodus tehtud pinnaseuuringud ja kaevude inventuur taolise vettjuhtiva murenenud aluspõhja ülaosa esinemist ei kinnitanud.

Kuna Roodu aiandusühistust kaugemal põhjas paiknevate olemasolevate kuivendussüsteemide lõunapoolsed kraavid olid töökorras ja puudub vett juhtida võiv murenemiskoorik lubjakividel, pole sealsete maaparandusehitiste seisukorra muutus liigniiskuse lisandumise põhjuseks Roodu aiandusühistu alal.

3.1 Ülevaade Aidu karjääri veetasemete muutuste mõju uuringutest

Tavaliselt põlevkivikarjääri kuivenduse mõju maapinnalähedases veekihis kaugemal kui 2 km ei avaldu. Maapinnalähedases põhjaveekihis summutavad sademed, pinnaveekogud ja maaparandussüsteemid karjääri kuivenduse mõju leviku kaugemale.

Eesti põlevkivibasseini alal on teada, et kaevandamise veekõrvaldusest tulenev põhjaveetaseme alanemine levib kõige kaugemale Lasnamäe-Kunda põhjaveekihis¹¹. Seega ei saa välistada Roodu aiandusühistu territooriumil liigniiskuse põhjusena Lasnamäe-Kunda põhjaveekihi survetasemete tõusu johtuvalt Aidu karjääri veetaseme taastumisest absoluutkõrgusele 42 m. Liigniiskuse taolisele lisandumise (kaevandamiseelse olukorra taastumisel) võimalikkusele viitavad Jõhvi ja Kohtla-Järve alal läbiviidud vastavad uuringud (liigniiskus tekkis seal peale Tamiku ja Kohtla põlevkivikaevanduste sulgemist).

Aruande „Hüdrogeoloogiliste muutuste prognoosid seoses Uus-Kiviõli kaevanduse avamise ja Aidu karjääri sulgemisega“ [1] põhjaveemudelil näidatud modelleeritav ala Roodu aiandusühistu alani ei ulatunud ja Roodu aiandusühistu liigniiskuse lisandumist seetõttu selles aruandes ei prognoositud.

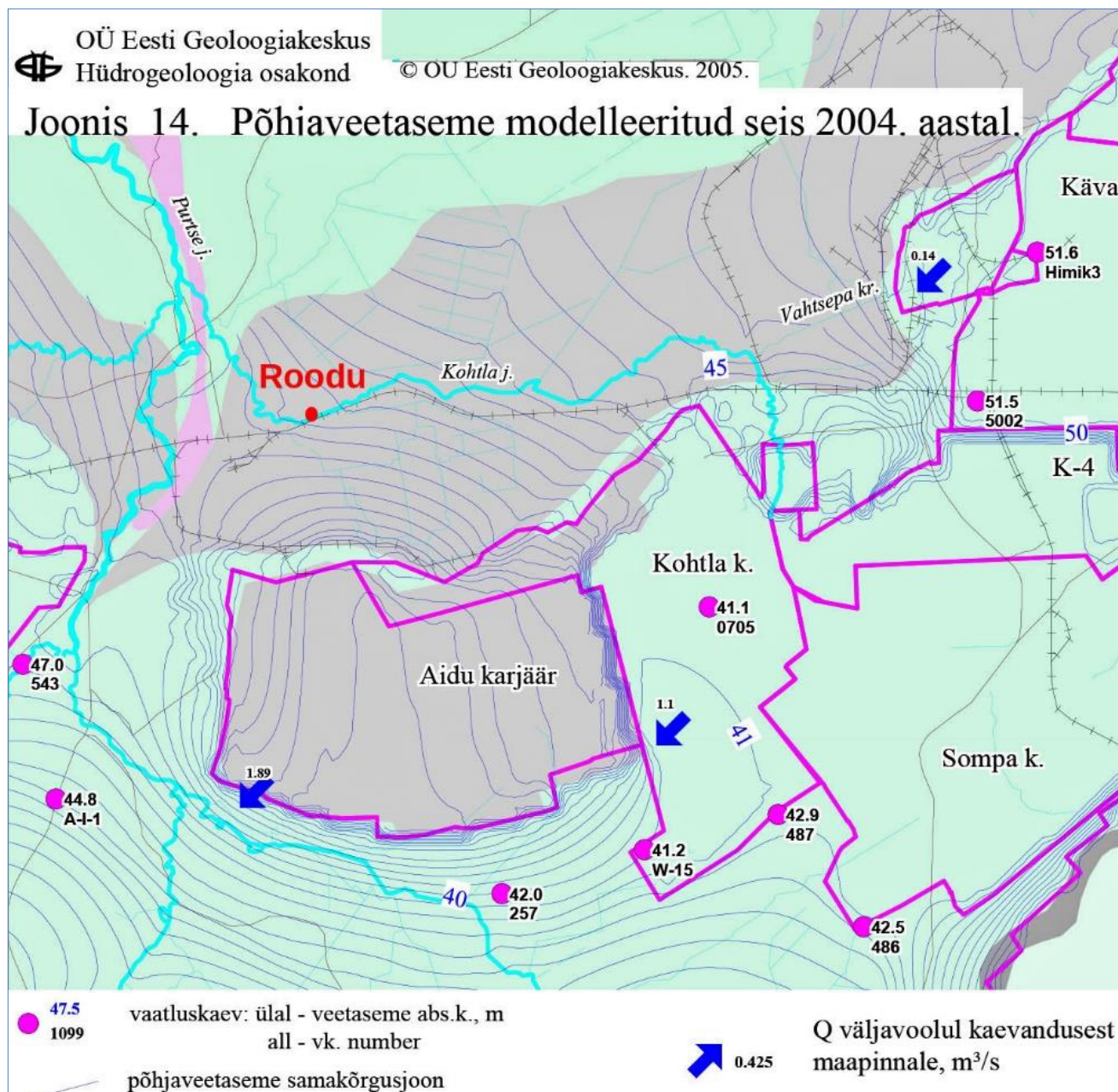
Roodu aiandusühistu alal toimuda võivatest muutusi ei käsitleta ka KMH aruandes „Aidu karjääris kavandatava kaevandamise sulgemise keskkonnamõju hindamise aruanne“ [2]. Piirdutakse lausega, et Aidu karjääriväljal taastub vee looduslik tase tranšeedes eeldatavalt 42 m abs kõrgusele. Sama öeldakse ka Aidu karjääri kaevandamise lõpetamise ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise projektis [3].

Keskkonnatehnika 3/2006 artiklis „Põlevkivi kaevandamise mõju põhjaveele“ (R.Perens, L.Savitski, Eesti Geoloogiakeskus) esitatud joonis 6 näitab karjääri tööaastal 2005 põhjavee voolu Kohtla jõest Aidu töötava karjääri suunas[4]. Analooget põhjavee voolu Kohtla jõest Aidu karjääri poole näitavad karjääri töötades ka joonised 14 ja 17 Eesti Geoloogiakeskuse aruandest „Veebilansside koostamine valgaladel. Kaevandusvee bilanss“ [9], vaata käesoleva aruande joonis 4.

⁹ alal kus Uhaku lademe peal levivad Viivikonna kihistu lubjakivid

¹⁰ Taoline situatsioon on näiteks Tallinna lennuvälja ümbruses.

¹¹ Maapinnalt esimeses, Nabala–Rakvere veekihis ulatub alanduslehtri raadius keskmiselt 1 km üle kaevandustööde piiri, Keila–Kukruse veekihis 6–7 km ja Lasnamäe–Kunda veekihis 25 km ringis [4].



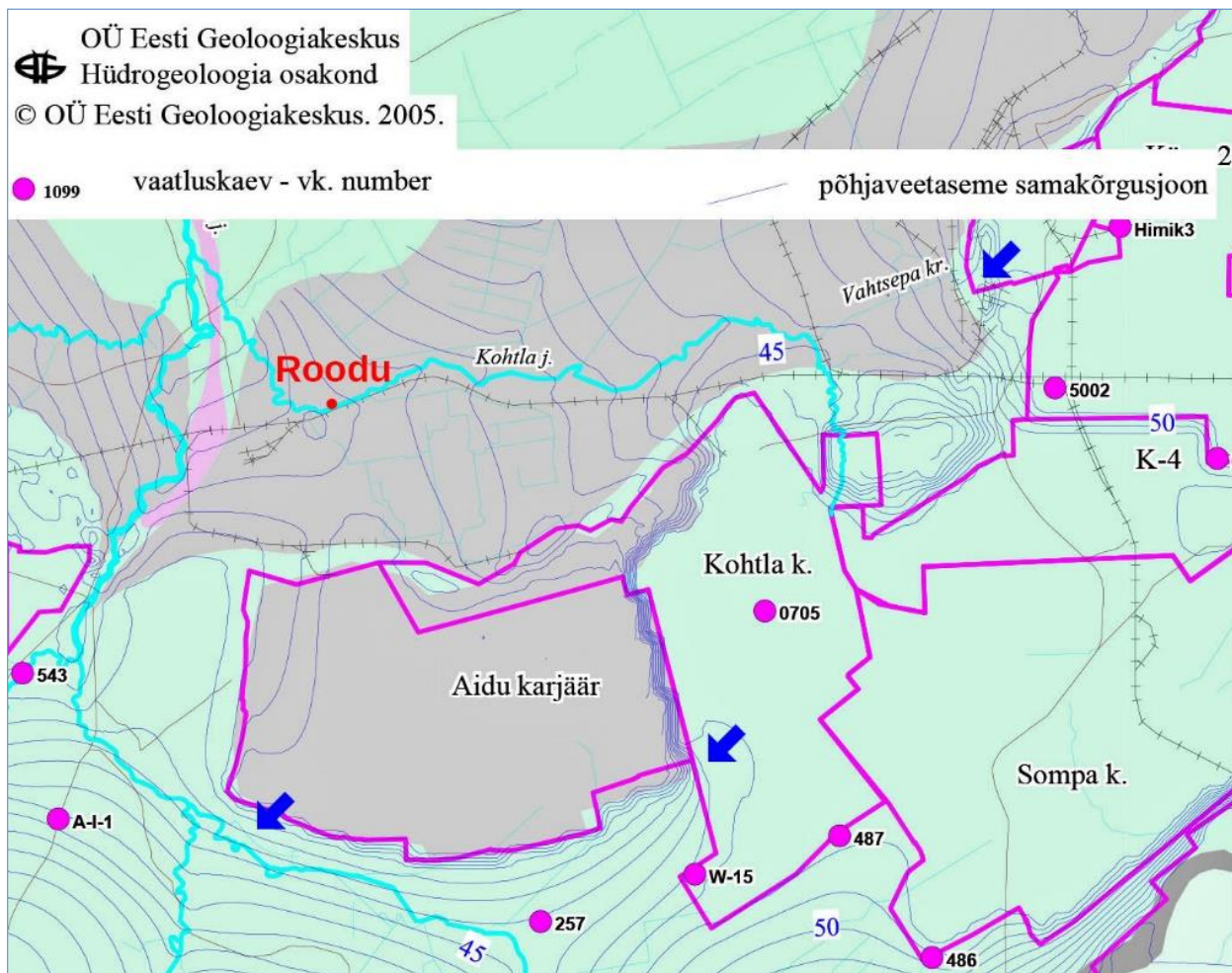
Joonis 4 Väljavõtte aruande „Veebilansside koostamine valgaladel. Kaevandusvee bilanss. Eesti Geoloogiakeskus [9] joonisest 14

Ülaltoodud joonisel 4 olevate põhjaveetaseme samakõrgusjoonte kuju järgi Kohtla jõe vesi toidab põhjavett Roodu aiandusühistu juures ja põhjavesi liigub seejärel lõunapoole Aidu karjääri suunas.

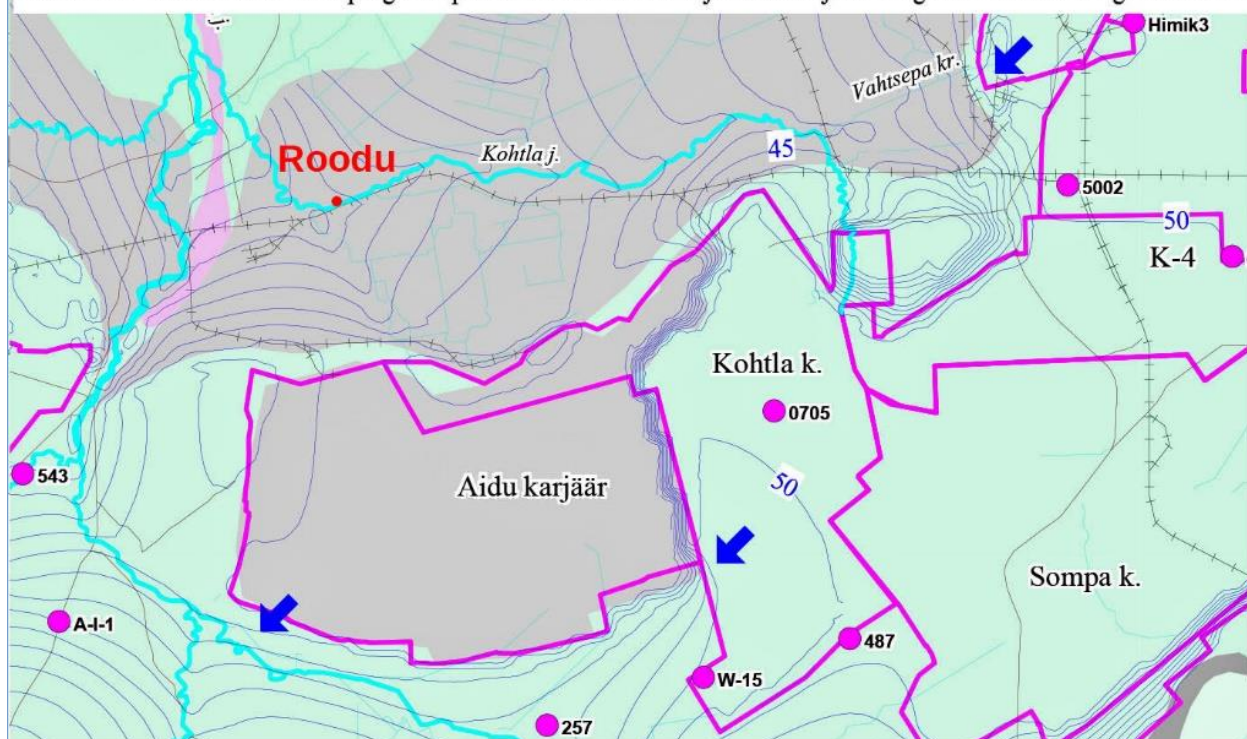
Varasemates modelleerimisaruannetes [4, 9] on loetud seega tõepäraseks, et Aidu karjääri töötades liikus karbonaatsete aluspõhjakiivimites esinev põhjavesi Roodu alalt Aidu karjääri suunas.

Kui Aidu karjääris on sulgemisjärgne veetase tõusnud absoluutkõrgusel 42 m, näitavad Eesti Geoloogiakeskuse aruannete [7, 8, 9] modelleerimisjoonised Kohtla jõe lõunapoolt (suletud Aidu karjääri suunalt) tulevat põhjavett drenivana (vaata käesoleva aruande joonised 5 ja 6). Põhjaveetaseme samakõrgusjooned joonistel 5 ja 6 näitavad Roodu alal veetaseme tõusu 0.5-1 m lõunapoolt Aidust tuleva veevoolu tõttu.

Seega Aidu karjääri veega täitudes ei toida Kohtla jõe vesi Roodu aiandusühistu juures põhjavett, vaid jõgi on kuivendava mõjuga, drenides Aidu karjääri suunalt tulevat põhjavett.

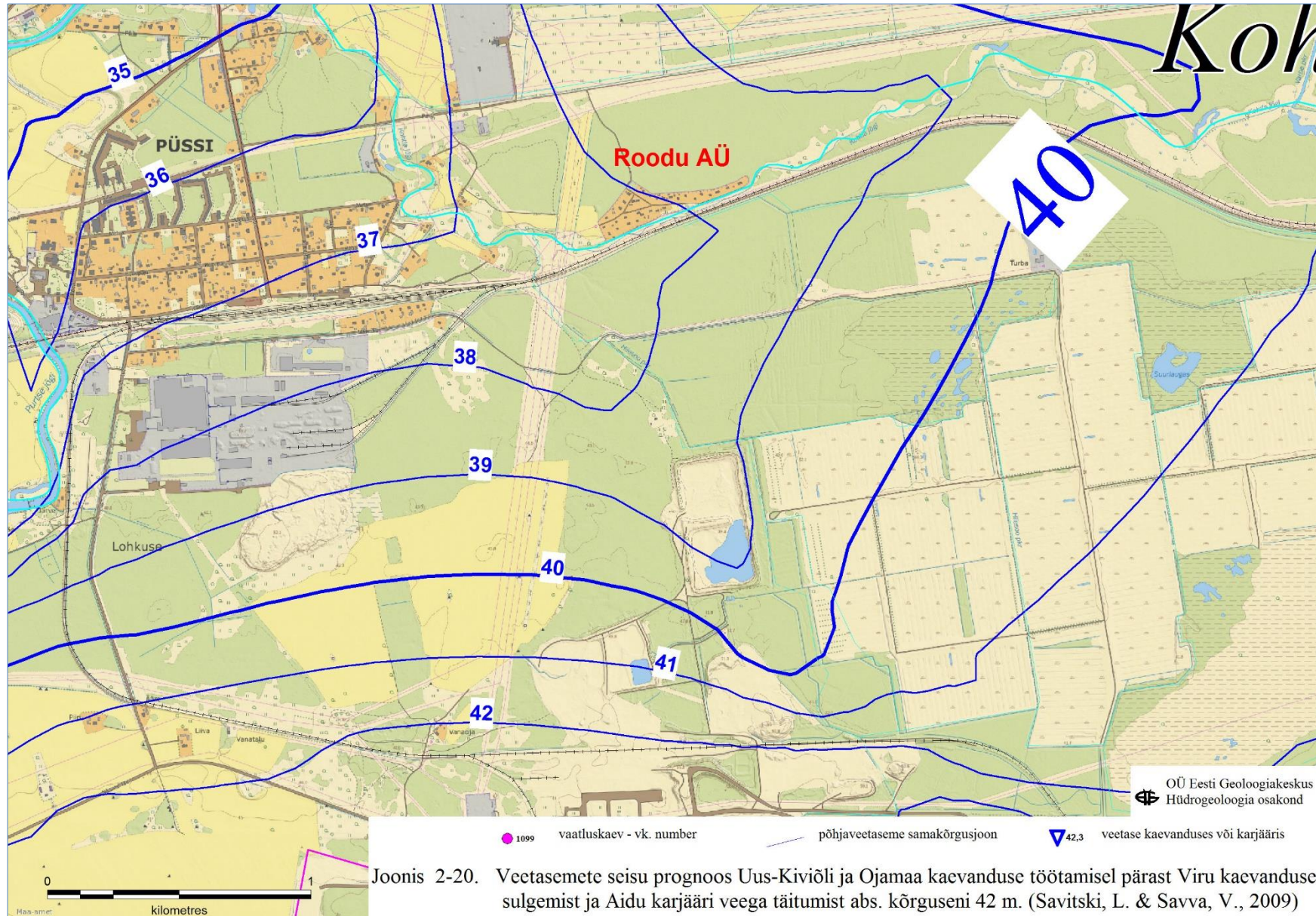


Joonis 18. Veetasemete seisu prognoos pärast Viru kaevanduse ja Aidu karjääri veega täitmist abs. kõrguseni 37 m.



Joonis 19. Veetasemete seisu prognoos pärast Viru kaevanduse ja Aidu karjääri veega täitumist abs. kõrguseni 42 m.

Joonis 5 Väljavõtte EGK aruande joonistest 18 ja 19 [9], põhjavee samakõrgusjooned näitavad Aidu karjääri suunast põhjavee liikumist Roodu aiandusühistu piirkonda



Joonis 6 Väljavõte EGK aruande joonisest 2-20 [7], põhjavee samakõrgusjooned näitavad Aidu karjääri suunast põhjavee liikumist Roodu piirkonda

Ka aruandes „Eesti põlevkivimaardla põhjaveearule hinnangu andmine“ [7, EGK 2010] esitatud joonis 2-20 näitab (käesoleva aruande joonis 6), et Kohtla jõgi töötab Aidu karjääri (veetas on 42 m) poolt tulevat põhjavett drenivana¹².

Eraldi esile toodult Aidu karjääri lõpetamise mõju uuringut Roodu aiandusühistule varasemates töodes tehtud pole, kuid Eesti Geoloogiakeskuse tehtud varasemate modelleerimisaruannete põhjal võib lugeda tõepäraseks käesoleva aruande koostamisel tekkinud hüpoteesi, et Aidu karjäärialal veetaseme tõus absoluutkõrguseni 42 m mõjutab karbonaatkivimite veetaset Roodu aiandusühistu maa alal.

Pärast vee väljapumpamise lõpetamist stabiliseerus veetase Aidu karjäärist abs kõrgusel 42 m, see on 2-3 meetrit madalamal kui kaevandamiseelne veetase Aidu karjääriala kraavides.

Seega taastus aastatel 2014 ja 2015 Roodu aiandusühistu alal enne Aidu karjääri rajamist olnud niiskurežiim. Puuduvad andmed, et Roodu aiandusühistu ala oleks praegu märjem kui enne Aidu karjääri rajamist. Võrreldes Maa-ameti aerofotosid aastatest 2013 ja 2016, võib Kohtla jõe ääres näha põhjavee väljealade teket¹³ jõeorus (vaata fotod 3 ja 2).

Karjäärialal looduslikule lähedase veerežiimi taastamise mõjupiirkonda oleks tulnud käsitleda Aidu karjääri lõpetamise KMH aruandes[2] ja lõpetamisprojekti [3], et õigeaegselt kavandada mõjutatava ala veetasemete seire ja vajalikud leevendusmeetmed.



Foto 2 Põhjavee väljeala Kohtla jõe orus, aprill 2017

¹² Eesti Geoloogiakeskuse modelleeritud veetasemete absoluutkõrgused Roodu aiandusühistu alal on küll kuni 2 m madalamal kui uuringuaruannete „Jääkreostusobjektide inventariseerimine 2014-2015. Purtse, Erra ja Kohtla jõgede ning fenoolisoo reostusuuringute aruanne“ [10] ja „Purtse, Erra, Kohtla jõe ja fenoolisoo jääkreostuse ohustamise eelprojekt“ [5] andmetest järeldub, kuid see ei muuda Eesti Geoloogiakeskuse modelleerimistööde põhjal tehtud järeldust, et Aidu karjäärialal veetaseme tõus absoluutkõrguseni 42 m on mõjutanud põhjaveetaset Roodu aiandusühistu juures.

¹³ ka Roodu aiandusühistu inimesed kinnitasid märgalade teket jõeorus alles viimaste aastate jooksul

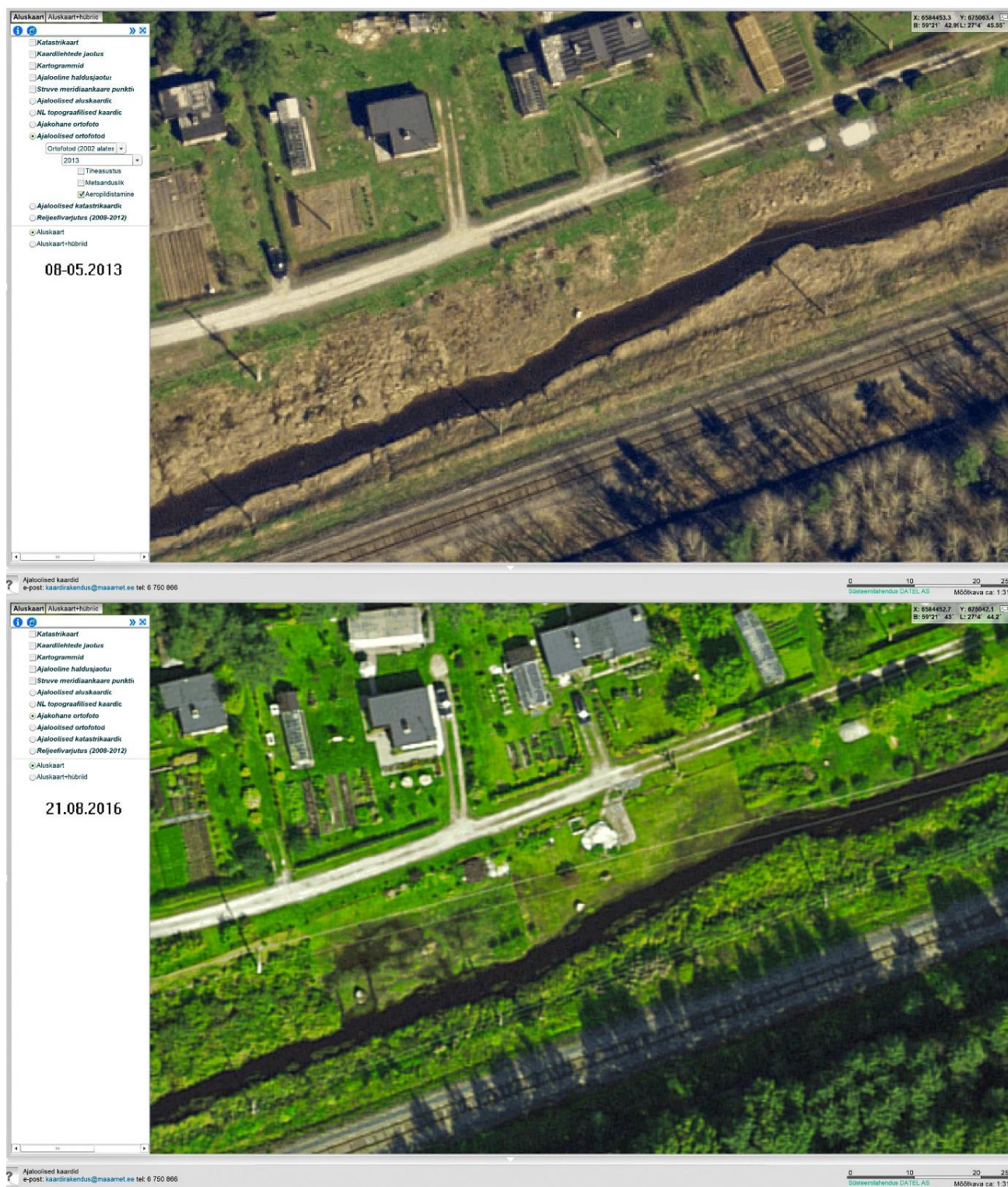


Foto 3 Maa-ameti aerofotod Kohtla jõest Roodus, ülal aastal 2013 ja all aastal 2016

4 Käesoleva töö raames teostatud tööd

4.1 Väliuuringute I etapi tööde kirjeldus

Uuringupiirkonna kohta koostati Aidu karjääri põhjaosani ulatuv kõrgusmudel Maa-ameti LIDAR andmetest uuringupiirkonna ümbruse reljeefi täpsustamiseks, kõrgusprofiilide koostamiseks ja veesuundade võimalikuks modelleerimiseks. LIDAR kõrgusandmed osteti vastavalt AS Maves ja Maa-ameti vahelisele lepingule nr: KA-2996. LIDAR kõrgusandmetest koostatud kõrgusmudeli arvutusruudu pikkus on 1 m, keskmine täpsus kõrguse osas on 0.1-0.2 m.

Uuringupiirkonna esimene ülevaatus tehti AS Maves (Karl Kupits ja Indrek Tamm) ning AS Kobras (Erki Kõnd) spetsialistide poolt 21.03.2017. Tööde käigus mõõdeti täppis GPS seadmega 7 kaevu asukohad, veetasemed ja manteltoru absoluutkõrgused. Määrati Kohtla jõe veetase 4 punktis, veetase Roodu 10 maja keldris ja kolme kraavitrubi juures. Lisaks mõõdeti veetase Aidu karjääris (oli mõõtmisajal abs. kõrgusel 42.15 m) ning veetase kaevandusmuuseumisse minevast teest põhja poole jäävas kahes vanas tranšees (veetase oli abs. kõrgustel 42.24 ja 42.34m).

Roodu aiandusühistu ala kõikide kaevude inventuur ja veetasemete mõõtmine tehti ajavahemikul 19-20 aprillil 2017. Kokku inventeeriti 17 olemasolevat madalat puurkaevu ja looditi nende kaevude manteltorude absoluutkõrgused, mis ei olnud mõõdistatud ülevaatusel 21.03.2017. Roodu aiandusühistu alal olev Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi kaev katastri numbriga 19630 oli 0.8 m peal kinni, kive täis.

Kaevude inventuuri käigus mõõdetud andmed, elanike ütlused, inventuuri leiud ja hilisemad veetasememõõtmiste tulemused on esitatud käesoleva aruande lisas 3.

Lisaks kaevude inventuurile rajati ajavahemikul 19-20 aprill uurimispiirkonna pinnakatte, geoloogise lõike, veetasemete, reostuse leviku täpsustamiseks ning võimalike kuivenduslahenduste jaoks oluliste andmete saamiseks kokku 29 pinnasepuurauku.

Rajatud puuraukude suudmete absoluutkõrgused looditi. Puuraukudest võeti 7 pinnaseproovi pinnase koostise täpsustamiseks (laborisse saadeti analüüsimiseks neist 4) ja lisaks 4 pinnaseproovi Kohtla jõeoru alal reostatuse täpsustamiseks (laboris analüüsiti fenoolid ja naftasaadused).

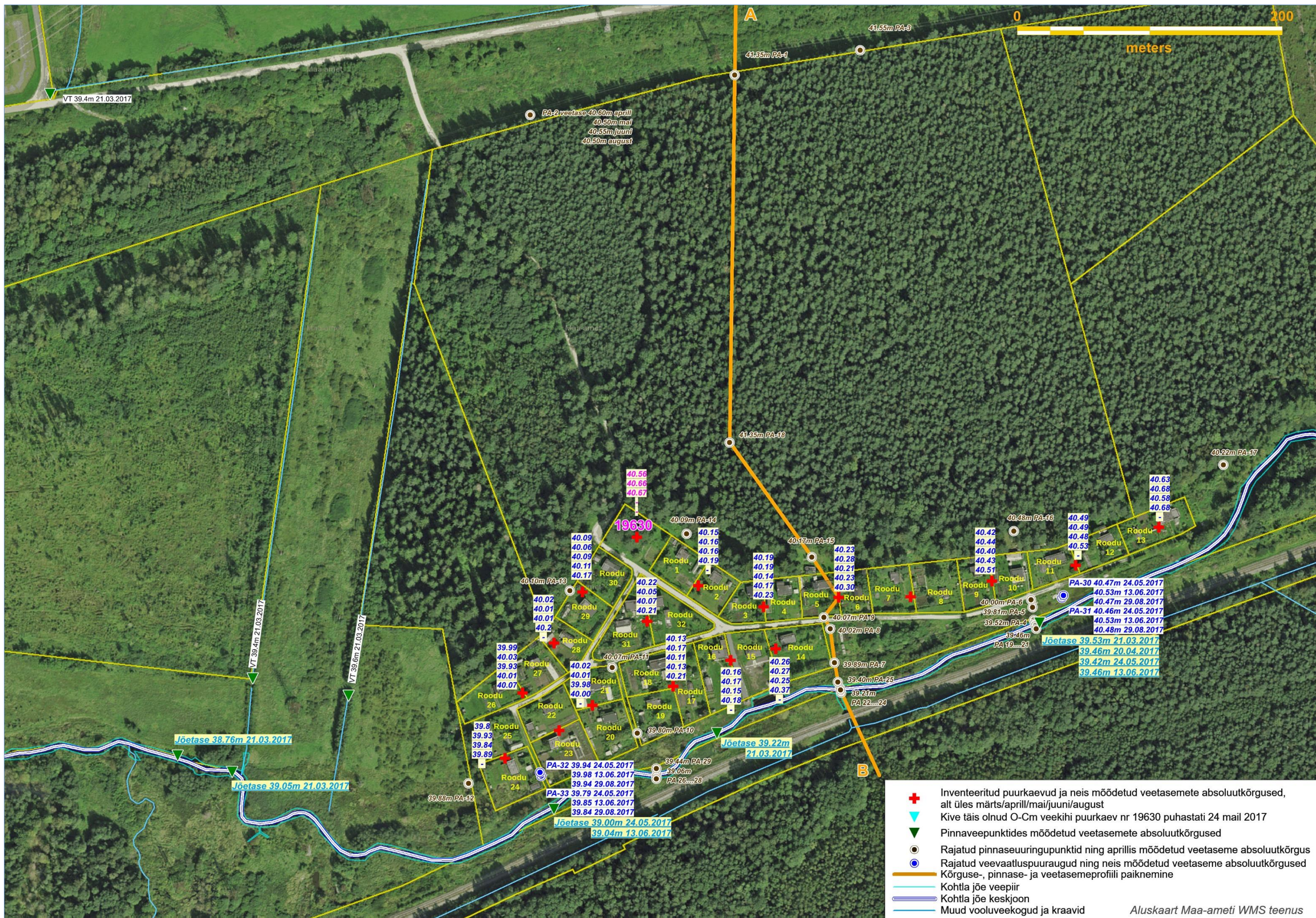
Kokku 18 puurauku (PA-1 kuni PA-18) rajati löökpuurimise teel kasutades selleks agregaat Norddrill, ülejäänud puuraugud rajati käsipuuriga Kohtla jões ja selle kallastel. Puuraugud Kohtla jõkke rajati kolmes ristlõikes nii, et kaks äärmist puurauku olid veepiiril ja kolmas puurauk jõe keskel. Kohtla jõe veetase looditi jõkke rajatud puuraukude juures.

Puuraugud PA-1, PA-2, PA-3 ja PA-18 rajati Roodu aiandusühistust põhja poole, kuna osadel Roodu aiandusühistu elanikel oli arvamus reostuse ja liigvee tulekust Püssi alajaama tee äärselt Kiviõli-Kohtla-Järve kanalisatsiooni survetorustikust. Puuraukude PA-1, PA-2, PA-3 ja PA-18 pinnased olid reostustunnusteta ja seega pole tõenäoline reostunud vee tulek Roodu aiandusühistu alale Püssi alajaama tee äärselt Kiviõli-Kohtla-Järve kanalisatsiooni survetorustikust.

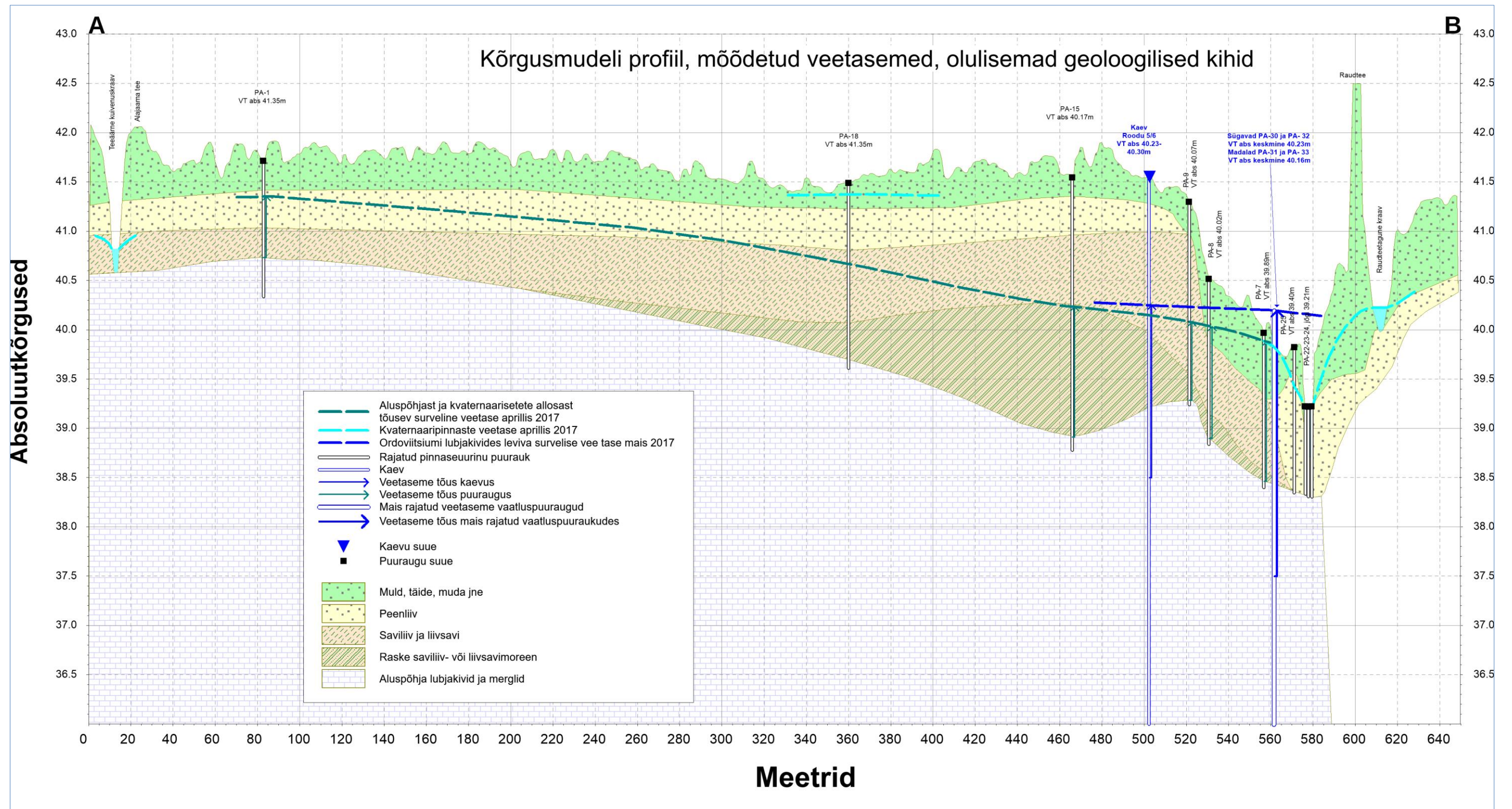
Kõik löökpuurimise agregaadid Norddrill abil rajatud puuraugud läbisid täielikult pinnakatte ja iseloomulik oli, et vesi tõusis puuraukudes rajamisajal koheselt pinnakattekihi allosast või lubjakivi-mergli pinnalt. Taoline veetaseme kiire tõus puurimisajal ja puuraukudes mõõdetud veetasemed iseloomustavad valdavalt aluspõhjakiivimite surveist veetaset. Vaid puurauk PA-18 veetase kajastab Kvaternaari savipinnaste peal oleva liiva veetaset (vaata joonis 8).

Kohtla jõe lähimates puuraukudes on tõenäoline ka jõe dreniv mõju (vaata joonis 7). Rajatud pinnaseuuringu puuraukude järgi vaheldusid aluspõhja ülaosas (10-20 cm ulatuses) õhukesed mergli ja lubjakivi kihid ja laialdast vett juhtivat murenemiskoorikut aluspõhjal ei esinenud.

Rajatud puuraukude andmed ja pinnaste kirjeldused on esitatud käesoleva aruande lisas 4). Uuringupunktide paiknemine ja mõõdetud veetasemed Roodu aiandusühistu uuringualal ja selle ümbruses on esitatud joonisel 7. Pinnaseuuringu käigus rajatud puuraukude pinnaste ja mõõdetud veetasemete andmetest koostatud ala iseloomustav geoloogiline profiil on esitatud joonisel 8.



Joonis 7 Roodu aiandusühistus inventeeritud kaevude ja rajatud puuraukude asukohad ning mõõdetud veetasemete absoluutkõrgused



Joonis 8 Kõrguste ja veetasemete ning skemaatiline alal esinevate pinnaste profiil Püssi alajaama tee äärest lõuna poole Kohtla jõeni



Joonis 9 Kohtla jõe pikiprofiil vaadeldaval alal

4.2 Väliuuringute II etapi tööde kirjeldus

Kaevude veetasemed mõõdeti 22.05.2017 ja täpsustati inventuuriandmeid. Ajavahemikul 22-23 mai 2017 rajati neli manteldatud puurauku puuragregaadiga URB-2A ala geoloogilise lõike täpsustamiseks, veetasemete mõõtmiseks ja veeproovide võtmiseks. Puuraukudepaar PA-30, PA-31 paiknes aiandusühistu idaosas ja puuraukudepaar PA-32 ja PA-33 aiandusühistu lääneosas (vaata joonis 7). Rajatud puuraukude pinnaste kirjeldused ja konstruktsioonid on esitatud käesoleva aruande lisas 4.

Puuraukudepaaride sügavamad puuraugud PA-30 ja PA-32 olid vastavalt 13.6 m (9.6 m manteltoru) ja 14.5 m (12 m manteltoru) sügavused kajastamaks Lasnamäe-Kunda veekihi veetaset ja võimaldamaks sellest veekihist veeproovide võtmist. Puuraukudepaaride madalamad puuraugud PA-31 ja PA-33 olid vastavalt 5.9 m (2.7 m manteltoru) ja 6.5 m (3.5 m manteltoru) sügavused iseloomustamaks veetaset aluspõhja ülemiseks kihiks oleva Uhaku lademe lubjakivides ja võimaldamaks sealt veeproovide võtmist.

Vaatluspuuraukude rajamisel kasutati toruga keerdpuurimist ja saadud puurkärnist (foto 4) on näha, et lubjakivis esineb monoliitseid massiivseid lõhedeta kihte, mis vahelduvad horisontaalsete kihipindu järgivate lõhelisemate kihtidega.

Puurides sügavusintervallis 5-8 m idapoolse puuraukudepaar 30/31 sügavat puurauku, hakkas Roodu kaevust 11/12 üle manteltoru vett maapinnale voolama. Seda ilmselt puurimisel aeg-ajalt kasutatud suruõhu tõttu, suruõhu väljatulek oli samal ajal jälgitav ka puuraugust 8 m kaugusel olevas Kohtla jões. Peale puurauku PA-30 manteltoru (9.6 m) paigaldamist lakkas Roodu kaevust 11/12 vee väljavoolamine ja õhumullide tulek Roodu jõe põhjast. Madalama puurkaevu PA-31 puurimisel Roodu kaevu 11/12 veetase vaid kõikus 0.15 m ulatuses ja suruõhu väljumist Kohtla jões ei täheldatud. Roodu aiandusühistu läänepoolse puuraukudepaar 32/33 rajamisel õhumullide ilmumist Kohtla jõepõhjas ei esinenud, see puuraukudepaar paikneb Kohtla jõest ka kaugemal, ca 23 m kaugusel. Rajatud vaatluspuuraukudes tehti puhastuspumpamine erliftiga, manteltorude otsad looditi ning mõõdeti veetasemed.

24.05.2017 tehti Roodu aiandusühistu kive täis olnud Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi kaevu 19630 puhastus (läbipuurimine) puuragregaadiga URB-2A ja puhastuspumpamine erliftiga. Kaevu 19630 puhastus ei olnud käesoleva töö otseseks tööülesandeks, kuid oluline oli saada informatsiooni selle kaevu 19630 kasutusvõimaluste kohta Roodu aiandusühistu joogiveeallikana. Kaev 19630 puuriti lahti sügavuseni 47.65 m maapinnast, rohkem polnud puurvarustust kaasas. Koheselt peale puhastuspumpamist mõõdeti kaevu veetasemeks 1.87 m toruotsast, järgmisel päeval 25.06.2017 oli veetase kaevus 1.33 m kaevu manteltoru otsast, absoluutkõrgusel 40.67 m.

Neljas Roodu aiandusühistu kaevude ja selleks ajaks rajatud puuraukude veetasemete mõõtmine viidi läbi 13.06.2017. Samal päeval võttis AS Maves töötaja Artto Pello¹⁴ viiest Roodu aiandusühistu kaevust, neljast rajatud vaatluspuuraugust ja Ordoviitsiumi-Kambriumi veekihi kaevust 19630 kokku 10 veeproovi (13.06.2017). Veeproovid võeti järgides keskkonnaministri 06.05.2002. a määruse nr 30 "Proovivõtumeetodid" nõudeid.

Lisaks ohtlikele ainetele võeti viis veeproovi veekeemia üldanalüüsiks (PA-30, PA-31, PA-32, PA-33 ja Ordoviitsiumi-Kambriumi kaev 19630). Kõik laborianalüüside tulemused on esitatud käesoleva aruande lisas 1, laborianalüüside tulemuste originaalaktid lisas 2.

¹⁴ Veeuuringut teostava proovivõtja atesteerimistunnistus 1310/15



Foto 4 Puuraukude PA-30 ja PA-32 kärn

5 Väliuuringute tulemused

Roodu aiandusühistus läbiviidud kaevude inventuuri, veetasemete mõõtmiste, kohalike elanike kirjelduste ning fotode ning uuringualal läbiviidud puurimiste põhjal võib teha allpool esitatud järgmised järeldused.

5.1 Veetasemed

Välja arvatud madalamad alad idapool, oli Aidu karjääri töötamise ajal Roodu aiandusühistu alal võimalik rajada kuivad keldrid, ca 2 m allpool maapinda, sageli olid keldripõrandad pae peal ja nende rajamisel kaevisesse vett ei tulnud. Praegu keldrites olev püsiv vesi on pärit aluspõhjakiivimites toimunud põhjaveetaseme tõusust.

Aluspõhjakiivimites leviva surveleise põhjavee tase on praegu püsivalt maapinnalähedal eeskätt Roodu aiandusühistu idaosas, kus maapinna kõrgus jääb alla 41 m. Idapoolseima kaevu Roodu 13 veetase on tõusnud üle maapinna, ujutades aeda (kaevu manteltoru on tõstetud ja manteltorusse on tehtud püsiv (abs kõrgusel ca 40.68 m) väljavool renni ja torusse.

Roodu aiandusühistu erineva sügavusega kastmisvee kaevude veetasemete absoluutkõrgused on valdavalt iseloomulikud ühele veekihile. Olemasolevad kuni 14.5 m sügavused kaevud avavad korraga nii aluspõhja Uhaku lademe karbonaatkiivimites esinevat põhjavett, kui ka Lasnamäe-Kunda veekihi põhjavett. Taolised mitmeid kihte avava töötava intervalliga kaevud ühtlustavad eri lubjakivikihtide veetasemeid.

Käesoleva töö raames rajatud vaatluspuuraukude veetasemetest on näha, et uurimissügavuse 14.5 m piires on alumiste (> 10 m sügavusel) lubjakivikihtide (Lasnamäe-Kunda veekiht) veetasemed veidi kõrgemal kui ülemiste lubjakivikihtide veetasemed.

Roodu aiandusühistu idaosas rajatud puuraukudepaar PA-30 ja PA-31 veetasemetes olulisi erinevusi ei olnud. Puuraukudepaar paikneb Kohtla jõest 8 m kaugusel mistõttu on veetasemete ühtlustumine jõeääres loogiline.

Roodu aiandusühistu lääneosa puuraukudepaar PA-32 ja PA-33 veetase oli sügavamas puuraugus PA-32 absoluutkõrgusel 39.94-39.98 m, madalas puuraugus PA-33 absoluutkõrgusel 39.79-39.85 m. Läänepoolne puuraukudepaar paikneb Kohtla jõest 23 m kaugusel ning Kohtla jõest tingitud veetasemete ühtlustumine on siin väiksem.

Aidu karjääri töötamise ajal olevat vesi Kohtla jõe jõepõhjas neeldunud, suveperioodil jäänud jõgi mõnikord praktiliselt kuivaks. Kuna kastmiskaevude ja Kohtla jõe vesi on kohati omavahel lõhede abil hüdrauliliselt seotud (puuraukudepaar 30/31 ja kaev Roodu 11/12 juures), ei saa välistada Kohtla jõe tollal sageli reostunud vee sattumist kaevudesse Aidu karjääri töötamise ajal.

Kohtla jõe põhi on Roodu aiandusühistu juures küllalt suurel alal pael, laiguti esineb jõepõhjas siiani plastne tahkestunud naftasaaduste kiht [5]. Suhteliselt monoliitsete paekihtide esinemise tõttu (fotol 4) on võimalik, et kavandatud Kohtla jõesetete puhastamine Roodu aiandusühistu juures mõjutab ala kuivendust vaid vähesel määral (sõltub kas ja kui palju avanevad jõepõhjas vett hästi juhtivad lubjakivilõhed).

5.2 Põhjavee kvaliteet ja seda mõjutavad tegurid

Veekvaliteet Kohtla jões. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ on oma 2015 a aruandes „Jääkreostusobjektide inventariseerimine 2014-2015. Purtse, Erra ja Kohtla jõgede ning fenoolisoo reostusuuringute aruanne“ [5] pinnavee Kohtla jõe proovivõtupunkti nr 11 (ca 130 m Roodu aiandusühistust allavoolu) võetud neljas veeproovis saanud polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH) summaarseks sisalduseks 0.25-1.3 µg/l, mis üksikkomponentide järgi ei ületa vastavaid pinnavee piirväärtusi¹⁵. Naftasaaduste sisaldused olid kõikides proovivõtupunkti nr 11 pinnaveeproovides alla labori määramispiiri (10 µg/l) ja vastavat pinnavee piirväärtust [5].

1-aluselised fenoolide¹⁶ sisaldusi leiti kolmes veeproovis neljast¹⁷, sisaldused jäid vahemikku 1.2-54 µg/l, olles ühe korra üle vastava piirväärtuse 7 µg/l [5]. Aruandes öeldakse, et Kohtla jões kahaneb 1-aluseliste fenoolide sisaldus allavoolu peale VKG kraavi. VKG kraavi suubumiskoha juures oli 1-aluseliste fenoolide sisaldus Kohtla jões kuni 440 µg/l, Püssi juures 20 µg/l ja Lüganusel 4 µg/l [5].

2-aluselistest fenoolidest¹⁸ sisaldused proovivõtupunkti nr.11 pinnaveeproovides olid kolmel korral alla labori määramispiiri 3 µg/l, ühel korral (15.12.2017) saadi sisalduseks 3.2 µg/l mis on alla vastavat pinnavee piirväärtust (10 µg/l) . Aruande [5] järgi oli VKG kraavi suubumiskoha juures oli 2-aluseliste fenoolide sisaldus Kohtla jões neljast veeproovist kahel korral üle vastava piirväärtuse, sisaldused oli 110 µg/l ja 130 µg/l [5].

Aromaatsed süsivesinike (BTEX¹⁹) ja raskmetallide sisaldus Kohtla jõe pinnavee proovivõtupunkti nr 11 võetud veeproovides ei ületanud vastavaid pinnavee piirväärtusi.

Pinnavee osas võib kokkuvõtteks järeldada, et Kohtla jõe vee sattudes põhjavette, põhjustaks see tõenäoliselt põhjavee vastavate nõuete ületamist 1-aluselised fenoolide osas ja välistada ei saa ohtu polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH) ülemäärasest sisaldusest põhjavees.

Pinnase reostatus. Käesoleva töö kaevude inventuuri ja pinnaseuuringu järgi oli kaevude veel ja Kohtla jõe äärsel reostunud pinnasel hinnanguliselt sarnane lõhn.

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ on oma 2015 a aruandes „Jääkreostusobjektide inventariseerimine 2014-2015. Purtse, Erra ja Kohtla jõgede ning fenoolisoo reostusuuringute aruanne“ [5] Kohtla jõe ristprofiilide K042-K050 ning lisaprofiilist KL07 analüüsinud viieteistkümnest sondpuuraugust pinnase ja setteproove (uuringupunktid vaata joonis 19).

1-aluseliste fenoolide sisaldused neljas proovis ületasid vastavaid pinnase sihtarve, kuid elumaa piirarve ei ületatud²⁰[5]. 2-aluseliste fenoolide ja pentaklorofenooli sisaldused jäid alla labori määramispiiri. Raskmetallide sisaldused vastavaid pinnase sihtarve ei ületanud [5].

Naftasaaduse osas oli 12 proovis ületatud pinnase sihtarv, neist üheksas oli ületatud vastav elumaa piirarv ning kahes ka tööstusmaa naftasaaduste sisalduse vastav piirarv [5].

¹⁵ Keskkonnaministri määrus nr 77 30.12.2015 „Prioriteetsete ainete ja prioriteetsete ohtlike ainete“

¹⁶ lihtfenool, p.m-kresool, o-kresooli, 2,3-dimetüülfenool, 2,6-dimetüülfenooli, 3,4-dimetüülfenool ja 3,5-dimetüülfenool.

¹⁷ 02-12-2015 võetud veeproovis oli fenoolide sisaldus alla labori määramispiiri

¹⁸ analüüsiti resortsiini, 2,5-dimetüülresortiini ja 5-metüülresortiini.

¹⁹ benseen, tolueen, etüülbenseen, m-ksüleen, p-ksüleen ja o-ksüleen

²⁰ Keskkonnaministri määrus nr 38 11.08.2010 „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“

Polütsükliliste aromaatsete süsivesinike summa (EPA 16 PAH-i) ületas pinnase vastavat sihtarvu üheksas pinnaseproovis, neist kaheksas oli ületatud vastav elumaa piirarv ning neljas ka tööstusmaa PAH sisalduse vastav piirarv [5].

Käesoleva töö raames analüüsiti neli pinnaseproovi täpsustamaks põhjaveekvaliteedi kujunemisel pinnareostuse osa. Kolm proovi võeti jõesetetest (PA-19, PA-22, PA-26) ja üks 3 m kaugusel jõekaldast jõeorus (PA-4).

Analüüsitud pinnaseproovidest oli üle vastava sihtarvu fenoolide sisaldus puuraugust PA-19 sügavusintervallist 0.3-0.6 m võetud pinnaseproovis, samas proovis oli ületatud ka naftasaaduste sisalduse elumaa piirarv. Pinnase naftasaaduste sisalduse elumaa piirarv oli ületatud ka puuraugust PA-26 sügavusintervallist 0.3-0.6m võetud pinnaseproovis. Nii puurauk PA-19 kui PA-26 paiknevad Kohtla jõe sängis ja saadud analüüsitulemused kinnitavad Kohtla jõe sängisete reostatust.

Uuringualale kokku puuritud 33 puuraugu pinnaste kirjelduse ja käesoleva ning varem tehtud [5] pinnaseuuringute tulemusel võib öelda, et Kohtla jõe lammialast väljaspool pole pinnased reostunud.

Tänases situatsioonis, kui Kohtla jõgi drenib põhjavett, ei põhjusta Kohtla jõe lammil ja sängisetes säilinud pinnasereostus ülemääraseid ohtlike ainete sisaldusi Roodu aiandusühistu kaevude vees. Kui Kohtla jõe vesi neeldus jõesängis, võis põhjasete reostatus põhjustada täiendavat neelduva vee reostatust ja põhjavee reostatust.

Roodu aiandusühistu kaevude vees esinevad ohtlikud ained on tõenäoliselt tingitud varasema jääkreostuse (pärandreostus) senini säilinud mõjust.

Põhjavee kvaliteet. Käesoleva töö käigus läbiviidud inventuuril täheldati fekaale meenutavat lõhna vaid mõnes Roodu aiandusühistu kaevus. See võib olla tingitud kaevude mitmeid aastaid kestnud mittekasutamisest, sest mõned elanikud ei julge kaevuvett millekski kasutada.

Roodu aiandusühistus on Keskkonnainspektsiooni poolt 24.08.2015 võetud veeproov (vaata lisa 6) Roodu 11/12 kaevust. Analüüsiakt VI1500272 järgi oli kaevuvees joogiveena kasutamiseks ülemäära suur keemiline hapnikutarve (7.3 mgO/l) ja ühealuseliste fenoolide sisaldus (0.43 µg/l).

21.07.2014.a. võeti Enefit Kaevandused AS keskkonnateenistuse poolt veeproovid Roodu aiandusühistu 9/10 ja 22/26 kaevudest. Analüüsitulemuste järgi (katseprotokoll nr 11, lisa 6) on vees kõrge keemiline hapnikutarve (72 mgO/l ja 64 mgO/l). Analüüsitulemustele lisatud selgituses öeldakse, et kõrge keemiline hapnikutarve võiks põhjustada mingi keemiatööstuse kangem ja raskemini lagundatav kemikaal (kas varasemast reostusest, raudteelt on mingit õli vette sattunud või mõni muu reostusallikas e. pärandmõju). Sulfaatide sisaldus oli 21.07.2014.a. võetud veeproovides tavapärasemast kõrgem (169-211 mg/l), kuid jäi normi pii-ridesse.

Käesoleva töö raames võetud 4 Ordoviitsiumi veekihi üldanalüüsi tulemuste järgi (vaata lisa 1) on Roodu aiandusühistu alal leviv Ordoviitsiumi veekihi põhjavesi olmeveena kasutamiseks sobimatu. Eeskätt vee suure kareduse, PHT, raua, ammooniumi ja sulfaatide sisalduse tõttu.

Eri sügavusega vaatluspuuraukude vee analüüsides nähtub, et madalamate puuraukude vee-keemia näitajad on mõnevõrra paremad, seda eriti iseloomulikult sulfaatide sisalduse osas.

Sulfaatide sisaldus oli idapoolsema puuraukudepaar madala PA-31 põhjavees 377 mg/l, sügavama PA-30 põhjavees 446 mg/l. Läänepoolse puuraukudepaar madala PA-33 põhjavees 519 mg/l ja sügavama PA-32 põhjavees 765 mg/l.

Taolise kõrge sulfaatide sisaldusega (377-765 mg/l) vee olemasolu ja sulfaadisalduse kasv aias²¹ ja sügavuse suunas viitab sulfaatiderikka vee saabumisele tänaseks suletud põlevkivi kaevandamisalalt.

Kohalike elanike ütluste järgi on kaevudes olevatele pumpadele viimastel aastatel tekkinud must sade. See võib viidata anaeroobsele põhjaveele kaevudes, vee karbonaatide tasakaalu muutus johtuvalt anaeroobses põhjavees toimunud rõhulangusele kaevus. Taolise nähtusega kaasneb mittelahustuvate raua ja mangaaniühendite moodustumine ja settimine kaevu- ja pumbapinnale. Aidu karjääri töötamise ajal taolist olukorda Roodu aiandusühistus ei täheldatud, kohalike elanike kirjelduste järgi oli Aidu karjääri töötamise ajal kaevuvesi valdavalt aeroobne.

Käesoleva töö raame analüüsitud ohtlike ainete sisalduse järgi on Ordoviitsiumi karbonaatsetes kivimites levivas põhjavees üle piirsisalduse eeskätt polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike (PAH) summaarne sisaldus. Polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike sisalduse järgi, pole Roodu aiandusühistu madalate kaevude vee kasutamine olmeveena lubatud.

Roodu 11/12 kaevust 24.08.2015 võetud veeproovis leitud 1-aluselisi fenooli käesoleva töö raames võetud veeproovides üle labori määramispiiri ei esinenud.

Ordoviitsiumi-Kambriumi kaevu 19630 vesi vastab tehtud üldanalüüsi järgi joogiveeallika nõuetele, vees on mõnevõrra kõrgem vaid raua sisaldus. Kaevu 19630 vesi vastab ka tehtud ohtlike ainete määrangute järgi joogiveeallika nõuetele (vees esines küll naftaleeni jälgi).

²¹ Võrreldes 2014 Enefit Kaevandused AS tehtud analüüsidega

5.3 Roodu põhjaveemudel

Nagu peatükis 3 esitatust nähtus, on Eesti Geoloogiakeskus OÜ poolt tehtud põhjaveemudelite tulemuste joonistel näha Ordoviitsiumi karbonaatkivimites leviva põhjavee liikumist Roodu aiandusühistus alalt Aidu karjääri poole, karjääri töötamise ajal Kohtla jõgi toitis seejuures põhjavett [4, 7, 8, 9].

Peale Aidu karjääri alal põhjaveetaseme taastamist absoluutkõrgusele 42 m prognoositakse varem tehtud põhjavee modelleerimisjoonistel põhjavee liikumist Aidu karjääri alalt Roodu aiandusühistu poole. Kohtla jõgi toimib siis seda vett drenivana ning esineb veetaseme tõus Roodu aiandusühistu maa alal ca meetri võrra.

Kasutades käesoleva töö välitööde käigus tehtud uuringute ja mõõtmiste andmeid koostati varem tehtud modelleerimisega võrreldes märksa detailsem ja aega kasutav Roodu põhjaveemudel. Mudelarvutustes kasutatud modelleerimistarkvara lahendus on Groundwater Vistas 6.96.

Koostatud Roodu põhjaveemudeli eesmärgiks oli Aidu karjääri lõpetamisega kaasnenud veetaseme muutuse võimalikkuse kontrollimine Roodu aiandusühistu alal ja võimalike kuivenduslahenduste analüüs.

Mudeli maapind (ja seega ka Aidu karjääri veega täituvate tranšeede maht) ja veejuhtmete tasemed saadi käesoleva töö käigus koostatud Maa-ameti LIDAR ülelennu kõrguspunktidest moodustatud maapinnamudelist. Modelleeritava ala suurus ja piirid valiti nii, et oleks võimalik analüüsida Aidu karjääri veetaseme tõusu võimalikku mõju Roodu aiandusühistu alal ning kajastatud oleksid ka teised aiandusühistu alal veetaset mõjutada võivad asjaolud (peamiselt kuivenduskraavid).

Modelleeritava ala kogusuurus on 2x4.4 km ja koostatud põhjaveemudelis on 256 rida ja 135 veergu (vaata joonis 10). Modelleerimaks põhjaveemudelis Roodu aiandusühistu kohapealset situatsiooni, kasutati mudeliruutude sujuvat tihendamist vahemikus 10-25 m. Mudeliruutude võrk oli tihedam Roodu aiandusühistu ümbruskonnas võimaldamaks piisavat täpsust Kohtla jõe mudelisse viimisel.

Mudeli ajadimensioon. Kokku on Roodu põhjaveemudelis 61 ajaetappi. Esimese ajaetapiga pikkusega 13800 päeva (ligi 38 aastat) saavutatakse põhjaveemudelis Aidu karjääri lõpetamistöödele eelnenud olukord, tinglikult aasta 2012 lõpp. Järgmised 60 ajaetappi on ühe kuu pikkused ning kajastavad tinglikult aastaid 2013-2017.

Mudeli toitumine. Põhjaveemudelites olev infiltratsioon sademetest ei kajasta sademeid, vaid sademeveest mudelikihtidesse jõudnud põhjavee toitumist. Kui ülemine mudelikiht muutub kuivaks, kantakse toitumine üle mudelis allpool paiknevasse kihti.

Mudeli ülemisele kihile anti toitumise väärtused (*Recharge*, netoinfiltratsioon) 32-292 mm aastas, mudelialal keskmiselt 89 mm aastas, väiksem soode-rabade ja maaparandusega kuivendatud aladel ja suurem Aidu karjääri kaevandatud alal (182-292mm aastas).

Imiteerimaks looduslikku infiltratsiooni aastasisest jaotust mudeli kuu pikkustel ajaetappidel (ajaetapid 2-61) kasutati vastavaid kordajaid. Nende kordajate aluseks on aastatel 1994-1995 Tapa lennuvälja põhjavee puhastustööde raames tehtud pinnavee äravoolu mõõtmine ja modelleerimine HBV hüdroloogilisel mudelil²² Eesti-Taani koostööprojekti (firmaga Hedeselskabet) raames (vaata tabel 1).

²² http://en.wikipedia.org/wiki/HBV_hydrology_model

Vihma ja sulavee äravoolu mööda ülemist maapinda Roodu põhjaveemudel is ei modelleerita, eelpoolmainitud pinnavee HBV mudel is ulatus see jõgede äravooluna mõõdetust kuni 20%.

Tabel 1 Põhjavee toitumise aastasisene jaotus Tapa piirkonnas

Moe section 121.84 km ² annual infiltration 218mm, evapotranspiration 460 mm simulated discharge from catchment 258 mm, measured discharge from catchment 257 mm, catchment storage 152 mm, (R=0.94, R _{log} =0.92)		Tapa section 169.74 km ² annual infiltration 241mm, evapotranspiration 448 mm simulated discharge from catchment 304 mm, measured discharge from catchment 299 mm, catchment storage 152 mm, (R=0.91, R _{log} =0.91)	
monthly distributin of infiltration		monthly distributin of infiltration	
October 1994	1.31		1.42
November 1994	0.91		1.07
December 1994	0.73		0.76
January 1995	0.69		0.83
February 1995	0.94		0.84
March 1995	1.68		1.45
April 1995	1.68		1.45
MaY 1995	1.61		1.45
June 1995	1.40		1.42
July 1995	0.41		0.61
August 1995	0.37		0.41
September 1995	0.26		0.30

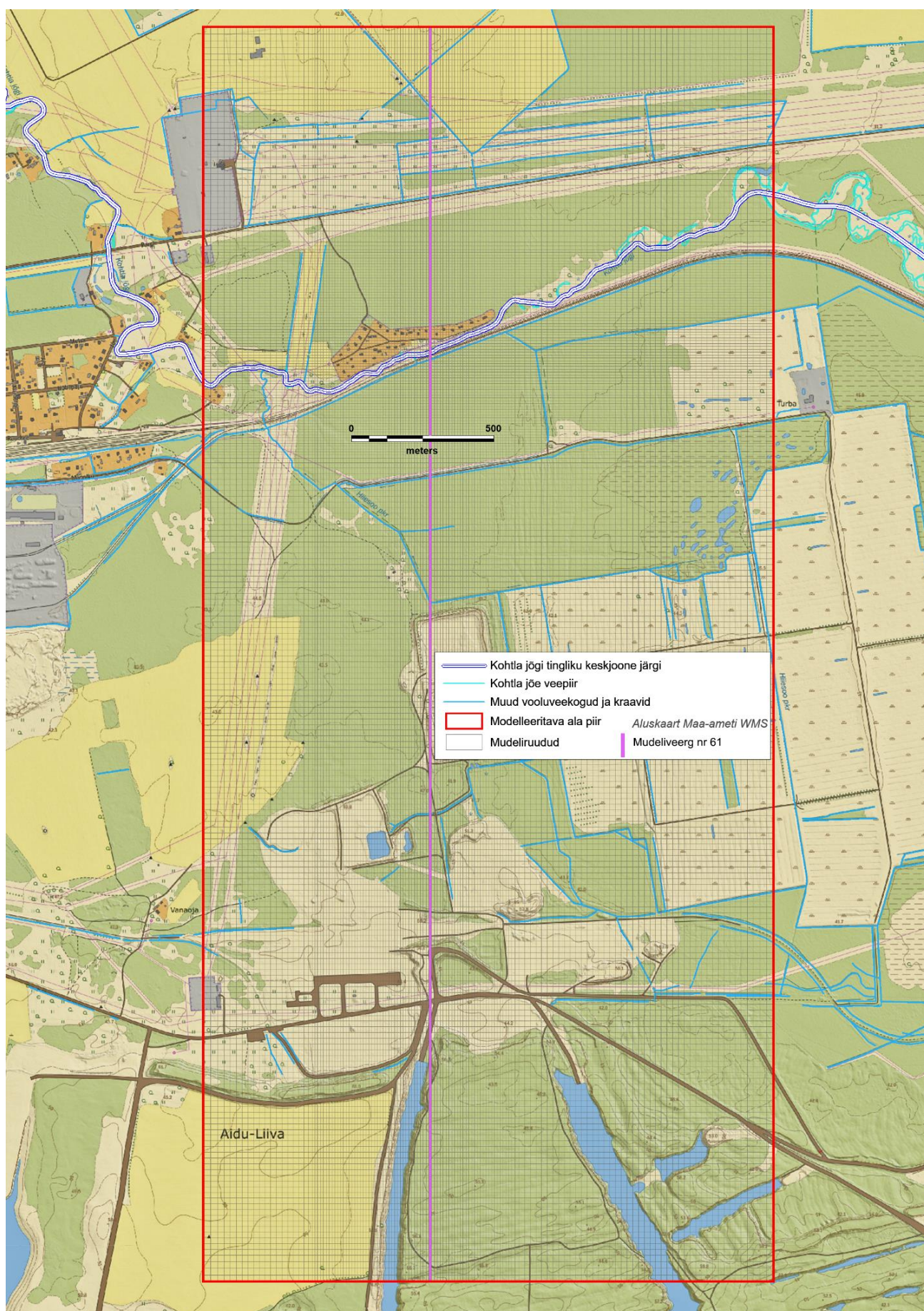
Loodusliku situatsiooni imiteerimiseks lisati Roodu põhjaveemudelisse alljärgnevad ääretüngimused (paiknemine vaata joonis 11).

- Kohtla jõgi ja Hiiesoo peakraav on esitatud *River* ääretüngimusena mudelikihis 1. Vee-tase *River* ääretüngimustes kõigub aastasiseselt kuni 0.4 m.
- Kuivenduskraavide imiteerimiseks kasutati *Drain* ääretüngimust, mis erinevalt *River* ääretüngimustest ei lisa mudelisse vett. Vesi *Drain* ääretüngimustes tekib netoinfiltratsioonist ja põhjavee väljavoolust drenidesse. *Drain* ääretüngimustes veetaseme aastasisest kõikumist põhjaveemudel is ei imiteerita.

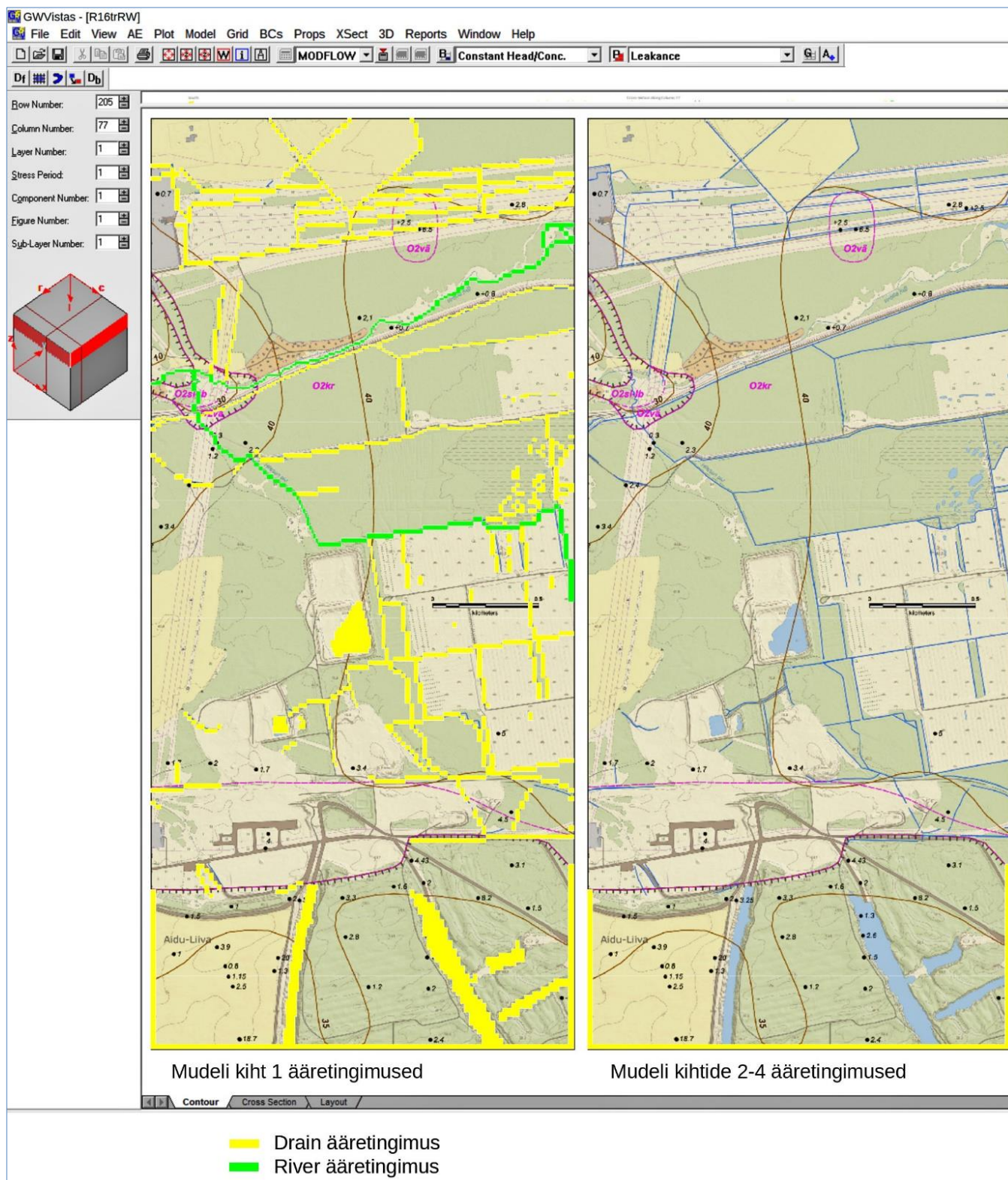
Endise Aidu karjääri töötamisaegse põhjaveetaseme saavutamiseks kasutati vaid mudeli esimesel ajaetapil (ligi 38 aastat) töötavat *Drain* ääretüngimust kihtides 1-4 mudeli lõunaosa äärruutudes. Peale esimese mudeli ajaetapi lõppu need karjääri kuivendust imiteerivad *Drain* ääretüngimuse ruudud lülitusid välja ja veetase hakkab tinglikult aastast 2013 taastuma.

Kui veetase endise Aidu karjääri tranšeede alal tõuseb absoluutkõrgusele ca 42 m hoia-vad mudeli kihis 1 olevad tranšeede alal paiknevad *Drain* ääretüngimused veetaseme seal absoluutkõrgusel ca 42 m.

Põhjaveemudeli arvutusteks kasutatavaks lähteveetasemeks võeti maapinna tase, sellest arvutas mudel esimese ajaetapi vältel (ligi 38 aastat) veetaseme aasta 2012 lõpu seisuga.

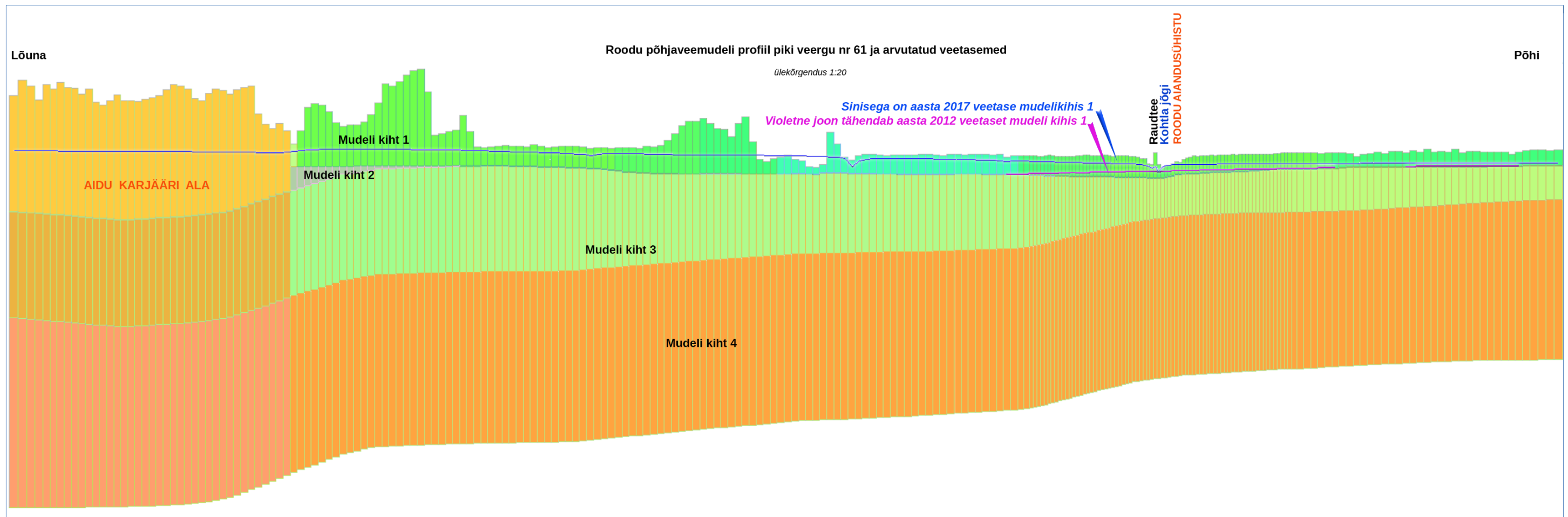


Joonis 10 Modelleeritava ala paiknemine ja modeliriuudustik



Joonis 11 Mudelis kasutatud ääretingimused

Roodu põhjaveemudeli Aidu karjääri tööperioodi lõpuks arvutatud veetasemete järgi Kvaternaarseteid imiteeriv mudelikiht 1 osutus suuremal osal modelleeritavast alast kuivaks. Võimaldamaks saada mudelis tänast situatsiooni kasutati mudelarvutustes kihtide taasmärgumist (*resaturation*).



Joonis 12 Roodu põhjaveemudeli lõuna-põhja suunaline profiil piki mudeliveergu 61 ja arvutatud veetasemed mudelikihis 1 aastatel 2012 ja 2017 (aastal 2012 on mudelikiht 1 valdavalt kuiv)

Olemasoleva olukorra kirjeldamiseks kasutati Roodu põhjaveemudelis ülalt alla järgmisi kihte:

Kiht 1. Kvaternaari setted, levib üle kogu mudeliala. Kihi paksus on 1-30 m (suurem Roodu aiandusühistust läänes ürgoru ja Aidu karjääri alal). Kihi filtratsioonikoefitsiendid on vahemikus 0.05-5 m/d (väiksemad raba alal ja suuremad Aidu karjääri kaevandatud alal). Vertikaalsuunas on veejuhtivused 5-10 korda väiksemad. Efektiivpoorsus ja veeand on 0.06-0.15.

Kiht 2. Ülem-Ordoviitsiumi Kukruse lademe Viivikonna kihistu (O_3vv). Mudelikiht 2 paksus on 0.1-4 m, suurem mudeli lõunaosas Aidu karjääri juures kaevandamata alal. Kihipaksus on 0.1 m alal, kus Kukruse lademe Viivikonna kihistu puudub, seal kasutatakse mudelikihis 2 ülal oleva mudelikiht 1 veejuhtivusi, efektiivpoorsust ja veeandi. Kukruse lademe Viivikonna kihistu levikualal on mudelikiht 2 filtratsioonikoefitsient 0.2 m/d, vertikaalsuunas on veejuhtivus kuni 10 korda väiksem. Valdavalt on mudelikihi 2 efektiivpoorsus 0.005, rõhuveeand $2 \cdot 10^{-5}$.

Kiht 3. Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu (O_2kr) savikad lubjakivid ja merglid. Mudelikiht 3 paksus on 0.1-15 m, suurem Aidu karjääri juures Viivikonna kihistu levikualal mudeli lõunaosas. Kihipaksus on 0.1 m alal, kus Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu puudub (Roodu aiandusühistust läänes ürgorus), seal kasutatakse mudelikihis 3 ülaloleva mudelikihi 2 veejuhtivusi, efektiivpoorsust ja veeandi. Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu levikualal on mudelikiht 3 filtratsioonikoefitsient 0.1-1m/d, vertikaalsuunas on veejuhtivus 5-10 korda väiksem. Valdavalt on mudelikihi 4 efektiivpoorsus 0.001-0.005, rõhuveeand $2-5 \cdot 10^{-5}$.

Kiht 4. Kesk-Ordoviitsiumi Lasnamäe lademe Vao kihistu (O_2v) ja Aseri, Kunda ning Alam-Ordoviitsiumi Billingeni lademete lubjakivid. Mudelikiht 3 paksus on 0.1-27 m, suurem mudeli lõunaosas. Kihipaksus on 0.1m vaid väga väikesel alal Roodu aiandusühistust läänes ürgorus, kus Lasnamäe-Kunda veekiht puudub, seal kasutatakse mudelikihis 4 ülal oleva mudelikihi veejuhtivusi, efektiivpoorsust ja veeandi. Kihi filtratsioonikoefitsient on vahemikus 5-6 m/d. Vertikaalsuunas on veejuhtivus 3-6 korda väiksem. Valdavalt on mudelikihi 2 efektiivpoorsus 0.001-0.005, rõhuveeand on $1-2 \cdot 10^{-5}$.

Roodu põhjaveemudeli nelja mudelikihi tinglikuks alumiseks piiriks on Ordoviitsiumi regionaalne veepide, mille modelleerimine pole käesoleva töö seisukohast hädavajalik.

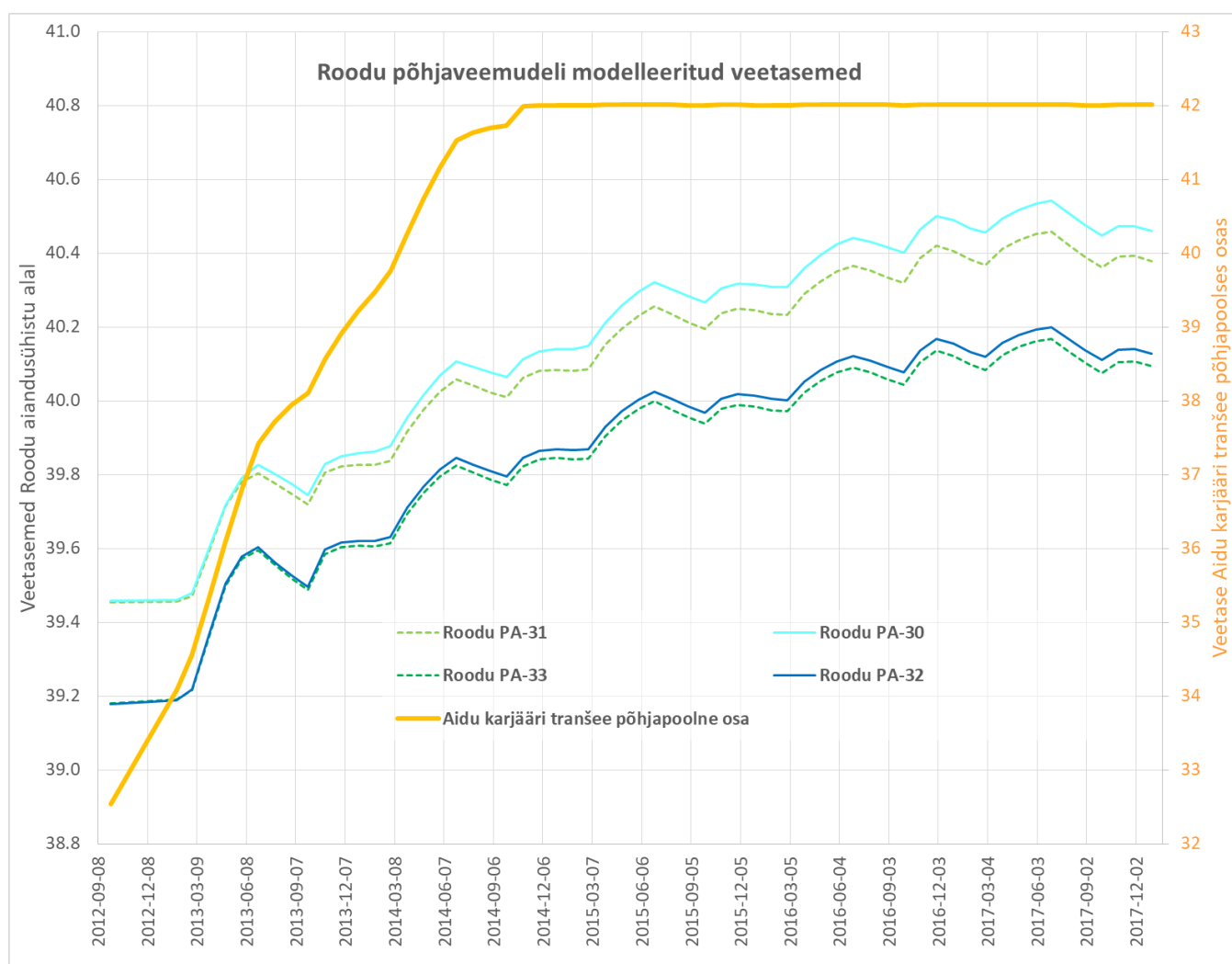
Mudelikihtide koostamisel kasutati modelleeritavale alale jäävate Eesti geoloogilise baaskaardi puuraukude, käesoleva töö käigus läbiviidud väliuuringute ja kaevude andmeid ning Aidu karjääri tootsa kihindi samakõrgusjooni. Roodu põhjaveemudelis kasutatud veekihtide ja veepidemete hüdrogeoloogilised näitajad on saadud üldistusest Eesti geoloogilise baaskaardi Kiviõli(6443) ja Kohtla-Järve (6444) kaardilehtede aruannetest, vaadeldava ala kaevude andmetest, käesoleva töö käigus läbiviidud väliuuringu ja vaadeldaval alal ning mujal Eestis tehtud põhjaveemudelite vastavatest andmetest. Ajalise põhjaveemudeli kihtides olevate pinnaste veeannid ja või rõhuveeannid (vastavalt Sy ja Ss,) ning efektiivpoorsus on saadud kirjanduse [11, 12, 22, 23] ja AS Maves tehtud varasemate analoogsete ajalistes modelleerimistes kasutatud näitajate põhjal [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

Roodu põhjaveemudeli poolt arvatud veetasemed Aidu karjääri tranšee alal ja Roodu aiandusühistu puuraukudes PA-30 kuni PA-33 on toodud joonisel 13.

Roodu põhjaveemudeli alal ja selle lähikonnas puuduvad mudeli kalibreerimise jaoks sobivad põhjaveetaseme seirepunktid (vaata joonis 14). Koostatud Roodu põhjaveemudeli kalibreerimiseks ja mudeli poolt arvatud veetasemete kontrolliks kasutati Roodu aiandusühistu alal olevate kaevude ja väliuuringu II etapi käigus rajatud PA-30, PA-31, PA-32 ja PA-33 veetasemeid.

Mudeli kalibreerimisel sai lähtuda veel Roodu aiandusühistu alal keldrite rajamisest, sest keldrid rajati Aidu karjääri töötamisajal ning lubjakivikihtide veetase ehituste ajal oli sügavamal kui 2 m maapinnast, keldreid pole vaid reljeefis madalamal paiknevatel suvemajadel.

Roodu põhjaveemudeli poolt arvatud veetasemed absoluutkõrgusel jäid Aidu karjääri töötamise ajal Roodu aiandusühistu alal absoluutkõrgustele 39.2-39.4 m, mis võimaldas aiandusühistu hoonete rajamise ühes keldritega ning kinnitab mudeli sobivust ja piisavalt head kalibreeritust ja toimivust mudelile seatud eesmärkide täitmiseks.



Joonis 13 Roodu põhjaveemudeli poolt arvatud veetasemed Roodu aiandusühistus ja Aidu karjääris

Modelleeritud veetasemed langevad hästi kokku väliuuringul mõõdetud veetasemetega, erinevused on vaid 0.2-0.4 m²³.

Puuraukudepaar 30/31 puhul on modelleeritud veetasemed Lasnamäe-Kunda veekihis (PA-30) 0.1-0.15 m kõrgemal kui Uhaku lademe lubjakivides (PA-31). Väliuuringul puuraukudepaar 30/31 osas taolist erinevust ei mõõdetud. Tõenäoliselt on puuraukudepaar 30/31 juures mõõdetud veetasemete erinevuse puudumise põhjuseks lubjakivides leviva põhjavee väljumine Kohtla jõkke²⁴ ja tõenäolise kihtidevahelise lõhe olemasolu²⁵.

Puuraukudepaari 32/33 puhul mõõdeti välitöödel Lasnamäe-Kunda veekihis (PA-32) veetasemed 10-15 cm kõrgemal kui Uhaku lademe lubjakivides (PA-33). Modelleerimisega saadi siin veetasemete erinevuseks 5 cm. Tõenäoliselt on mõõdetuga väiksem erinevus tingitud Roodu aiandusühistust läänes paikneva ürgoru mõjust mudelis veetasemetele. Eesti geoloogilisel baaskaardil on selle ürgoru idaosa piiritletud tuginedes vähestele andmetele ja esinevad ilmselt ebatäpsused. Näiteks oleks käesoleva töö väliuuringul rajatud puurauk PA-12 pidanud kajastama juba ürgorgu, kuid seda seal veel polnud ning ürgoru tegelik piir jääb joonisel 1 näidatust ilmselt läänepoole, vähendades seega ürgoru reaalset mõju aiandusühistu kaevude veetasemetele²⁶.

Roodu põhjaveemudeli arvutatud veetasemete hea kokkulangevus Aidu karjääris kaevandamise ajal olnud veetasemetega Roodu aiandusühistu alal ja praeguste veetasemetega näitab koostatud Roodu põhjaveemudeli töötamise piisavat usaldusväärsust ja sobivust Aidu karjääri lõpetamisega kaasnenud veetaseme muutuse ja võimalike kuivenduslahenduste analüüsiks.

Kuna Roodu aiandusühistu alal Aidu karjääri töötamise ajal olnud veetasemetest mõõtmisandmeid pole, kasutati Roodu põhjaveemudeli ajalise töö hindamiseks Aidu karjääri ümbruses olevate seirepuuraukude veetasemete andmeid, need saadi Enefit Kaevandused AS käest.

Aidu karjääri ümbruses olevate Enefit Kaevandused AS seirepuuraukude veetasemete (asukoht on joonisel 14, mõõdetud veetasemed on toodud joonisel 15). Seire veetasemete järgi toimus Keila-Kukruse veekihis veetasemete taastumine kiiresti, ning viimastel aastatel on jälgitav ka sügavamal paikneva Lasnamäe-Kunda veekihis veetaseme tõus.

Joonisel 15 Enefit Kaevandused AS seireandmetele lisatud Roodu põhjaveemudeli arvutatud veetasemete osas võib täheldada mudeliveetasemetes 3-6 kuu pikkust ajalist viivitust Aidu karjääritranšeede veega täitumisel.

Taolise ajalise viibe põhjuseks põhjaveemudelis on see, et mudel ei imiteeri Kohtla kaevanduse vee ja karjääri lõunaosa juures olevate jõgede vee Aidu karjääri jõudmist. Roodu põhjaveemudel täidab karjääritranšeesid nende põhjaosas veega vaid modelleeritaval alal põhjavekke jõudva netoinfiltratsiooniga.

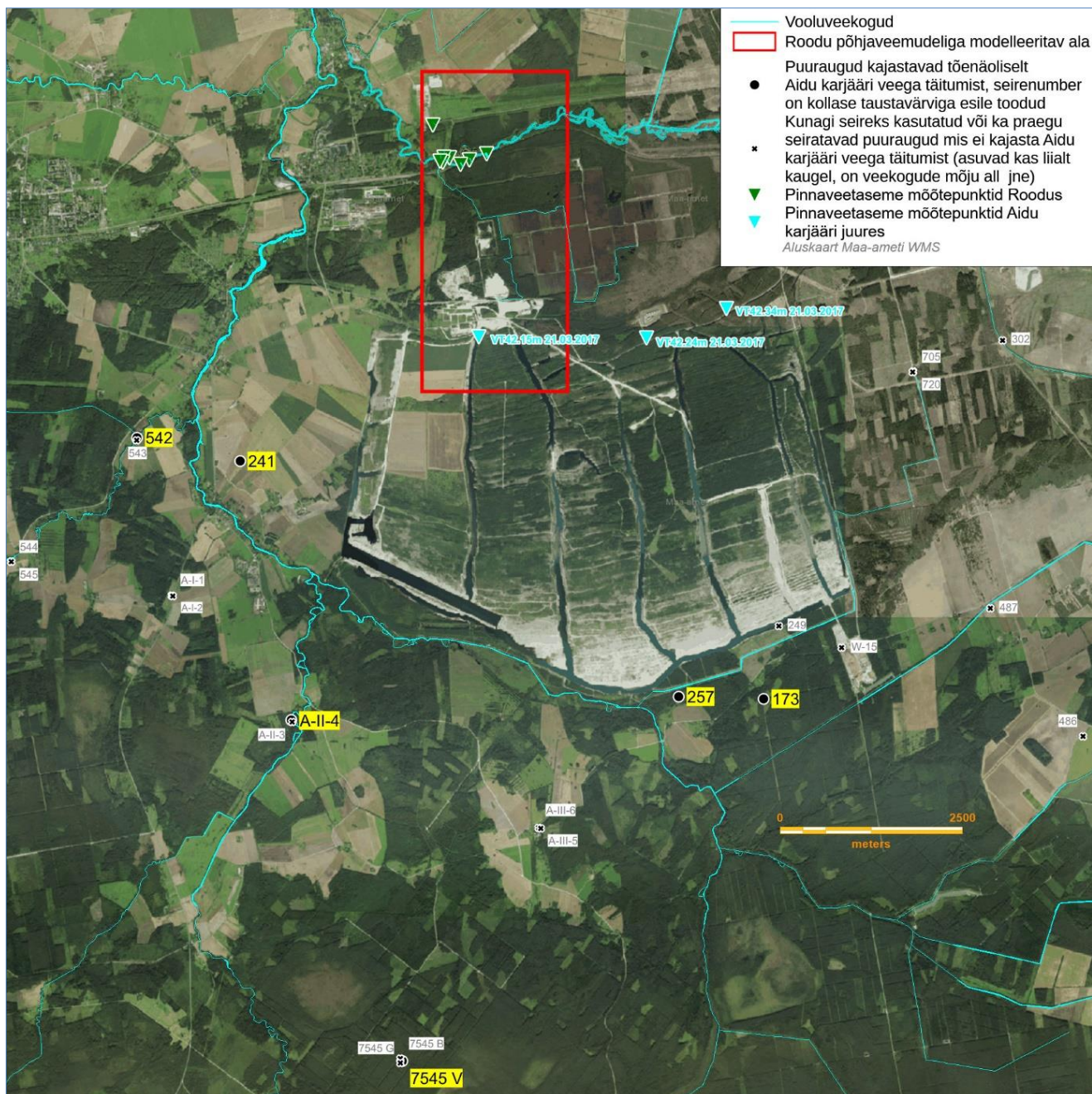
Kuna Aidu karjäär täitus tegelikult veega mõnevõrra kiiremini kui Roodu põhjaveemudelis, on tõenäoline, et ka Roodu aiandusühistu alal oli veetaseme tõus joonisel 13 näidatust mõnevõrra kiirem.

²³ Modelleeritud veetasemed on kuukeskmised, välitöödel mõõdetakse päeva veetaset, seega on erinevused loomulikud

²⁴ Kasutatud 10 m servapikkusega mudeliruuat mis külgneb Kohtla jõega jääb ilmselt suureks veetasemete erinevuse tekkeks.

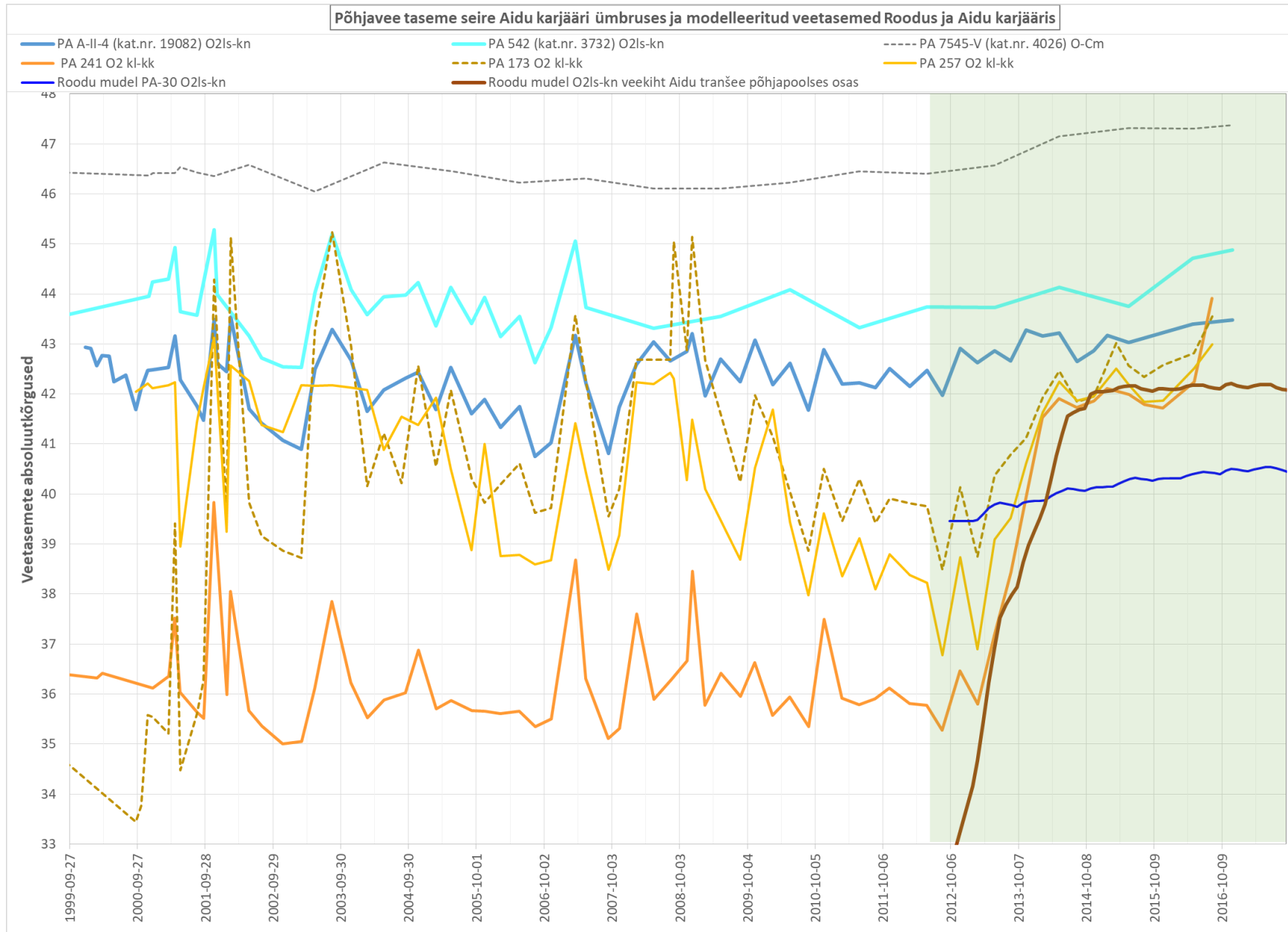
²⁵ Puuraugu PA-3 rajamisel hakkas puurimise sügavusintervallis 5-8 m Roodu kaev 11/12 puurimise ajal kasutatud suruõhu tõttu vett maapinnast üle ajame, õhu väljatulek oli jälgitav ka Kohtla jões

²⁶ Mudelikihte täpsustati vaid PA-12 juures, kuid ürgorg algab tõenäoliselt veelgi kaugemal lääne pool

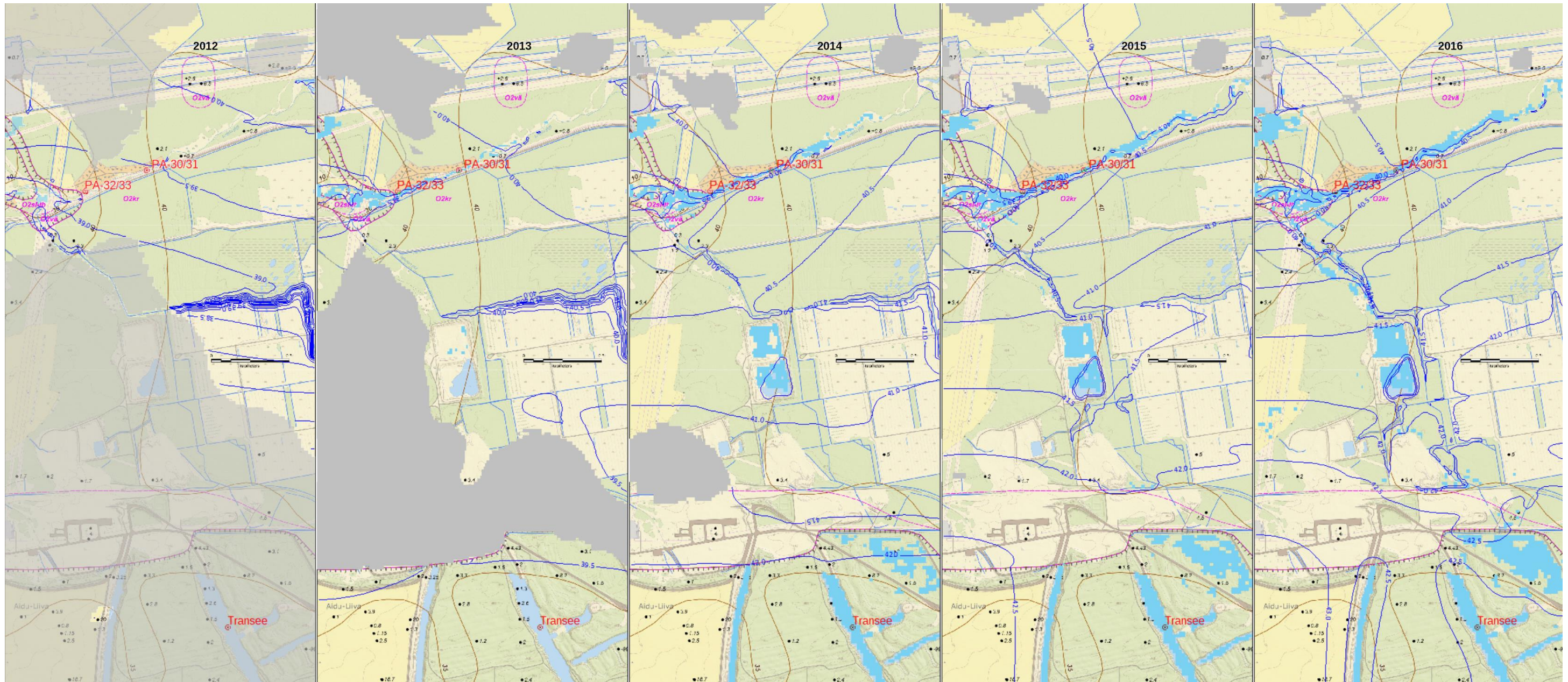


Joonis 14 Aidu karjääri ümbruse põhjaveeseire puuraukude paiknemine

Kokkuvõtvalt võib öelda, et Roodu põhjaveemudel kajastab tõepäraselt Aidu karjääri lõpetamisega kaasnenud veetaseme muutusi Roodu aiandusühistu alal. Modelleeritud veetasemed Aidu karjääris kaevandamise ajal ja nende taastumine johtuvalt karjääri töö lõpetamisest käituvad mudelis loogiliselt.



Joonis 15 Põhjavee taseme seire Aidu karjääri lähikonnas Enefit Kaevandused AS andmetel ja Roodu põhjaveemudeli alal arvutatud veetasemed



Joonis 16 Roodu põhjaveemudeli arvutatud modelikihi 1 (tinglikult Kvaternaarisetted) põhjaveetasemed

Hallid on kuivad modeliruudud modelikihis 1, helesinistes modeliruutudes ulatub veetase maapinnalähedale (pole sügavamal kui 0.2 m mudeli esimese kihi pealispinnast või on seal moodustunud veekogu).

Kõigi modelleeritud ajaetappidel modelikihis 1 moodustuvad veetasemed on toodud aruande lisa 5 videofailis: „Koostatud põhjaveemudeli arvutatud veetasemed kihis 1.avi“.



Joonis 17 Roodu põhjaveemudeli arvutatud mudelikihi 2 (tinglikult Kvaternaarisetted, pluss 0.1-4 meetrit lubjake) põhjaveetasemed



Joonis 18 Roodu põhjaveemudeli arvutatud veetasemed mudelikihis 4 (Lasnamäe-Kunda veekiht)

5.3.1 Põhjavee modelleerimise järeldused

Koostatud Roodu põhjaveemudel kinnitab Eesti Geoloogiakeskuse tehtud modelleerimisaruannetes näidatut, et Aidu karjäärialal veetaseme tõus absoluutkõrguseni 42 m mõjutab karbonaatkivimite veetaset Roodu aiandusühistu maa alal.

Aidu karjääri tegevuse mõju ulatumine sedavõrd kaugele johtub ala hüdrogeoloogiliste tingimuste eripärast. Roodu aiandusühistu paikneb Uhaku suhtelise veepideme kivimite avamusalal ja karjääri mõju ulatub kaugemale tänu mõju levikule Uhaku all paiknevas Lasnamäe-Kunda veekihi.

Aidu karjääris põhjaveetaseme tõus kaevandamiseelsele ligilähedaseks²⁷, on mõjutanud Roodu aiandusühistu ala niiskusrežiimi, Kohtla jõe lammi ja Roodu aiandusühistu idapoolne ala kannatavad survepõhjavee tõusust johtuva liigniiskuse all. Kuna Ordoviitsiumi karbonaatkivimites leviva põhjavee tase on tõusnud, on seetõttu Roodu aiandusühistu alal vähenenud ka sademevee infiltreerumisvõimalused, sest kvaternaarisetted on nüüd suuremas ulatuses veeküllastunud.

Koostatud Roodu põhjaveemudel näitab Roodu aiandusühistu ala Aidu karjääri töötamise ajal vabana liigniiskusest (vaata joonis 16 aasta 2012 ja Lisa 5). Survelist põhjavett Kohtla jõeorgu ei välju. Kohtla jõest esines pinnavee infiltreerumist põhjavette (vaata joonis 16, aasta 2012, samatasemejoon absoluutkõrgusega 40 m).

Põhjavee väljavool Kohtla jõkke tekitab mudelis aastast 2014, mis langeb kokku aiandusühistu inimeste poolt kirjeldatuga, vaata joonisel 16 siniste kõrge veetasemega mudeliruuutude levikut ja fotol 3 toodud Maa-Ameti eri aegade aerofotosid.

Roodu aiandusühistu alal levivate savipinnaste väikese veejuhtivuse tõttu on tõenäoline, et suurem osa 2016 aasta hilissügisel Roodu aiandusühistu madalamas idaosas maapinnal olnud veest pärines sademetest, mitte põhjaveest. Arvestades maapinna kallakust põhjast lõunasse, võib tõenäoliselt pidada novembris 2016 liigvee lisandumist ka põhjapoolt, mööda savipinnaste peal kohati olevat liiva- ja mullakihti²⁸.

5.3.2 Roodu aiandusühistu ala kuivendusvariantide analüüs

Esmalt kontrolliti Aidu karjääris alal moodustunud veekogude taseme madalamale reguleerimise efekti. Karjääri veekogude veetaseme alandamine, absoluutkõrgusteni 41 ja 40 m tähendas mudelarvutuste järgi Roodu aiandusühistu alal põhjaveetaseme veetaseme langust ca 0.1 m, mis pole piisav aiandusühistu idaosas liigveeprobleemide lahendamiseks.

Veetaseme alandamine Aidu karjääri alal moodustunud veekogudes tasemeni 41 m nõuaks eesvooluks oleva Ojamaa jõe süvendamist (tõenäoliselt veidi ka Purtse jõe süvendamist allpool Ojamaa jõe suubumist). Veetaseme alandamine Aidu karjääriveekogudes kahe meetri võrra vajab juba väga mahukat Purtse jõe süvendamist, mis pole tõenäoliselt võimalik.

Seega on otstarbekas tegeleda Roodu aiandusühistu liigveeprobleemide leevendamisega aiandusühistu alal ja lähiümbruses, Aidu karjääri alal veetaseme väike alandamine ei lahenda Roodu aiandusühistu alal olevaid liigveeprobleeme.

²⁷ veetase Aidu karjäärialal jääb seejuures 2-3 m madalamale kui karjäärialala kraavides olnud kaevandamiseelne veetase

²⁸ Külumissügavuses ca 1 m on ka muidu hästi vettpidavate savipinnaste veejuhtivus mõnevõrra suurem.

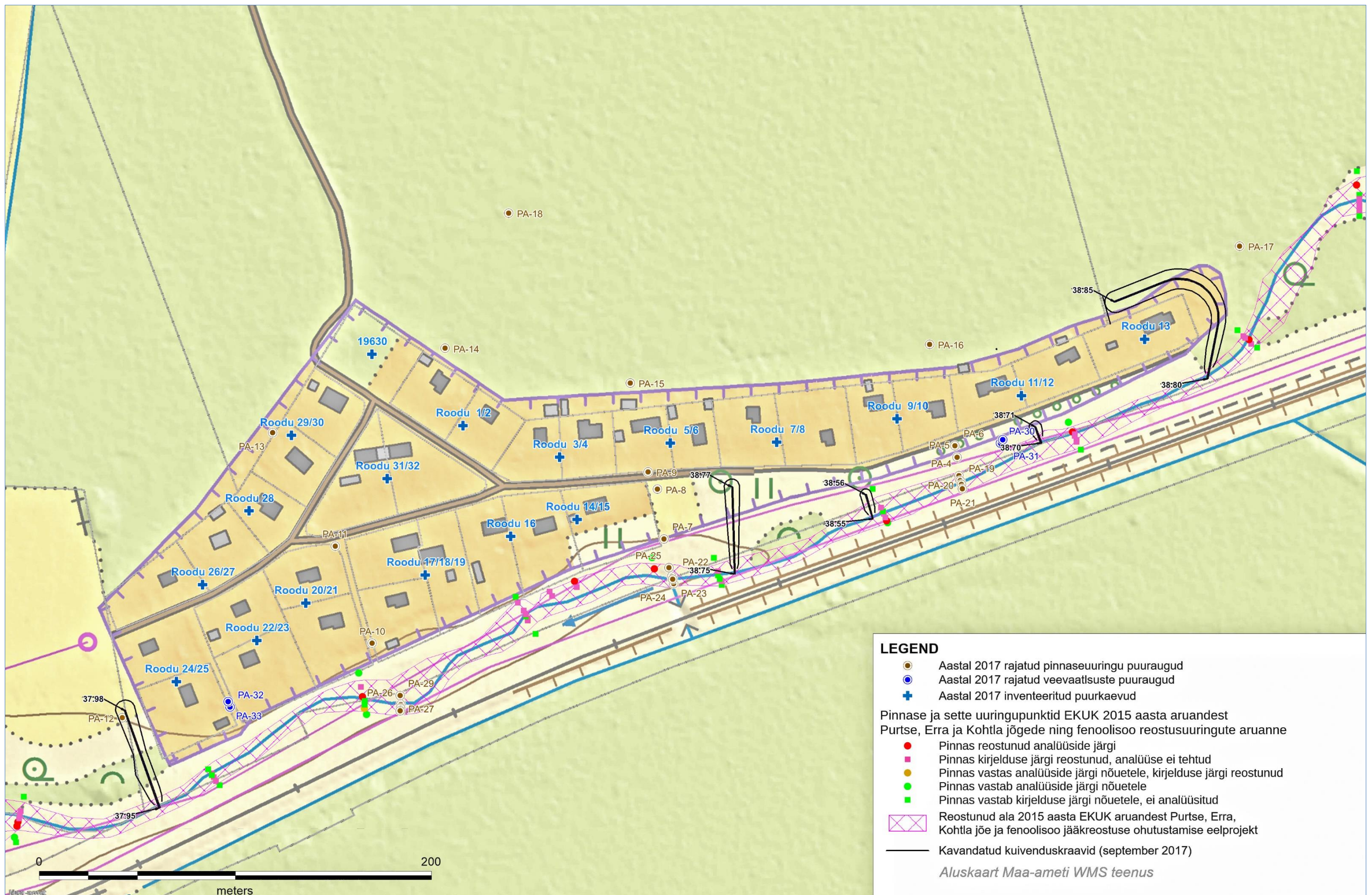
AS Kobras poolt koostatud Roodu aiandusühistu kuivenduslahenduse mõju analüüsimiseks viidi Roodu põhjaveemudelisse projekteerija poolt pakutud kraavid.

Kraavidega kuivenduslahenduse mõju hinnang tehti konservatiivselt. See tähendab, et nende kraavidega ei avata ühtegi olulist lubjakivilõhet Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu karbonaatkivimites. Vettjuhtiva lõhe avamisel oleks põhjaveetaseme alanemine survekeses veekihis suurem.

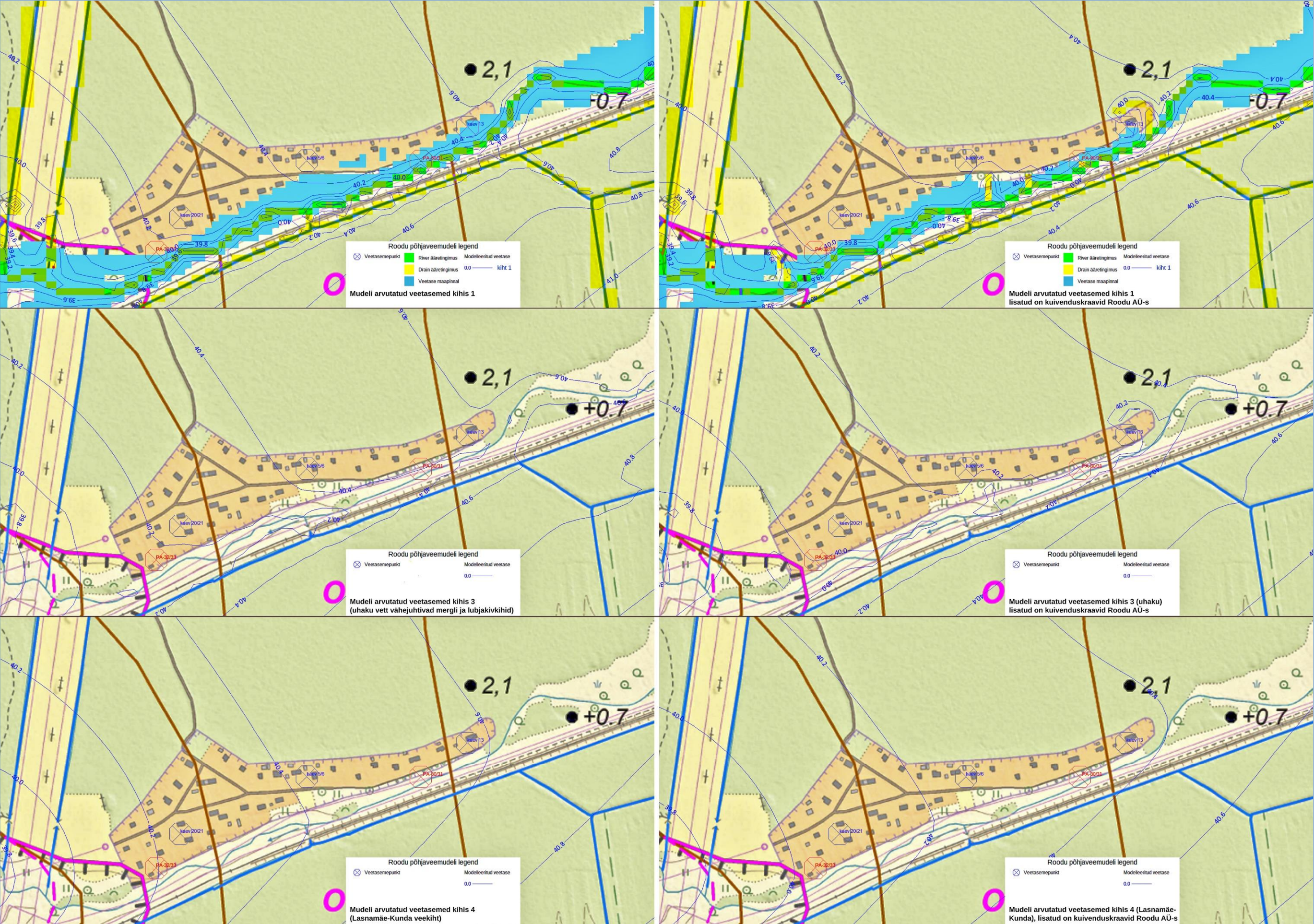
AS Kobras poolt kavandatud kuivenduslahendusel on suurim veetaseme alanemine märgatav Roodu aiandusühistus liigniiskuse all enim kannatavas idaosas ja Kohtla jõe lammialal kavandatud kraavide juures (kuni 1 m). Roodu aiandusühistu alal keskmiselt alaneb veetase 0.2-0.3 m vaata joonis 20).

Kraavidega kavandatud liigvee ärajuhtimise lahenduse kuivendusefekt on piiratud, sest kraavidega avatavate pinnastel ja karbonaatkivimitel on väikesed veejuhtivused ja kuivenduskraavides kujuneva veetaseme määrab veetase Kohtla jões.

AS Kobrase poolt kavandatud kuivendusprojekti elluviimisel alaneb põhjaveetase Roodu aiandusühistu maa-alal oluliselt enam, kui see oleks saavutatud Aidu karjääri alal moodustunud veekogudes veetaseme alandamisega 2 m.



Joonis 19 Kavandatud kuivenduskraavide ning 2017 a uuringupunktide paiknemine ja EKUK 2015 aasta jääkreostuse uuringu [5] järgne reostunud pinnasega ala



Joonis 20 Modelleeritud veekihtide veetasemed kõrgperioodil (vasakpoolsed kolm pilti) ja peale täiendavate kraavide rajamist (parempoolsed kolm pilti)

6 Kokkuvõte

Aidu karjääri mõju ulatumine sedavõrd kaugele johtub ala hüdrogeoloogiliste tingimuste eripärast. Roodu aiandusühistu paikneb Uhaku suhtelise veepideme kivimite avamusalal ja karjääri tegevuste (kuivenduse ja veetaseme taastumine) mõju ulatub kaugemale tänu mõju levikule Uhaku kihtide all paiknevas Lasnamäe-Kunda veekihi.

6.1 Veevarustus

Roodu aiandusühistu aiamajad (ehitisregistris alates 1993) rajati eelmise aastatuhande kahekümnendate aastate alguses. Sel ajal oli Aidu karjäär töötanud juba ligi 10 aastat (avati 1974) ning Aidu karjäär kuivendas vaadeldavat ala. NL aegsed madalad puurkaevud, mis projekti järgi puuriti üks kaev kahe krundi kohta, olid aiandusühistus ette nähtud kastmisvee saamiseks, vett kasutati ka pesemiseks. Alates aastast 2013 sügisest, (peale Aidu karjääri sulgemisest) olevat vesi kaevudes elanike sõnul muutunud kõlbmatuks.

Joogivee saamiseks oli Roodu aiandusühistul ette nähtud O-C veekihi kaev (katastrinumber on 19630), mis puuriti aastal 1987, kuid kaevu lõplik väljaehitamine jäi pooleli.

2017 aastal veetasemete mõõtmiseks ja veeproovide võtmiseks rajatud puuraukudes oli põhjaveetase idapoolses puuraugupaaris üle maapinna ning puuraukudepaar 30/31 rajamine näitas Kohtla jõe vee ja Roodu 11/12 kaevu vee ühenduse võimalikkust. Seega ei saa välistada Kohtla jõe reostuse sattumist Roodu aiandusühistu madalates kastmiskaevudes kasutatavasse põhjaveekihti Aidu karjääri töötamise ajal.

Kohtla jõe vee kvaliteet on viimastel aastatel küll paranenud, kuid ei vasta joogivee nõuetele. Sattudes põhjavette, põhjustaks jõevesi ka täna tõenäoliselt põhjavee kvaliteedinõuete ületamise 1-aluselised fenoolide osas. Välistada ei saa põhjavee saastumise ohtu polütsükliiliste aromaatsete süsivesinikega (PAH).

Kohtla jõe setted ja lammiala pinnased on reostunud põlevkiviõlis sisalduvate ohtlike ainetega, sealhulgas polütsükliiliste aromaatsete süsivesinikega. Kaevetöid tehes tuleb arvestada reostunud pinnase (eeskätt naftasaadused ja PAH ühendid) nõuetekohase käitlemise vajadusega.

Tänases situatsioonis, kui Kohtla jõgi drenib põhjavett, ei põhjusta Kohtla jõe lammil ja sängisetes säilinud pinnasereostus täiendavalt ohtlike ainete sattumist Roodu aiandusühistu kaevude vette. Ajal kui Kohtla jõe vesi neeldus jõesängis (Aidu karjääri töötades), võis jõe põhjasetete reostatus põhjustada täiendavat jões neelduva vee reostatust ja seega ka reostuse kandumist põhjaveekihti ja lubjakivilõhedesse.

Käesoleva töö raames võetud 4 Ordoviitsiumi veekihi üldanalüüsi tulemuste järgi (vaata lisa 1) on Roodu aiandusühistu alal leviv Ordoviitsiumi veekihi põhjavesi olmeveena kasutamiseks sobimatu. Eeskätt vee suure kareduse, PHT, raua, ammoniumi ja sulfaatide sisalduse tõttu.

Rajatud vaatluspuuraukude analüüsitulemuste järgi suureneb sulfaatide sisaldus sügavuti. Taolise kõrge sulfaatide sisaldusega (377-765 mg/l) vee olemasolu ja sulfaadisalduse kasv ajas ning sügavuse suunas viitab Roodu aiandusühistu alale sulfaatiderikka vee saabumisest tänaseks suletud põlevkivi kaevandamisalalt.

Ordoviitsiumi karbonaatsetes kivimites levivas põhjavees on Roodu aiandusühistu alal üle piirväärtuse polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike (PAH) summaarne sisaldus, mistõttu pole lubatud Roodu aiandusühistu madalate kaevude vee kasutamine olmeveena.

Roodu aiandusühistu kaevude vees esinevad ohtlikud ained on tõenäoliselt tingitud varasema jääkreostuse (pärandreostus) senini säilinud mõjust.

Ordoviitsiumi-Kambriumi kaevu 19630 vesi vastab 2017 aastal peale kaevu puhastustöid tehtud üldanalüüsi järgi joogiveeallika nõuetele, vees on mõnevõrra kõrgem vaid raua sisaldus. Kaevu 19630 vesi vastab ka tehtud ohtlike ainete määrangute järgi joogiveeallika nõuetele (vees esines küll naftaleeni jälgi).

6.2 Liigniiskuse

Peale Aidu karjäärist vee väljapumpamise lõpetamist tekkis 2013 aasta sügisest Roodu aiandusühistu aiamajade paeni rajatud keldritesse pidev veekiht. Praegu keldrites olev püsiv vesi on pärit aluspõhjakiivimites toimunud põhjaveetaseme tõusust. Võrreldes Maa-ameti aerofootosid aastatest 2013 ja 2016, võib Kohtla jõeorus näha põhjavee väljealade teket²⁹.

Maapinnale ilmub vesi eeskätt Roodu aiandusühistu idaosas, kus maapind on madalamal absoluutkõrgusest 41 m. Idapoolsete kaevude Roodu 13 ja Roodu 11/12 veetase ulatub ajuti üle maapinna (Roodu 13 kaevus pea pidevalt). Reljeefis madalamal paiknevad Roodu aiandusühistu krundid olid 2016 a novembris ka üle ujutatud.

OÜ Eesti Geoloogiakeskus tehtud põhjavee modelleerimistööde joonised aastatest 2005-2010 [4, 7, 8, 9] näitavad, et Aidu karjäärialal veetaseme tõusul absoluutkõrguseni 42 m tõuseb ka põhjaveetaseme Roodu aiandusühistu maa alal 0.5-1 m võrra. Aidu karjääri töötamise ajal osa vett Kohtla jões neeldus aluspõhjakiivimitesse ja liikus Aidu karjääri suunas. Aidu karjääri veega täitudes ei toida Kohtla jõe vesi Roodu aiandusühistu juures enam põhjavett, vaid jõgi on kuivendava mõjuga drenoides Aidu karjääri suunalt tulevat põhjavett.

Käesoleva töö raames Roodu põhjaveemudel kinnitab Eesti Geoloogiakeskuse tehtud modelleerimisaruannetes näidatut. Aidu karjäärialal veetaseme tõus absoluutkõrguseni 42 m on tõstnud Ordoviitsiumi karbonaatkivimite põhjaveekihi veetaset meetri võrra Roodu aiandusühistu maa alal. Modelleeritud veetasemed langevad hästi kokku väliuuringul mõõdetud veetasemetega.

Seega taastus aastatel 2014 ja 2015 Roodu aiandusühistu alal enne Aidu karjääri rajamist olnud niiskuserežiim. Puuduvad andmed, et Roodu aiandusühistu ala oleks praegu märjem kui enne Aidu karjääri rajamist.

Aidu karjääri lõpetamistöödega kaasnevat põhjaveetaseme tõusu Roodu aiandusühistus pole käsitletud vastavas KMH-s (Aidu karjääris kavandatava kaevandamise sulgemise keskkonnamõju hindamise aruanne"[2]) ja Eesti Energia Kaevandused AS Aidu karjääri kaevandamise lõpetamise ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise projektis [3]. Piirdutakse lausega, et Aidu karjääriväljal taastub vee looduslik tase tranšeedes eeldatavalt 42 m abs kõrgusele. Karjäärialal looduslikule lähedase veerežiimi taastamise mõjupiirkonda oleks tulnud käsitleda Aidu karjääri lõpetamise KMH aruandes [2] ja lõpetamisprojektis [3], et õigeaegselt kavandada mõjutatava ala veetasemete seire ja vajalikud leevendusmeetmed.

Kuna Ordoviitsiumi karbonaatkivimites leviva põhjavee tase on tõusnud, on seetõttu Roodu aiandusühistu alal vähenenud ka sademevee infiltreerumisvõimalused, sest kvaternaarisetted on nüüd suuremas ulatuses veeküllastunud.

²⁹ ka Roodu aiandusühistu inimesed kinnitasid märgalade teket jõeorus alles viimaste aastate jooksul

Kohtla jõe lammiala ja Roodu aiandusühistu idapoolne ala kannatavad survealise põhjavee tõusust johtuva liigniiskuse all. Käesoleva töö raames koostatud Roodu põhjaveemudelil läbiviidud analüüs näitas, et Aidu karjääris alal moodustunud veekogude taseme 1-2 m võrra madalamale (absoluutkõrgusteni 40-41m) reguleerimisel saavutatakse Roodu aiandusühistu alal veetaseme langus ca 0.1m, mis pole piisav aiandusühistu idaosa liigveeprobleemide lahendamiseks.

AS Kibrase poolt kavandatud kuivenduslahenduse elluviimisel alaneks veetase Roodu aiandusühistu alal keskmiselt 0.2-0.3 m. Suurem veetaseme alanemine (kuni 1 m) toimub liigniiskuse all enim kannatavas Roodu aiandusühistu idaosas ning Kohtla jõe lammialal kavandatud kraavide juures.

AS Kibrase poolt kavandatud kraavidega kuivendusprojekti elluviimisel alaneb põhjaveetase Roodu aiandusühistu maa-alal seega oluliselt enam. Kraavidega kavandatud liigvee ärajuhtimise lahenduse suuremat kuivendusefekti piirab Kohtla jõe veetase, mis määrab rajatavates kraavides kujuneva veetaseme suhteliselt kõrgeks.

Peale AS Kibrase projektis kavandatud tööde elluviimist on võimalik hinnata täiendavate meetmete³⁰ rakendamise vajadust, mis aitaks veelgi vähendada liigniiskust kõne all oleva territooriumi katastriüksustel.

6.3 Soovitused kuivenduseks

Kuna peale Aidu karjääri lõpetamist on Ordoviitsiumi lubjakivides oleva põhjavee tase suurel alal taastunud, siis veetaset Roodu aiandusühistu alal Aidu karjääri veetasemega reguleerida pole võimalik. Et saada Aidu karjäärialal Roodu aiandusühistu jaoks piisavalt madal veetase, tule piirkonna jõgesid kilomeetrite kaupa süvendada, mis oleks ilmselt ebaproportsionaalne meede ja kahjustaks Aidu veepargi perspektiive. Kuivenduslahenduse kavandamisel tuleb piiratud Roodu aiandusühistu alal kohaliku kuivenduse võimalustega.

Kuivendus on eelkõige vajalik Roodu aiandusühistu idaosas (vaata foto 1), aiandusühistu lääneosas on probleemiks keldrites olev vesi, kuid keldrite kuivendamiseks kogu aiandusühistut hõlmavat mõistlikku lahendust ei ole. Aidu karjääri lõpetamisel taastati kaevandamiseelne olukord ja tänaseks veega Roodu keldrid on omaaegne ehitusviga. Praeguses situatsioonis oleks hooned ja keldrid Roodus ehitatud meetrijagu kõrgemale.

Kavandatud kraavid lühendavad liigniiskuse perioodi üle kogu aiandusühistu alal, kuid kraavide efektiivsus alandada Ordoviitsiumi lubjakivides oleva survealise vee taset sõltub sellest, kas kraavi alal on paes lõhesid või mitte.

Kavandatud kraavidesse saavad kruntide omanikud vajadusel suunata tugevate sadude ja lumetulemise järgset liigvett oma maalt väikeste nõvade ja läbi teemulde paigutatud torudega.

Kohtla jõe reostuse puhastustööd tõenäoliselt aitavad kaasa Kohtla jõe drenivate omaduste paranemisele, kuid monoliitse pae korral võib jõepuhastamise kuivendusefekt Roodu aiandusühistu alal jääda mittemõõdetavaks.

Kohtla jõe reostuse puhastustööde korral ei saa välistada ka võimalust, et Roodu aiandusühistust näiteks 0.5 km ülesvoolu Kohtla jões avatakse mõni jõepõhjas olev suurem hea veejuhti-

³⁰ Perspektiivsete täiendavate tööde loetelu on toodud eelprojekti seletuskirjas (Lisa 7) „Roodu aiandusühistu territooriumi liigniiskuse vähendamise eelprojekt“ peatükis 4.

vusega lõhe. Vee seal neeldumise korral ning aluspõhjalõhe ulatumisel Roodu aiandusühistuni, võib tähendada Ordoviitsiumi veekihi survetaseme tõusu Roodu aiandusühistu alal. Tavalise potentsiaalse ebasoovitava mõju ärahoidmiseks tuleks Roodu aiandusühistu idaosa piirata sobivas sügavuses kraaviga.

Kraavide rajamisel tuleb arvestada, et Kohtla jõe lammil esineb reostunud pinnast mis vajab nõuetekohast käitlemist.

7 Kasutatud kirjandus

1. Hüdrokeoloogiliste muutuste prognoosid seoses Uus-Kiviõli kaevanduse avamise ja Aidu karjääri sulgemisega, Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 2009.
2. Aidu karjääris kavandatava kaevandamise sulgemise keskkonnamõju hindamise aruanne. Evox Invest OÜ, Tartu 2011
3. Eesti Energia Kaevandused AS Aidu karjääri kaevandamise lõpetamise ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise projekt, Jõhvi 2014.
4. Keskkonnatehnika 3/2006. Artikkel põlevkivi kaevandamise mõju põhjaveele R.Perens, L.Savitski Eesti Geoloogiakeskus
5. Jääkreostusobjektide inventariseerimine 2014-2015. Purtse, Erra, Kohtla jõe ja fenoolisoo jääkreostuse ohutustamise eelprojekt, EKUK, Tallinn 2015
6. Suletud kaevanduste 2016. aasta seire aruanne, OÜ Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 2017.
7. Eesti põlevkivimaardla põhjaveevarule hinnangu andmine, Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 2009.
8. Development of the regional groundwater model including impact of oil shale mining to water levels and sulphate contamination. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 2010.
9. Veebilansside koostamine valgaladel. Kaevandusvee bilanss. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 2005. *Teostatavusuuringu läbiviimine ja äravoolu põhiskeemi koostamine sade-, pinna-, drenaaži- ja kaevandusvete ärajuhtimiseks Kohtla-Järve ja Jõhvi piirkonna tiheasustus- ja tootmisaladelt.*
10. Jääkreostusobjektide inventariseerimine 2014-2015. Purtse, Erra ja Kohtla jõgede ning fenoolisoo reostusuuringute aruanne, EKUK, Tallinn 2015
11. Review of groundwater modellings performed and development of landfill models, L.Vallner, Institute of Geology at Tallinn University of Technology, Tallinn 2011.
12. Eesti hüdrokeoloogiline mudel, L.Vallner, Eesti Geoloogiakeskus Hüdrokeoloogia osakond, Tallinn 2002.
13. Loo lubjakivikarjääri rajamisel tekkivate mõjude prognoos ümbruskonna veerežiimile. AS Maves, Tallinn 2009.
14. Mäetaguse valla Kiikla küla kaevandusveel baseeruva kaugküttesüsteemi põhjaveevaru hinnang põhjaveekihtidele. AS Maves, Tallinn 2010.
15. Nabala lubjakivimaardlasse kavandatava Tammiku lubjakivikarjääri rajamise keskkonnamõju hindamine (sh modelleerimistööde aruanne). AS Maves, Tallinn 2010
16. Hüdrokeoloogiline hinnang Paldiski mnt 50 ehitusega kaasneva mõju kohta põhjaveele. AS Maves, Tallinn 2010.
17. Ekspertarvamus Lubja lubjakivikarjääri veealanduse mõjust põhjaveekihtidele. AS Maves, Tallinn 2010.
18. Tondi ja Seebi tänavate ning raudtee vahelise kvartali detailplaneeringu keskkonnamõju strateegiline hindamine (sh modelleerimistööde aruanne). AS Maves, Tallinn 2010.
19. Narva karjääri allmaakaevandamisest tulenevate hüdrokeoloogiliste muutuste prognoosi mudeli korrigeerimine. AS Maves, Tallinn 2015.
20. Kontrollarvutused Kadaka tee 145A ja 145 põhjavee juurdevoolude osas. AS Maves, Tallinn 2016.
21. Pärnu mnt 142/Tondi tn 17b kinnistu ja lähiala detailplaneeringus hoonete rajamisel tekkivate hüdrokeoloogiliste mõjude prognoos. AS Maves, Tallinn 2016.

22. Sonda – Sonda II perspektiivse kaevanduse vee juurdevoolu ning selle maasisesele hüdrofäärile avalduva mõju hindamine hüdrodünaamilise mudeli abil. OÜ Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 2015.
23. Groundwater flow and transport model of the Estonian Artesian Basin and its hydrological developments. L. Vallner and A. Porman. Hydrology Research, 47 (4), 814–834, 10.2116/nh.2016.104.