

OÜ Inseneribüroo STEIGER

**Harju maakonna
Väo lubjakivimaardla
Väo X, XV ja XVII uuringuruumi
geoloogilise uuringu aruanne
(varu seisuga 01.07.2024)**

Töö nr 24/4842

Tallinn 2024

Kinnitan:

Helis Pormeister
Juhatuse liige

/allkirjastatud digitaalselt/

Geoloogilise uuringu tegid:

Tiia Tuuling
geoloogiainsener

/allkirjastatud digitaalselt/

Kaarel Mänd
hüdrogeoloog

/allkirjastatud digitaalselt/

Kaja Paat
joonestaja

/allkirjastatud digitaalselt/

ANNOTATSIOON

Harju maakonna Vão lubjakivimaardla Vão X, XV ja XVII uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.07.2024).

Aruanne ühes köites, teksti 53 lk, 18 tekstilisa, 2 graafilist lisa, 11 elektroonilist lisa. OÜ Inseneribüroo STEIGER, aadress: Männiku tee 104/1, 11216 Tallinn, 2024.

Vão X, XV ja XVII uuringuruumide geoloogiline uuring tehti Eesti Killustik OÜ tellimisel. Uuringualad paiknevad Harju maakonnas Rae vallas Soodevahe külas katastriüksustel 65301:001:5008 Raja, 65301:011:0059 Sepa-Hindreku, 65301:001:5007 Vahe-metsa, 65301:011:0131 Kassisaba, 65301:011:0091 Põlendiku, 65301:001:4295 Saluste tee 5, 65301:001:4400, Lagendiku, 65301:001:4290 Saluste tee 3, 65301:001:4291 Suurtammiku, 65301:011:0077 Viikmanni-Soodevahe, 65301:001:4413 Kesa, 65301:011:0084 Uus-Kristjani, 65301:011:0159 Väikemetsa, 65301:011:0150 Metsa-sauna, 65301:001:5889 Metsasauna, 65301:001:5890 Rabaotsa ja 65301:011:0143 Rabaotsa. Uuringualade pindala on kokku 36,47 ha. Kuna loetletud uuringuruumid külgnevad üksteisega, siis tehti geoloogiline uuring kõigis uuringuruumides ühiselt.

Töö eesmärgiks oli täpsustada uuringuruumides leviva maavaralasundi paksust, selle kvaliteeti ja kaevandamistingimusi detailsusega, mis lubaks hinnata maavara kogust aktiivse tarbevaruna, et hiljem taotleda sellele alale maavara kaevandamisluba.

Tööde käigus rajati uuringuruumi 5 puurauku sügavusega kuni 23,3 m. Turbalasundi paksust täpsustati 22 kuni 2,5 m sügavuse sondeerimispunktiga.

Uuringuruumi kasulik kiht on esindatud Ordoviitsiumi ladestu Viivikonna, Kõrgekalda, Vão, Kandle, Loobu ja 0,5 m paksuselt Toila kihistu lubjakividega.

Töö tulemusena arvatati varu 37,12 ha pindalal. Kooskõlastatult maaomanikuga moodustati varuplokk osaliselt väljapoole uuringuruumi teenindusala piire. Sõltuvalt kivimi kvaliteedist eraldati vertikaalses läbilõikes 2 plokki: täitelubjakivi läbilõike ülaosas Viivikonna ja Kõrgekalda kihistute mahus (plokk 57) ja kõrgemargiline ehituslubjakivi selle all (plokk 58) Vão, Kandle, Loobu ja 0,5 m paksuselt Toila kihistu mahus.

Ploki 57 lubjakivist valmistatud killustiku purunemiskindlus Los Angelese katsel on keskmiselt LA 33, vastates LA kategooriale 35 ja külmakindlus keskmiselt 5,6%, vastates külmakindluskategooriale F. Ploki kasuliku kihi keskmine paksus on 7,5 m ja kattekihi keskmine paksus 2,8 m.

Ploki 58 lubjakivist valmistatud killustiku purunemiskindlus Los Angelese katsel on keskmiselt LA 26, vastates LA kategooriale 30 ja külmakindlus keskmiselt 1,5%, vastates külmakindluskategooriale F₂. Ploki kasuliku kihi keskmine paksus on 10,7 m.

Veetase jääb maapinnast keskmiselt 1,5 m sügavusele. Kogu lubjakivivaru on veealune.

Maa-ametile esitatakse kinnitamiseks täiendavalt Vão lubjakivimaardla varu järgmiselt (seisuga 01.07.2024):

- täitelubjakivi aktiivset tarbevaru 37,12 ha pindalal 2789 tuh m³ (plokk 57, kogumahus veealune);

- kõrgemargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 37,12 ha pindalal 3972 tuh m³ (plokk 58, plokki 57 lamamis, kogumahus veealune).

Käesoleva töö tulemusel täpsustus kvaternaarisetete paksus ka olemasoleval Vao VIII lubjakivikarjääri mäeeraldisel – tegelik paksus on suurem kui hinnati 2020. a uuringus ning samas on selle võrra suurem täitelubjakivi maht plokis 42. Sellega seoses tehakse ettepanek muuta plokki 42 täitelubjakivi algset mahtu ja kinnitada seisuga 01.10.2020 plokki 42 täitelubjakivi varu 1162 tuh m³. Katendi maht on 365 tuh m³.

Võtmesõnad: geoloogiline uuring, Eesti Killustik OÜ, Harju maakond, Rae vald, Soodevahe küla, Vao maardla, Viivikonna, Kõrgekalda, Vao, Kandle, Loobu ja Toila kihistu, aktiivne tarbevaru, kõrgemargiline ehituslubjakivi, täitelubjakivi.

Koostas:

Tiia Tuuling

SISUKORD

ANNOTATSIOON.....	3
1. SISSEJUHATUS.....	7
2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS	8
3. GEOLOOGILINE UURITUS	15
4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT	19
4.1. Uuringumetoodika	19
4.2. Välitööd	19
4.3. Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd	21
4.4. Hüdrogeoloogilised tööd	22
4.5. Topograafilised tööd	22
4.6. Kameraaltööd	22
4.7. Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale	23
5. GEOLOOGILINE EHITUS	25
6. MAAVARA KVALITEET	33
7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED.....	36
Keskkonnamõju	38
7.1. Mõju veerežiimile	38
7.2. Mõju vee kvaliteedile	42
8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED.....	44
9. VARU ARVUTUS.....	46
9.1. Ploki 57 aT varu	47
9.2. Ploki 58 aT varu	48
11. KASUTATUD KIRJANDUS.....	51

TEKSTILISAD

1. Geoloogilise uuringu load L.MU/515703, L.MU/520850, L.MU/519024	54
2. Puuraukude ja sondeerimispunktide kataloog	60
3. Proovide kataloog.....	63
4. Puuraukude ja sondeerimispunktide kirjeldused ja fotod	65
5. Killustiku füüsikalise-mehaaniliste katsete protokollid.....	118
6. Lubjakivi füüsikalise-mehaaniliste omaduste kaalutud keskmiste arvutused plokkide lõikes	129
7. Kivimi keemilise analüüsi tulemused	132
8. Kivimi keemilise koostise kaalutud keskmiste arvutused kihistute lõikes.....	133
9. Kivimi keemilise koostise kaalutud keskmiste arvutused plokkide lõikes	135
10. Katte- ja kasuliku kihi paksused varuplokkides.....	136
11. Varu arvutuse tulemused.....	137
12. Topograafilise mõõdistamise seletuskiri.....	144
13. Elektrilevi OÜ tehnilised tingimused.....	147
14. Elering AS tehnilised tingimused	149

15. Maaomaniku nõusolek	152
16. Puuraukude ja sondeerimispunktide likvideerimise akt	154
17. KKA korraldus maa korrastamisakti heakskiitmise kohta.....	159
18. Tellija arvamus.....	162
Maa-ameti peadirektori käskkiri varu kinnitamise kohta	

GRAAFILISED LISAD

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan. Mõõtkava 1 : 2000
2. Geoloogilised läbilõiked I - I'...VI - VI'. Mõõtkava hor 1 : 2000, vert 1 : 200

ELEKTROONILISED LISAD

1. Varuplokkide ruumikujud.dgn
2. Katendi lamam.dgn
3. Plokkide lamam.dgn
4. Puursüdamike fotod ja kataloog.jpg
5. Protokoll 24-8133 K.asice
6. Protokoll 20-6845 K.asice
7. Elering AS tehnilised tingimused
8. Maaomaniku nõusolek.asice
9. Puuraukude likvideerimise akt.asice
10. KKA korraldus maa korrastamisakti heakskiitmise kohta.asice
11. Tellija arvamus.asice

1. SISSEJUHATUS

Geoloogiline uuring Vão X, XV ja XVII uuringuruumides tehti Eesti Killustik OÜ tellimisel. Kuna loetletud uuringuruumid külgnevad üksteisega, siis tehti kõigi kolme uuringuruumi geoloogiline uuring ühiselt. Töö eesmärgiks oli täpsustada uuringuruumides leviva maavaralasundi paksust, selle kvaliteeti ja kaevandamistingimusi detailsusega, mis lubaks hinnata maavara kogust aktiivse tarbevaruna. Pärast varude kinnitamist soovib Eesti Killustik OÜ esitada taotluse maavara kaevandamiseks. Keskkonnaloa saamine kinnitatud varuga alale võimaldab olemasoleva Vão VIII lubjakivikarjääri mäeeraldisega vahetult külgnevatel alade planeerida mäetöid ja ka korrastamist ühiselt juba koos olemasoleva mäeeraldisega, mis lubaks optimeerida tööprotsesse ja seeläbi vähendada kulusid ning samas ka otstarbekamalt teostada korrastamistöid. Kaevandajal on kasutada juba olemasolev taristu ning masinad ja seadmed. Samuti on kaevandajal olemas informatsiooni nii keskkonnatingimuste kui ka kaevandamise tehnoloogiliste võimaluste kohta. Seega oleks täiendava varu kinnitamine kaevandamise eesmärgil põhjendatud nii majanduslikult kui ka maavara säästva kasutamise printsiibist lähtuvalt.

Geoloogiline uuring tehti Keskkonnaameti poolt väljastatud geoloogilise uuringu lubade L.MU/515703, L.MU/520850 ja L.MU/519024 alusel (lisa 1).

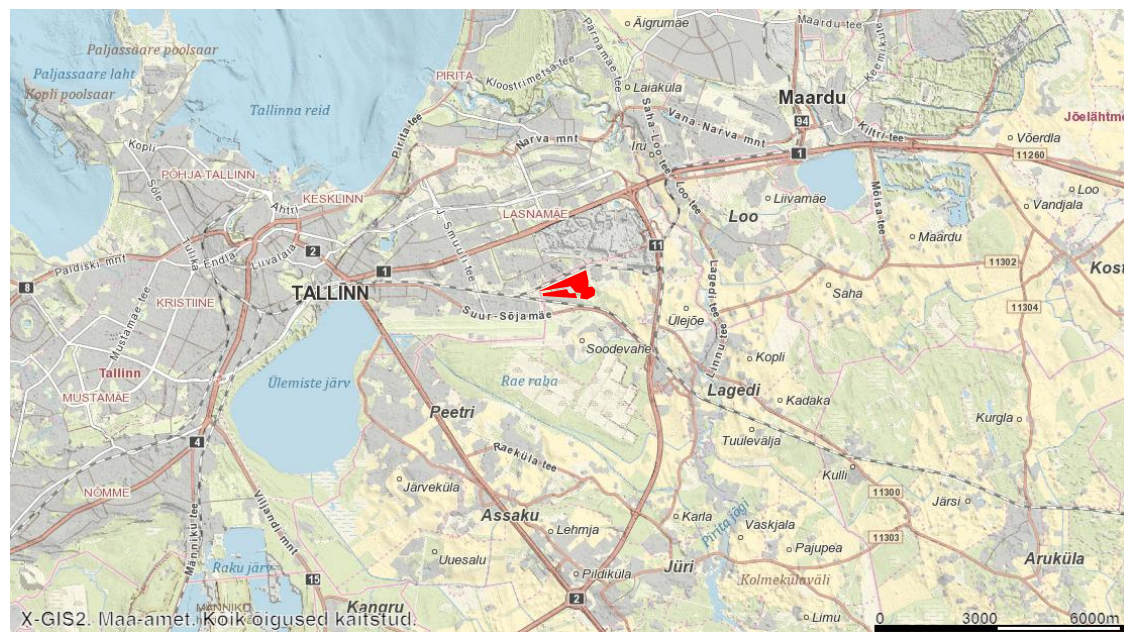
Välitööl 2024. a mais puuriti südamikpuurimise meetodil uuringuruumides kokku 5 puurauku. Puurimistööd tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER poolt. Turba leviku ja kihipaksuse täpsustamiseks sondeeriti turvast kokku 22 punktis. Hüdrogeoloogilistest töödest mõõdeti põhjavee tasemed puuraukudes. Puursüdamikud kirjeldati ja fotografeeriti ning võeti proovid lubjakivist valmistatava killustiku kvaliteedi määramiseks. Killustiku katsed tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER laboris. Uuringuala mõõdistati instrumentaalselt, mille alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000. Topotööd tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER geodeedi Arles Tehu poolt.

Välitöid organiseeris ja viis läbi geoloogiainsener Tiia Tuuling, kes koostas ka uuringuaruande. Puurtööd toimusid OÜ Inseneribüroo STEIGER puurimise osakonna juhataja Meelis Peetrise juhtimisel. Graafilised lisad vormistas ja varu arvutas joonestaja Kaja Paat. Ala hüdrogeoloogilise hinnangu ning vee juurdevoolu arvutused rajatavasse karjääri võimaliku veetaseme alanduse juures tegi hüdrogeoloog Kaarel Mänd. Fotode autor on T. Tuuling.

Geoloogilise uuringu tegemisel lähtuti keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”.

2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS

Vão X, XV ja XVII uuringuruumid paiknevad Harju maakonnas Rae vallas Soodevahe külas. Uuringuruumide teenindusala loodepiirid jäävad ligikaudu saja meetri kaugusele Tallinna linna Lasnamäe linnaosa piirist. Uuringuruumid asuvad Ülemiste-Maardu ja Tallinn-Tapa raudtee harude vahelises kolmnurgas (joonis 2.1). Kuna Vão X, XV ja XVII uuringuruumid paiknevad ühes piirkonnas ning külgnevad üksteisega, siis geoloogiline uuring nimetatud uuringuruumides tehti ühiselt.



▲ Vão X, XV ja XVII uuringuruumid

Joonis 2.1. Vão X, XV ja XVII uuringuruumide asukohaplaan. Kasutatud on Maa-ameti kaardirakendust.

Maapinna reljeef uuritaval alal on tasane, jäädes abs kõrguste ~39 - 41 m vahemikku. Vão XV uuringuruumi lahustükkide ja Vão XVII uuringuruumi vahele jääb tegutsev lubjakivikarjäär – Vão VIII lubjakivikarjääri. Praeguseks on karjääri sügavus ligikaudu 10 m ja kaevandatud on kuni ~28 m abs kõrguseni (foto 2.1). Uuringualadest suur osa jääb soisele alale (Vão XV uuringuala idapoolne lahustükk tervikuna ning lõunapoolse lahustüki lõuna-kagu osa (fotod 2.2, 2.3, 2.4) ning Vão X ja Vão XVII uuringuruumide lõunaosad, kus on levinud nii madal soo-, siirdesoo- kui ka rabasetted. Enamasti on uuringualadelt mets ja võsa maha võetud, osaliselt on metsa veel säilinud Vão X uuringuruumi teeninduslal ja ka Vão XV idapoolse lahustüki. Vão XV uuringuruumi idaserva on rajatud karjääri väljaveotee ja karjäärist väljapumbatava vee äravoolukraav (foto 2.5). Vão XVII uuringuruumi teenindusala põhjaosast on kinnisvara arenduse käigus katendit eemaldatud ja täidetud tehnogeensete setetega (foto 2.6), uuringuala idaossa on kooritud alale kujunenud väike veesilm (foto 2.7). Ümbruskonda jäävad enamasti tootmis- ja ärihooned. Lähim elamu paikneb katastriüksusel Ülemiste-Maardu 1,2-4,4 km (65301:011:0113), mis jääb Vão XV uuringuruumi teenindusala põhjapiirist ~20 m kaugusele. Uus-Tammiku (65301:011:0083) katastriüksusel paiknev talu jääb Vão XV uuringuruumi põhjapoolse lahustüki ja Vão XVII uuringuruumi teenindusala vahele, jäädes mõlema piirist ligikaudu 50 m kaugusele.



Foto 2.1. Vão VIII lubjakivikarjäär (foto T. Tuuling, 13.06.2024, N 59°25'15", E 24°53'0").



Foto 2.2. Võsast raadatud madal soo Vão XV uuringuruumi lõunaosas (foto T. Tuuling, 13.06.2024, N 59°25'12", E 24°52'28").



Foto 2.3. Pajuvõsaga kaetud madal soo Vão XV uuringuruumi idaosas. Taamal paistavad uuringualade servadesse jäävad kõrgepingeliinid (foto T. Tuuling, 13.06.2024, N 59°25'10", E 24°52'26").

Käsitletavate uuringuruumide teenindusala ei kattu arvel oleva maavaravaruga. Lähim on Vão lubjakivimaardla (registrikaart nr 0046) plokkidele 42 ja 43 jääv Vão VIII lubjakivikarjääri mäeeraldis (keskkonnaluba KL-514265, loa omanik on OÜ Eesti Killustik ja luba kehtib 25.01.2022 - 25.01.2037), mis asub Vão XV uuringuruumi lahusosade ja Vão XVII uuringuruumi vahel. Vão VIII lubjakivikarjääri teenindusmaaga kattuvad kõik Vão XV uuringuruumi teenindusala lahustükid. Vão lubjakivimaardla põhja poole jääv osa asub Vão X uuringuruumi teenindusala põhjapiirist 140 m kaugusel

(Vão lubjakivikarjäär, luba HARM-154, loa omanik Limestone factories of Estonia OÜ, luba kehtib 14.01.2019 - 13.01.2039).



Foto 2.4. Sinihelmika mätastega madal-soo Vão XVII uuringuruumi keskosas (foto T. Tuuling, 13.06.2024, N 59°25'21", E 24°5'7").



Foto 2.5. Väljavoolukraav Vão XV uuringuruuni idaosas (foto T. Tuuling, 13.06.2024, N 59°25'15", E 24°53'21").



Foto 2.6. Kooritud pinnasega ja tehno-geensete setetega tagasitäidetud Vão XVII uuringuala põhjaosa (foto T. Tuuling, 13.06.2024, N 59°25'22", E 24°53'5").



Foto 2.7. Vão XVII uuringuruuni idaosas on kooritud alale kujunenud veekogu (foto T. Tuuling, 13.06.2024, N 59°25'26", E 24°53'8").

Alljärgnevalt on kirjeldatud iga uuringuruumi teenindusala eraldi (millistel katastriüksustel paiknevad ja alal kehtivad kitsendused).

Vão X uuringuruumi geoloogilise uuringu luba L.MU/515703 (lisa 1) anti välja Keskkonnaameti 06.06.2022 korraldusega nr DM-112527-20. Luba kehtib kuni 06.06.2026. Vão X uuringuruumi teenindusala pindalaga 5,05 ha paikneb riigile kuuluval kinnistul Kesa (katastritunnus 65301:001:4413), mille sihtotstarve on maatulundusmaa ja mille valitsejaks on Regionaal- ja Põllumajandusministeerium, volitatud asutuseks Maa-amet. Uuringuruum on ümbritsetud valdavalt eramaadega – läänes ja edelas Saluste tee 3 (65301:001:4290) (tootmismaa 80%, ärimaa 20%), Suurtammiku (65301:001:4291) (maatulundusmaa 100%) ja lõunas Uus-Kristjani (65301:011:0084) (maatulundusmaa 100%), ühine nurgapunkt on katastriüksusega Väikemetsa (65301:011:0159) (maatulundusmaa 100%) ning Rae vallale kuuluvate

sihtotstarbelt transpordimaaks olevate kinnistutega Kesasoo tee L1 (65301:011:0349) idas ja Saluste tee L1 (65301:001:4414) põhjas. Läänest külgneb Vão X uuringuruumi teenindusala Vão XVII uuringualaga ning lõuast Vão XV uuringualaga (joonis 2.2).

Uuringuruumi teenindusala kattub ida- ja põhjaosas AS-i Elering 35 - 110 kV pingega elektriõhuliiniga Aruküla-Lasnamäe (VID kood L164), Aruküla-Lasnamäe (L165), Iru-Lasnamäe (L167) ja Iru-Ida (L007) ning nende kaitsevöönditega. Kaitsevööndi laius on 25 m liini teljest. Lähedusse jääb veel elektriõhuliin Lasnamäe-Ida (L008), mille kaitsevöönd kattub uuringuruumi teenindusala põhjaosaga kuni 2,7 m ulatuses (liini kaitsevööndi laius on 25 m). Uuringuruumi põhjaservas, põhjapiiriga paralleelselt kulgeb Elektrilevi OÜ-le kuuluv elektrimaakaabelliin AHXAMK-W.3x300+35Cu 24kV (VID kood 327126706, 327153728), lõigates ka uuringuala kirde- ja loodenurka. Maakaabel-liini kaitsevööndi laius on 1 m teljest.

Uuringuruumi teenindusala ida ja põhjapiirist ~2 m kaugusel kulgevad AS-i ELVESO maa-aluse vee ja kanalisatsiooni survetorustikud, mille kaitsevööndi laius on 2 m. Veetoru (100000008452) ja survekanalisatsioonitoru (100000017183) kaitsevööndiga kattub vaid uuringuala põhja-kirdenurk ligikaudu 1 m ulatuses.

Uuringuruumi teenindusala ~11 m kaugusele itta jääb Linnaaru tee nr 6530532 sõiduraja serv. Ligikaudu 80 - 100 m kaugusel uuringuruumi teenindusala põhjapiirist asub laiarööpmeline raudtee (tunnused 4072959, 4075235, 4075246), millel on 30 m laiune kaitsevöönd äärmise rööpme teljest. Rail Baltic raudtee kavandatud trassikoridor jääb ~1,5 km kaugusele ida suunda ja ~400 m kaugusele lõuna suunda. Uuringuruumi teenindusala ~20 - 40 m kaugusel põhja suunas asuvad geodeetilised märgid (tunnused 49404, 49405, 49406). Kinnismälestis Kultusekivi (tunnus 18872) 50 m laiuse kaitsevööndiga jääb uuringuruumi teenindusala põhjapiirist ~110 m kaugusele.

Lähimad hooned (ei ole elumajad) jäävad ligikaudu 100 m kaugusel ida suunda Betooni tn 63 kinnistule (65301:011:0069).

Vão X uuringuruumi teenindusala ei jää ühtegi Natura 2000 võrgustiku ega looduskaitseala.

Vão XV uuringuruumi geoloogilise uuringu luba L.MU/520850 (lisa 1) anti välja Keskkonnaameti 26.03.2024 korraldusega nr DM-126013-14. Luba kehtib kuni 26.03.2029. Vão XV uuringuruumi teenindusala pindalaga 19,97 ha koosneb neljast lahusosast (0,14 ha; 4,30 ha; 7,68 ha; 7,85 ha) ja see paikneb riigile kuuluvatel kinnistutel Raja (65301:001:5008) ja Vahemetsa (65301:001:5007), mille sihtotstarve on mätetööstusmaa ja maatulundusmaa ning mille valitsejaks on Regionaal- ja Põllumajandusministeerium, volitatud asutuseks on Maa-amet, ning uuringuloa omajale (OÜ Eesti Killustik) kuuluvatel kinnistutel Põlendiku (65301:011:0091), Uus-Kristjani (65301:011:0084), Väikemetsa (65301:011:0159), Metsasauna (65301:011:0150), Metsasauna (65301:001:5889), Rabaotsa (65301:001:5890) ja Rabaotsa (65301:011:0143), mis on sihtotstarbelt maatulundusmaad, ning Sepa-Hindreku (65301:011:0059), Kassisaba (65301:011:0131) ja Viikmanni-Soodevahe (65301:011:0077), mille sihtotstarve on mätetööstusmaa.

Uuringuruumi idapoolne lahustükk külgneb põhjast Vão X uuringuruumiga. Läände jääva Vão XVII uuringuruumiga vahetut külgnemist ei ole, piiride vahele jääb 5 m laiune maariba, mis jääb uuringualadest välja. Vão XV uuringuruumi teenindusala lahustükkide

vahele jääb Vao VIII lubjakivikarjääri mäeeraldis (OÜ Eesti Killustik, keskkonnaluba nr KL-514265), mille teenindusmaaga uuringuruum kattub.

Uuringuruumi teenindusala kahte põhjapoolsemat lahustükki läbivad 35 - 110 kV elektriõhuliinid Aruküla-Lasnamäe (VID kood L164, L165) ja nende kaitsevööndid. Lisaks kulgeb kõige põhjapoolsema lahustüki alal 35-110 kV elektriõhuliinid Lasnamäe-Ida (L008) ja Iru-Lasnamäe (L167) ja nende kaitsevööndid. Viimati nimetatud liinide kaitsevööndid ulatuvad ka kõige väiksema lahustüki alale (kuni 10 m ulatuses). Kõige idapoolsema lahustüki põhjaosa kattub 35-110 kV elektriõhuliinide Aruküla- Lasnamäe (L164, L165) kaitsevöönditega ~21 m ulatuses. Uuringuruumi idanurka, Metsasauna katastriüksusele on Elektrilevi OÜ poolt kaevandaja tarbeks veetud maakaabelliinid AHXAMK-W.3x300+35Cu 24kV (606716792 ja 606716791) ning püstitatud alajaam AJ 13832. Alajaamast karjääri väljuv kaabel on veetud OÜ Eesti Killustik poolt.

Kõige põhjapoolsema lahustüki alal asuvad geodeetilised märgid 2502 (VID kood 48713) ja 1538 (48565), lisaks kattub lahustüki põhjaserv geodeetilise märgi 1559 (kood 48587) kaitsevööndiga ~0,6 m ulatuses. Nimetatud geodeetilised märgid on kohaliku geodeetilise võrgu märgid ja nendega tegeleb kohalik omavalitsus s.o Tallinna linn (vastavalt keskkonnaministri 28.06.2013 määruse nr 50 „Geodeetiliste tööde tegemise ja geodeetilise märgi tähistamise kord, geodeetilise märgi kaitsevööndi ulatus ning kaitsevööndis tegutsemiseks lisa taotlemise kord” § 2 lõikele 1 on kohaliku geodeetilise töö korraldajaks kohalik omavalitsusüksus).

Väiksemaist lahustükist 50 m kaugusele jääb arheoloogiamälestis Kultusekivi, I a- tuh. e.Kr. - I a- tuh. (VID kood 2616), mille kaitsevööndi laius on 50 m.

Lõunapoolne lahustükk kattub Rail Baltic raudtee kavandatava trassikoridoriga ~11 m ulatuses.

Vao XV uuringuruumi teenindusala ei jää Natura 2000 võrgustiku ega looduskaitseala.

Vao XVII uuringuruumi geoloogilise uuringu luba L.MU/519024 (lisa 1) anti välja Keskkonnaameti 10.06.2024 korraldusega nr DM-124187-8. Luba kehtib kuni 10.06.2029. Vao XVII uuringuruumi teenindusala pindalaga 11,45 ha paikneb eraomandis olevatel katastriüksustel Saluste tee 5 (65301:001:4295) (tootmismaa 80%, ärimaa 20%); Saluste tee 3 (65301:001:4290) (tootmismaa 80%, ärimaa 20%) ja Suurtammiku (65301:001:4291) (maatulundusmaa 100%). Maa omanikuks on geoloogilise uuringu loa omanik Eesti Killustik OÜ.

Vao XVII uuringuruum külgneb idast Vao X uuringuruumiga, Vao XV uuringuruumi piir jääb ~5 m kaugusele. Lõunast ja edelast piirneb Vao XVII uuringuruum Vao VIII lubjakivikarjääri mäeeraldisega, mäeeraldisega vahetut külgnemist ei ole (joonis 2.2).

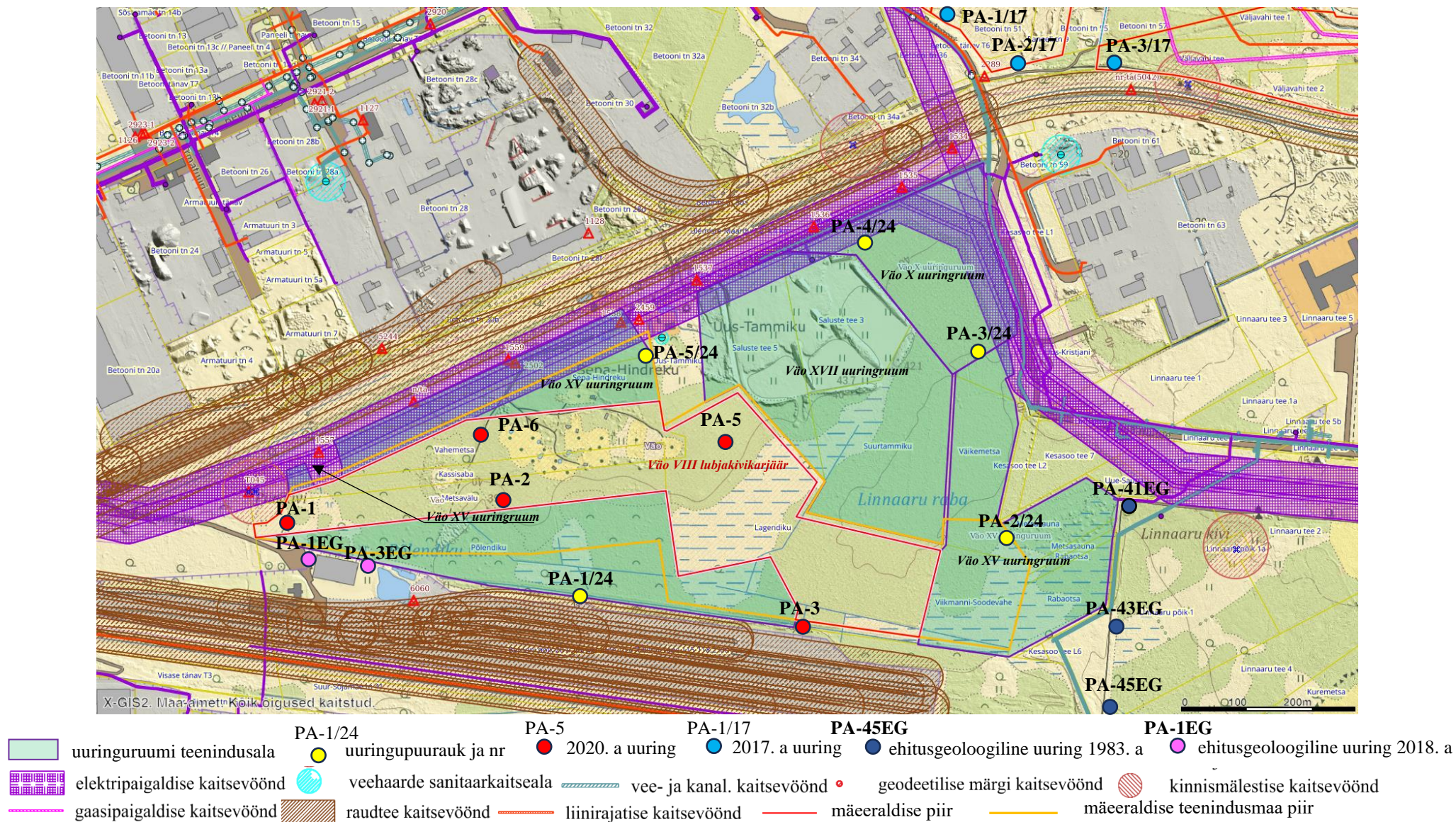
Uuringuruumi teenindusala kattub põhjaosas AS-i Elering 35 - 110 kV pingega elektriõhuliiniga Aruküla-Lasnamäe (VID koodid L164 ja L165), Iru-Lasnamäe (L167) ja Lasnamäe-Ida (L008) ning nende kaitsevöönditega. Kaitsevööndi laius on 25 m liini teljest. Uuringuala põhjanurka jääb Elektrilevi OÜ alajaam ja jaotusseade AJ10432:(Rae) (VID kood 303382268) (kaitsevöönd 2 m objektist) ning elektri-maakaabelliinid AHXAMK-W.3x300+35Cu 24kV (327126706 ja 327153728) ja AXPk.4x120 (327150818) (kaitsevöönd 1 m teljest). Viimane kulgeb ka väljaspool

uuringuruumi, paralleelselt põhjapiiriga, kuid kaabli kaitsevöönd kattub uuringuruumi teenindusalaga.

Elektriõhuliinide kaitsevöönditesse jäävad uuringuruumile lähimad geodeetilised punktid nr 1537 (49407) ja 1536 (49406) ja 1535 (49405), mille 3 m raadiusega kaitsevööndid uuringuruumi teenindusalale ei ulatu. Põhjapiirist minimaalselt 2,5 m, enamasti aga ~5 m kaugusele jäävad AS-i ELVESO maa-aluse vee ja kanalisatsiooni survetorustikud, mille kaitsevööndi laius on 2 m. Uuringuruumil kattumist kaitsevöönditega ei ole.

Ligikaudu 80 - 100 m kaugusel uuringuruumi teenindusala põhjapiirist asuvad laia-rööpmelised raudteed (tunnused 4072959, 4075235, 4075246), millel on 30 m laiune kaitsevöönd äärmise rööpme teljest. Rail Baltic raudtee kavandatav trassikoridor jääb 147 m kaugusele lõuna suunda.

Vão XVII uuringuruumi teenindusalale ei jää ühtegi Natura 2000 võrgustiku ega looduskaitseala.



Joonis 2.2. Vão X, XV ja XVII uuringuruumile lähimad piirangud ja uuringupunktide asukohad. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust.

3. GEOLOOGILINE UURITUS

Esimesed suuremahulised ehituslubjakivi uuringud tehti Vão piirkonnas trusti “Lengeolnerud” poolt 1955. - 56. a (Sidorova, 1956, EGF 728) (joonis 3.1). Tookord lõpetati puuraugud põhiliselt Aseri või Kunda lademes, üksikud ulatusid Volhovi lademesse.

1963. a tegi EGV Ehitusmaterjalide Rühm uuringu Vão maardla laiendamiseks (Remmel, 1964, EGF 2228). Uuringuala asus Vão karjääri ja Pirita jõe vahelisel alal (joonis 3.1). Kasulikuks kihiks olid Uhaku, Lasnamäe, Aseri ja Kunda lademe lubjakivid.

1969. - 70. a toimunud geoloogilise uuringu käigus detailiseeriti 1963. a uuringut Vão karjääri ja Pirita jõe vahelisel alal ning täiendav ehituslubjakivi varu Uhaku, Lasnamäe, Aseri ja Kunda lademete mahus anti Pirita jõest ida pool (Loo alal) (Remmel, 1970, EGF 3116) (joonis 3.1).

1994. a tegi Tallinna Tehnikaülikooli Mäeinstituut olemasolevate andmete põhjal Vão lubjakivimaardla jääkvaru ja Vão karjääriga külgnevate alade lubjakivi varu arvutuse. Selle tööga kanti maha Aseri ja Kunda lademe lubjakivi varu mahus ~1,3 mln m³, kui majanduslikult kaevandamiseks ebaotstarbeline varu (Adamson jt., 1994, EGF 4802).

Edaspidi ongi Vão maardla lubjakivivarude ümberhindamisel ja täiendavate varude arvele võtmisel karjääriga külgnevatel aladel kasutatud enamasti 1955. - 1970. a uuringu andmeid. Vähesel määral on puuritud ka uusi, valdavalt madalaid puurauke karjääri põhja lamapiiride täpsustamiseks ja ka kasulikku kihti kogupaksuses läbivaid puurauke maardla laiendamise eesmärgil. Põhimõtteliselt võib pärast 1994. a varude ümberhindamist liigitada Vão maardlal tehtud uuringud järgmiselt:

- kaevandamistehnoloogia muutmisest ning piiranguvööndite vähenemisest või kadumisest tingitult on arvatud passiivsed varud aktiivseks (Adamson jt., 1996, EGF 5494; Adamson jt., 1997, EGF 5692, 5834; Kattai, 2004, EGF 7598; Tammekänd, 2008, EGF 8035) või ka vastupidi – aktiivsed varud passiivseks seoses taristu rajamisega (Kattai jt., 2006, EGF 7815);
- Aseri ja Kunda lademete lubjakivi kaevandamine osutus majanduslikult otstarbekaks ja võeti taas varuna arvele (Jürgenson, 2004, EGF 7596; Korbut jt., 2009, EGF 8216; Jürgenson jt., 2010, EGF 8263);
- korrigeeriti olemasolevaid varusid mäeeraldiste sees (liideti varuplokke, võeti varu arvele või kanti maha) (Vahtra, 2012, EGF 8381; Rohtla jt., 2012, EGF 8455; Vahtra, 2016, EGF 8722; Tammekänd jt., 2016, EGF 8733; Tammekänd jt., 2018, EGF 8897; Tammekänd jt., 2020, EGF 9384);
- geoloogilised uuringud mäeeraldistega külgnevatel aladel maardla laiendamise eesmärgil (Tammekänd jt., 2008, EGF 8063; Tammekänd, 2015, EGF 8682; Tammekänd jt., 2016, EGF 8756; Valling, 2015, EGF 8685; Tammekänd jt., 2017, EGF 8833; Tammekänd jt., 2020, EGF 9379; Tammekänd jt., 2020, EGF 9451);
- kvaliteedi ümberhindamine keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52 lähtuvalt (Tammekänd jt., 2020, EGF 9437).

Käesoleva töö seisukohast on olulisim 2020. a OÜ Inseneribüroo STEIGER poolt tehtud Vão VIII uuringuruumi geoloogiline uuring, mille andmeid kasutatakse ka praeguses töös käsitletava ala geoloogilise ehituse ja kivimi kvaliteedi iseloomustamisel (Tuuling

jt, 2020, EGF 9396). Vão VIII uuringu käigus rajati kuus puurauku sügavusega kuni 22,5 m. Kvaternaarisetete paksuse määramiseks puuriti käsipuuriga neli puurauku sügavusega kuni 2,8 m ja turbalasundi paksus määrati 13 kuni 2,1 m sügavuse sondeerimispunktiga. Töö tulemusena arvutati maavara varu 13,43 ha pindalal. Sõltuvalt kivimi kvaliteedist eraldati vertikaalses läbilõikes kaks plokki: täitelubjakivi läbilõike ülaosas (aruandes plokk 40, maavarade registris plokk 42 varuga 1050 tuh m³) ja kõrgemargiline ehituslubjakivi selle all (aruandes plokk 41, maavarade registris plokk 43 varuga 1435 tuh m³). Kasulik kiht jääb täismahus põhjaveetasemest allapoole.

Antud uuringu andmete põhjal võeti samal aastal plokkide 42 ja 43 koosseisus arvele maavara aktiivset tarbevaru täiendavalt Kassisaba kinnistul (katastritunnus 65301:011:0131) 1,48 ha pindalal. Töö tulemusel kinnitati seisuga 01.10.2020. a 14,91 ha pindalal 1175 tuh m³ täitelubjakivi aktiivset tarbevaru (plokk 42) ja selle lamamis 1587 tuh m³ kõrgemargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru (plokk 43) (Vahtra jt, 2020, EGF 9421). Kinnitatud varuga alale väljastati 25.01.2022. a OÜ-le EK RAE (Eesti Killustik OÜ) keskkonnaluba nr KL-5142659.

Konkreetselt Vão X, XV ja XVII uuringuruumi teenindusalale ei jää ühtegi varasema uuringu puurauku. Küll on aga käesolevas töös kasutatud kõiki Vão VIII uuringu käigus rajatud puurauke (Tuuling jt, 2020, EGF 9396), samuti on aluspõhja geoloogilise ehituse kolmemõõtmelise mudeli koostamisel kasutatud Vão VII uuringu käigus rajatud puurauke PA-1/17, PA-2/17 ja 3/17 (joonis 2.2) (Tammekänd jt., 2017, EGF 8833, Tammekänd jt 2020, EGF 9451).

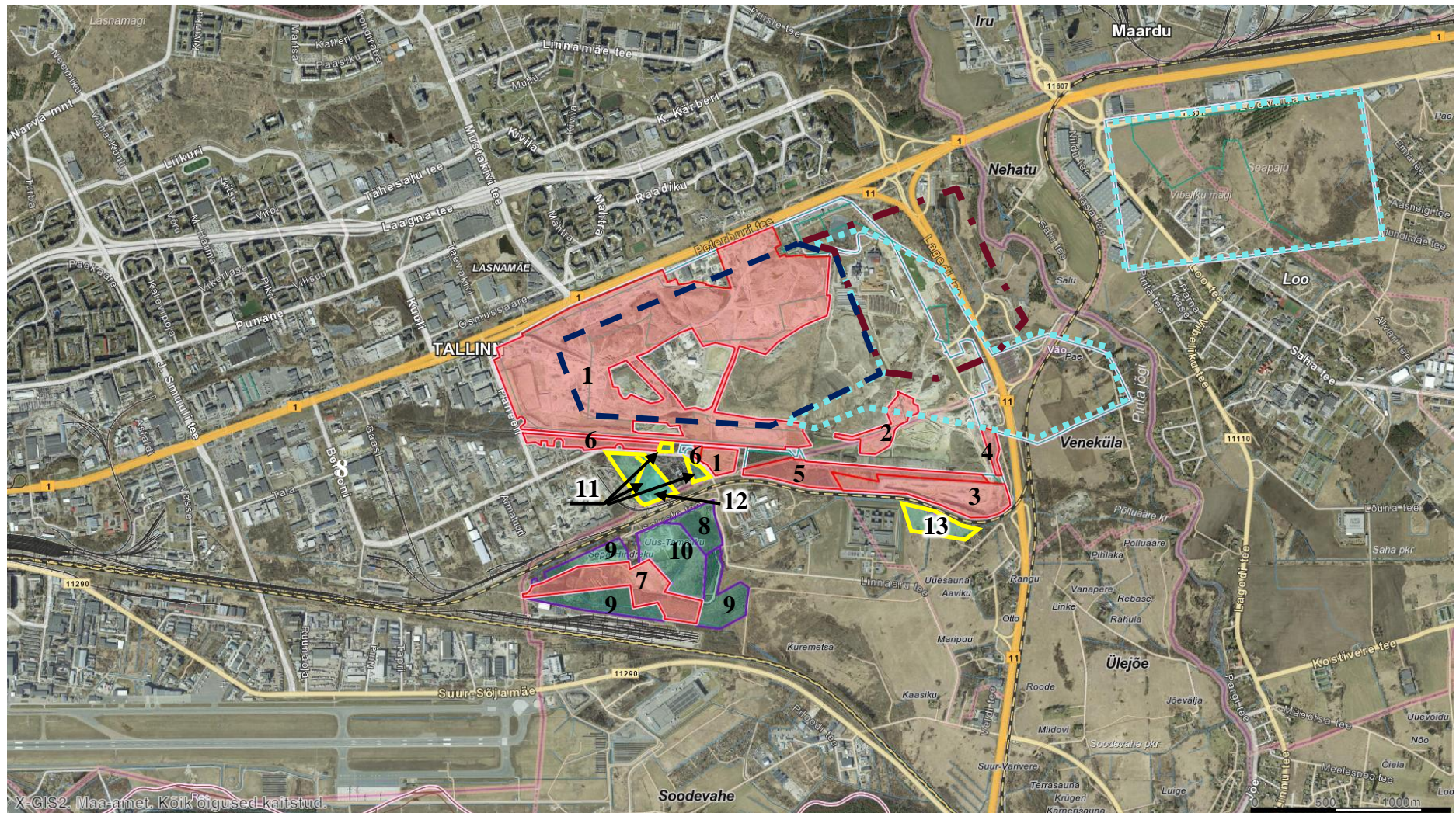
Ümbruskonnas on tehtud rohkesti ka ehitusgeoloogilisi uuringuid, kus puuraukudega on läbitud kvaternaarisetted, ulatudes kohati ka aluspõhjakivimitesse. Lähimad puuraugud, mis paiknevad Vão XV uuringuruumi edela-lõunapiirist ~50 m kaugusel, on rajatud EVR-i laohoone ehitusgeoloogilise uuringu käigus (Eller, 2018, MAEHG 34549). Nendest kahe puuraugu andmeid (PA-1EG ja PA-3EG, joonis 2.2) on kasutatud kattekihi paksuste ja aluspõhja pealispinna modelleerimisel. Samal eesmärgil on kasutatud ka Baltikumi uue sadama välisvõrkude (Suur-Sõjamäe tn-st kuni Leningradi mnt-ni) trassiuuringute andmeid (Riet, 1983, MAEHG 18953), kus kvaternaarisetete paksust iseloomustavad puuraugud jäävad Vão XV uuringuruumist veidi ida poole (puuraugud PA-41EG, PA-42EG ja PA-43EG) (joon 2.2).

Vão lubjakivimaardlas kaevandatakse käesoleval ajal lubjakivi seitsmel mäeeraldisel (joonis 3.1):

- Vão lubjakivikarjäär (Limestone factories of Estonia OÜ, maavara kaevandamise luba HARM-154, kehtib kuni 13.01.2039, aT jääk seisuga 20.07.2024: kõrgemargilist ehituslubjakivi 263,96 tuh m³, madalamargilist ehituslubjakivi 0,12 tuh m³ (uuritud 2018. a määrus nr 52), ehituslubjakivi 790,659 tuh m³ (2005. a määrus nr 44);
- Vão V lubjakivikarjäär (OÜ Vão Paas, maavara kaevandamise luba KMIN-137, kehtib kuni 16.12.2028, aT jääk seisuga 20.07.2024: ehituslubjakivi 653 tuh m³ (2005. a määrus nr 44);
- Tondi-Vão lubjakivikarjäär (OÜ Vão Paas, maavara kaevandamise luba KMIN-061, kehtib kuni 06.05.2033), aT jääk seisuga 03.07.2024: ehituslubjakivi 91 tuh m³ (2005. a määrus nr 44);
- Tondi-Vão III lubjakivikarjäär (AS TREF Nord, maavara kaevandamise luba KMIN-128, kehtib kuni 05.01.2025), aT jääk seisuga 20.07.2024: ehituslubjakivi 11,7 tuh m³ (2005. a määrus nr 44).

- Lõuna-Vão II lubjakivikarjäär (OÜ Vão Paas, maavara kaevandamise luba KL-520034, kehtib kuni 03.01.2039), aT jääk seisuga 20.07.2024: kõrgemargilist ehituslubjakivi 1106 tuh m³, madalamargilist ehituslubjakivi 294,2 tuh m³ (2018. a määrus nr 52);
- Vão VII lubjakivikarjäär (Paekivitoodete Tehase OÜ, maavara kaevandamise luba KL-515094, kehtib kuni 02.05.2052), aT jääk 20.07.2024: kõrgemargilist ehituslubjakivi 518 tuh m³, madalamargilist ehituslubjakivi 140 tuh m³ (2018. a määrus nr 52);
- Vão VIII lubjakivikarjäär (OÜ Eesti Killustik, maavara kaevandamise luba KL-514265, kehtib kuni 25.01.2037), aT jääk 20.07.2024: kõrgemargilist ehituslubjakivi 1585,7 tuh m³, täitelubjakivi 1071,3 tuh m³ (2018. a määrus nr 52).

Leevendamiseks kvaliteetse ehituslubjakivi pöuda Harjumaal, on esitatud mitmeid taotlusi geoloogilise uuringu tegemiseks Vão maardla piirkonnas. Menetluse on võetud geoloogilise uuringu loa taotlused Vão XVIII, Vão XIX ja Vão XX uuringuruumides (joonis 3.1).



— 1955. - 56. a uuring (Sidorova, 1965); — 1963. a uuring (Remmel, 1964); — 1969. - 70. a uuring (Remmel, 1970)
 — Mäeeraldis: 1-Vão lubjakivikarjäär HARM-154; 2-Tondi-Vão lubjakivikarjäär KMIN-061; 3-Vão V lubjakivikarjäär KMIN-137; 4-Tondi-Vão III lubjakivikarjäär KMIN-128; 5-Lõuna-Vão II lubjakivikarjäär KL-520034; 6-Vão VII lubjakivikarjäär KL-515094; 7-Vão VIII KL-514265
 — Geoloogilise uuringu ala: 8-Vão X uuringuruum; 9-Lõuna-Vão XV uuringuruum; 10-Vão XVII uuringuruum
 — Taotletav geoloogilise uuringu ala: 11-Vão XVIII uuringuruum; 12-Vão XIX uuringuruum; 13 - Vão XX uuringuruum
 Joonis 3.1. Vão maardla geoloogilise uurituse plaan. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust.

4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT

4.1. Uuringumetoodika

Geoloogilise uuringu tegemisel lähtuti keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks“.

Geoloogilise uuringu loaga oli uuringu maksimaalseks sügavuseks määratud Vão XVII uuringuruumi puhul 25 m, teistel 35 m. Uuringu tegemiseks lubatud puuraukude arv oli kõigis uuringuruumides kokku 35 (Vão X - 10, Vão XV - 15 ja Vão XVII - 10 puurauku) (lisa 1), kuid geoloogilise uuringu tegemine kõigis kolmes uuringuruumis koos võimaldas vajaliku detailsusega uuringuvõrgu, kus maksimaalne vahekaugus puuraukude vahel on kuni 400 m, rajada viie puurauguga.

4.2. Välitööd

Puurimistööd tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER. Puuraugud rajati puurpingiga Fraste Multidrill PL.G trosstõmbega südamikpuurimise meetodil topelt või kolmekordse toruga (nn *triple barrel wireline method*) (foto 4.1).

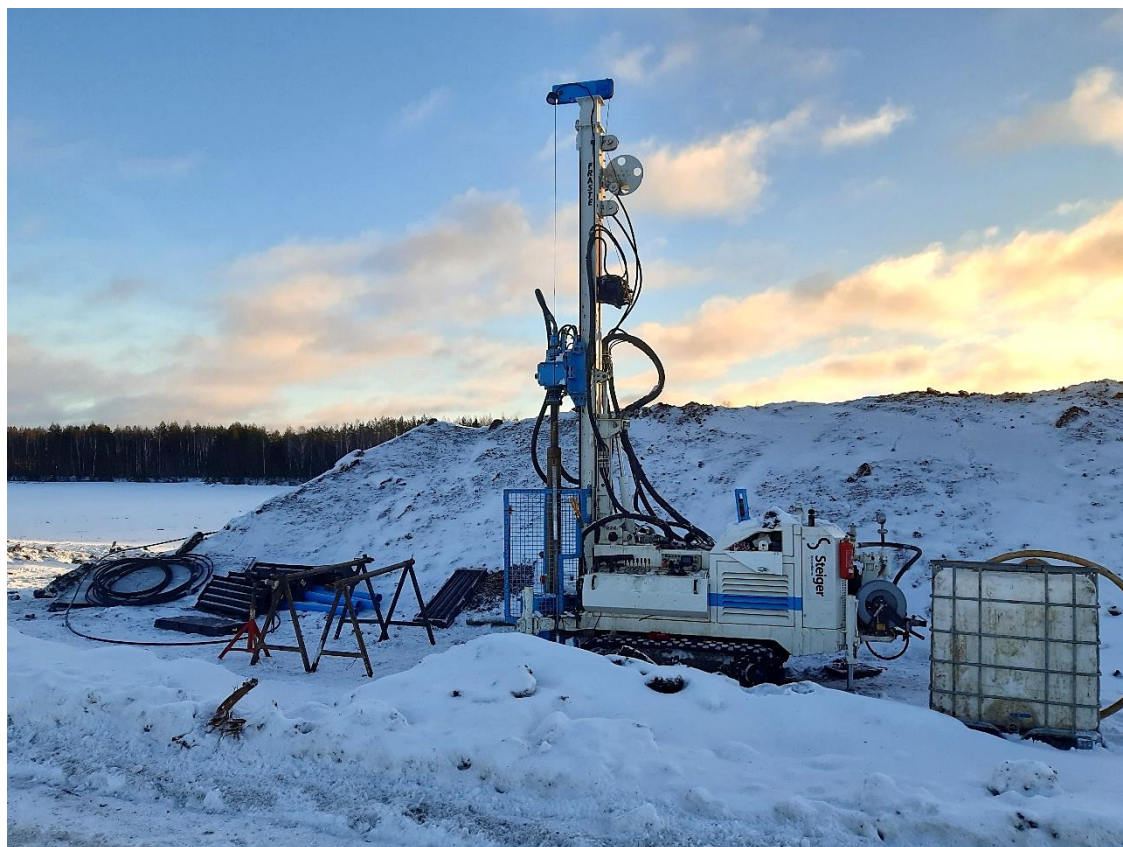


Foto 4.1. Puuraugud puuriti puurpingiga Fraste Multidrill PL.G. Puurtööd Rae uuringuruumis 2024. a jaanuaris (Foto T. Tuuling, 09.01.2024, N 59°23'53", E 24°54'16").

Tegemist on kõige kõrgemat kvaliteeti võimaldava puurimismeetodiga, mis tagab südamiku kõrge väljatuleku. Puursüdamiku väljatulek karbonaatkivimite osas oligi väga kõrge – 99 - 100%, keskmiselt 99,7% (lisa 4). Puurotsiku jahutamiseks ja puurtolmu väljatoomiseks kasutati vett. Puurimise diameeter kvaternaarisetetes oli 144 mm ja karbonaatkivimites 123 mm. Puuraugu püsivuse tagamiseks ja purdsetete sisesevarisemise vältimiseks puuraugud kvaternaarisetete osas manteldati. Kokku puuriti 5 puurauku sügavusega 21,0 - 23,3 m (kokku 109,45 m).

Puuraukudes mõõdeti veetasemed vahetult peale puurimist ning üheaegselt 14.06.2024, misjärel puuraugud likvideeriti. Puuraukude vettandev osa täideti killustikuga ning ülejäänud osa täideti tsemendiseguga. Puuraukudest on manteltorud eemaldatud. Maapind tasandati, korrastati ning taastati uuringueelne seisund. Puuraukude likvideerimise kohta koostati akt (lisa 16), mille on heaks kiitnud Keskkonnaamet oma 19.07.2024. a korraldusega nr DM-129072-2 (lisa 17).

Sondeerimispunktid. Kuna suur osa uuritavast alast paikneb soos, siis rajati turba leviku ja kihipaksuse täpsustamiseks kõigil uuringualadel kokku 22 sondeerimispunkti sügavusega kuni 2,50 m (kokku 29,5 m). Sondeerimispunktid rajati turbapuuriga, mille diameeter oli 30 mm, turbalasund läbiti kuni liivsavini või liivsavimoreenini, aluspõhjakivimeid ei avatud. Turbasse rajatud sondeerimispunktid täitusid pärast puuri väljatõstmist setetega ning täiendavad tööd nende likvideerimiseks ei olnud vajalikud.



Foto 4.2. Turba sondeerimine sondeerimispunktis S-10/24 (Foto T. Tuuling, 13.06.2024, N 59°25'16", E 24°53'30").

4.3. Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd

Saadud puursüdamikku kirjeldati puursüdamiku tulbas. Kirjeldati kivimi värvust, struktuuri, tekstuuri ja kihilisust (lisa 4), puursüdamikud fotografeeriti. Puursüdamike fotod on esitatud digitaalselt JPG-vormingus (digitaalne lisa 4), kus igale fotofailile vastab üks puursüdamikukast. Pildifaili pikem kül on 2800 pikslit. Samas on ka fotode kataloog Exceli tabelina. Illustreerimaks puursüdamike kirjeldusi, on tekstilisas 4 esitatud puursüdamike fotod PDF-formaadis.

Laboriuuringud kivimi füüsikalise-mehaaniliste omaduste selgitamiseks tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER laboratooriumis. Laboritööde puhul tehti keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 ettenähtud katsed: killustiku purunemiskindluse katse Los Angelese meetodil ja külmakindluse katse destilleeritud vees. Katsed teostati standardite EVS-EN 1097-2 ja EVS-EN 1367-1 nõuete kohaselt. Puursüdamikest võeti proovid kasuliku kihi ulatuses. Proovide võtmisel lähtuti kivimi litoloogiast. Kui külgnevas Vão VIII uuringuruumis prooviti reeglina eraldi Kukruse lademe Viivikonna kihistu lubjakivi ülemine osa (O3vv₁), milles kukersiidi kihid olid oluliselt paksemad ja kukersiidi sisaldus neis oluliselt suurem, ning Viivikonna kihistu alumine osa (O3vv₂), mis visuaalsel hinnangul sarnaneb kvaliteedilt pigem lamava Uhaku lademe Kõrgekalda kihistuga, võeti ühte proovi koos viimasega, siis käesolevas töös prooviti Kõrgekalda kihistu eraldi. See võimaldab hinnata kas ja kuivõrd mõjutas Kõrgekalda kihistu kivimi füüsikalise-mehaanilisi omadusi Viivikonna kihistu lubjakivi. Puuraukudes PA-1/24 ja PA-5/24 prooviti Viivikonna ülemine ja alumine osa eraldi, mis annab täiendavat infot selle kohta kuivõrd erinev on kivimi kvaliteet antud kihistu üla- ja alaosas. Eraldi võeti proovid Vão kihistu ülaosas lasuvast lubjakivist (O2vä₁) ning alumises pooles lasuvast dolomiidistunud lubjakivist (O2vä₂). Piiriks oli Vão kihistu Pae kihistiku dolomiidistunud lubjakivikihi pealispind. Aseri lademe Kandle kihistu ooidlubjakivi ja Kunda lademe Loobu kihistu lubjakivi ning Volhovi lademe Toila kihistu ülemised 0,5 meetrit prooviti nende väikese paksuse tõttu koos Vão kihistu alumise osaga.

Seega võeti ühest puuraugust 4 kuni 5 proovi, kokku 22 proovi killustiku purunemis- ja külmakindluse määramiseks. Proovimise intervallid jäid 2,35 - 6,30 m vahemikku, keskmine proovi pikkus oli 4,0 m. Katsete jaoks vajamineva fraktsiooni saamiseks purustati puursüdamikust võetud proovid eelnevalt laboratoorses lõugpurustis Teede Tehnokeskuse laboris. Killustiku purunemiskindlus LA katsel määrati fr 10/14 mm ja külmakindlus fr 8/16 mm. Katsete tulemused on toodud lisa 5.

Purunemiskindlus Los Angelese meetodil määrati proovi pööritamisel trumlis koos teraskuulidega ning seejärel kaaluti materjali jääk 1,6 mm avadega sõelal. Külmakindlus määrati atmosfäärsel rõhul vees immutatud ühtlase terasuurusega materjalil 10 külmutus-sulatustsükli jooksul. Tsüklil koosneb vees külmutamisest temperatuuril -17,5 °C ja seejärel veevannis sulatamisest temperatuuril +20 °C. Terade tihedus ja veeimavus määrati püknomeetri meetodil. Püknomeetrit (klaaskolvi) vee ja sõelatud materjaliga hoitakse 24 tundi veevannis temperatuuril 22°C, mille järel materjal kuivatatakse ja kaalutakse.

Kivimi keemilise koostise määramiseks proove ei võetud. Kasutatud on Vão VIII uuringuruumi geoloogilise uuringu kolme puuraugu proovide andmeid, mis iseloomustavad piisavalt hästi ka praegusi Vão VIII lubjakivikarjääri ümbritsevaid uuringuruume. Analüüside andmed on esitatud lisa 7.

4.4. Hüdrogeoloogilised tööd

Hüdrogeoloogilistest töödest teostati veetasemete mõõtmised rajatud puuraukudes. Veetasemed mõõdeti maikuus vahetult peale puuraugu puurimist ning üheaegselt enne likvideerimist 14.06.2024. a. Täiendavaid kasepumpamisi ei tehtud. Ala hüdrogeoloogiliste tingimuste iseloomustamiseks kasutatakse Vão VIII uuringu andmeid ning samuti olemasolevat infot, mis on saadud reaalse kaevandamise käigus nii uuringualadest põhja poole jäävates Vão lubjakivimaardla mäeeraldistes kui ka uuringuruumidega külgnevas Vão VIII lubjakivikarjääris.

4.5. Topograafilised tööd

Uuringuruumi teenindusala ja selle lähiümbruse topograafilise mõõdistuse tegi 2024. a juunis OÜ Inseneribüroo STEIGER geodeet Arles Tehu. Mõõdistusandmete alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000. Mõõdistamine tehti reaalajas kinemaatilise GPS positsioneerimisega, seadmega Trimble R12i GNSS. Mõõdistamise alusena kasutati Trimble VRS Now püsijaamade võrku. Mõõdistamine tehti L-Est 97 koordinaatide süsteemis, kõrgused EH2000 süsteemis. Plaan koostati ja uuringuruumi pindala määrati nurgapunktide koordinaatide alusel programmiga Bentley PowerCivil V8i (litsents 70000661800020). Varu arvutamiseks kasutati nimetatud programmi. Plaani koostamisel olid aluseks põhikaardi vektoriseeritud lehed nr 63844, 63853 ning baaskaardi lehed nr 6334 ja 6343. Uuringualadele ja nende lähiümbrusesse jäävad taristuobjektide asukohad kooskõlastati elektriliinide ja trasside valdajatega. Täpsemad andmed topograafilise mõõdistuse kohta on esitatud topograafilise mõõdistamise seletuskirjas (lisa 12).

4.6. Kameraaltööd

Kameraaltööde käigus töötati läbi geoloogilise uuringu käigus saadud välitöö ja laboriandmed. Saamaks täiendavat informatsiooni uuringuruumi ja selle lähiümbruse geoloogilisest ehitusest, töötati läbi ka varasemad geoloogiliste ja ehitusgeoloogiliste uuringute aruanded. Puuraugud, mida kasutati piirkonna geoloogilise ehituse iseloomustamisel ja kolmemõõtmelise mudeli koostamisel, on esitatud puuraukude kataloogis (lisa 2) ja asukohad näidatud joonisel 2.2.

Nii Vão VIII uuringuruumi geoloogiline uuring kui ka käesolev uuring näitasid, et aluspõhja geoloogiline ehitus on piirkonnas väljapeetud (nii kihtide paksused kui ka lasumus). See võimaldab tarbevaru väliskontuuri piiritleda ekstrapoleerimispunktidega, mis jäävad rajatud uuringupunktidest kuni 200 m kaugusele (vastavalt geoloogilises uuringukorra § 9 lg 6 sätestatule, kus ekstrapoleerimispunkte on geoloogiliselt põhjendatud juhtudel lubatud moodustada kuni poolele kaugusele nõutavast uuringuvõrgu tihedusest).

Varu eraldi uuringuruumide kaupa ei arvutatud, vaid arvutati kõigis uuringuruumides ühiselt, plokid eraldati ainult kvaliteedist lähtuvalt. Plokkide numeratsiooni jätkatakse maardlas arvel olevatest plokkidest (plokid 57 ja 58). Pärast varude kinnitamist ja arvele võtmist maavarade registris soovib uuringu tellija esitada uue kaevandamise loa taotluse varule, mis hõlmab nii olemasolevat Vão VIII lubjakivikarjääri (plokkide 42 ja 43) kui ka täiendavalt kinnitatud Vão X, XV ja XVII uuringuruumi varusid (plokkide 57 ja 58).

Kuna täiendav maavaravaru Vão VIII lubjakivikarjääri ümbruses on sama kasutusala, mis olemasolevas mäeeraldises ning plokkide moodustamisel on lähtunud samadest kriteeriumitest, mis Vão VIII lubjakivikarjääri puhul, siis oleks otstarbekas tulevases mäeeraldises plokid 57 ja 58 liita vastavalt plokkidega 42 ja 43 ning moodustada kvaliteedist lähtuvalt üks täitelubjakivi plokk ja üks kõrgemargilise ehituslubjakivi plokk selle lamamis. See lihtsustaks kaevandatud mahtude aruandlust ja annab ka parema ülevaate arvel olevatest varudest.

Suur kvaternaarisetete paksus käesoleva töö käigus rajatud puuraugus PA-2/24 viitas sellele, et 2020. a käsipuuriga rajatud puuraugus PA-4 ei läbitud tõenäoliselt kvaternaarisetete kogupaksuses ning aluspõhjakiivimiteni tookord ei jõutud (ilmselt jäi käsipuur pidama moreenis esinenud kivile). Kvaternaarisetete paksuse täpsustamiseks rajati 2024. a juunis ekskavaatoriga üks kaevand puuraugule PA-4 võimalikult lähedale. See kaevati olemasolevale mäeeraldisele, alale, kust turvas oli juba eemaldatud. Uuringuobjektiks olnud aladele ei olnud kaevandeid võimalik teha paksu turbalasundi tõttu, mis ekskavaatorit ei kandnud. Lisandunud andmed kvaternaarisetete paksuse kohta võimaldasid nüüd koostada täpsema mudeli aluspõhja pealispinna ehk kasuliku kihi lasumi kohta ka olemasolevas mäeeraldises. Kontrollides, kas ja kuivõrd mõjutas see 2020. a arvutatud katendi ja täitelubjakivi mahtu, selgus, et muutus on oluline. Seepärast arvutati Vão VIII lubjakivikarjääri mäeeraldisse kontuuris katendi ja täitelubjakivi maht uuesti. Arvutusel võeti aluseks 2020. a mõõdistuse andmetel modelleeritud maapinna mudel, mille tulemusel saadi algsed mahud enne maavara kaevandamist. Kuna erinevus võrreldes 2020. aastaga on oluline, tehakse ettepanek muuta plokki 42 algset mahtu (ploki 43 varu ei muutunud) ning samuti ka katendi mahtu. Kuna kaevandajal, OÜ-l Eesti Killustik, on plaanis esitada uus kaevandamise loa taotlus (keskkonnaloa taotlus), mis hõlmab nii olemasolevat Vão VIII lubjakivikarjääri kui ka käesoleva töö tulemusel täiendavalt kinnitamiseks esitatavaid varusid, siis uue loa taotlemisel viiakse sisse ka parandused katendi ja täitelubjakivi mahtudes praeguse Vão VIII lubjakivikarjääri osas.

Geoloogilise uuringu tegemisel lähtuti keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52. Karbonaatkivim võetakse arvele kõrgemargilise ehitusdolokivina, kui sellest valmistatud killustiku purunemiskindluse kategooria Los Angelese katsel on 30 või väiksem ja külmakindluse kategooria kuni F₂ ning madalamargilise ehitusdolokivina, kui purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 31 - 35 ning külmakindluse kategooria kuni F₄ ning keemilise koostise järgi ei vasta kivim tehnoloogilise karbonaatkivimile esitavatele nõuetele.

4.7. Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale

Vão X, XV, XVII uuringuruumi karbonaatkivimite uuring tehti vastavuses keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusele nr 52 ja 07.04.2017. a määrusele nr 12 "Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm".

Geoloogilised välitööd tehti spetsiaalselt selleks ettenähtud, tehniliselt korras agregaatide ja instrumentidega. Kütuse ega õli mahajooksu ei olnud. Puurotsiku jahutamiseks ja puurtolmu väljatoomiseks kasutati vett. Kattekiht isoleeriti manteltorudega. Pärast puurimise lõppu puuraugud likvideeriti nõuetekohaselt ja taastati uuringueelne

seisund. Koostati puuraukude likvideerimisakt. Puuragregaat, geoloog ja abilised liikusid geoloogilise uuringu punktide vahel enamasti mööda olemasolevaid teid, puurauke sügavale metsa ei rajatud ja puid maha võtma ei pidanud. Kuna geoloogiline uuring tehti kõigis kolmes uuringuruumis ühiselt, võimaldas see vajaliku detailsusega geoloogilise informatsiooni kätte saada väiksema puuraukude arvuga ning seetõttu oli väiksem mõju ka keskkonnale. Geoloogiliste töödega olulist mõju keskkonnale ei avaldatud.

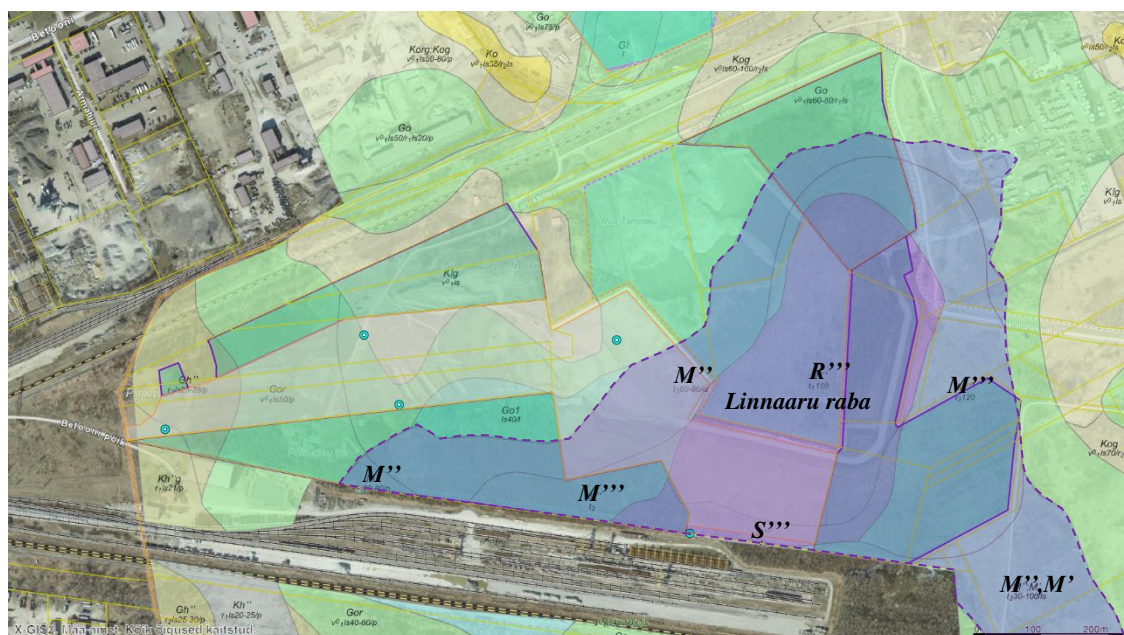
5. GEOLOOGILINE EHITUS

Uuringuruumide alad paiknevad Põhja-Eesti platool. Vão XV uuringuruumi lääneserv väikesel pindalal jääb alvarile, kus Vão VIII uuringu käigus rajatud puuraugu PA-1 andmeil katab aluspõhjakeivimeid vaid 0,1 m paksune klibune kasvukiht (foto 5.1). Lubjakivi ülaosa oli antud puuraugus kuni 1 m paksuselt porsunud ja murenenud.



Foto 5.1. Uuringuruumi lääneserv jääb alvarile. Fotol on Vão VIII lubjakivikarjääri läänepiirist 50 m kaugusele jäävad kultusekiivid, mille ümbrusest on 10 cm paksune kasvukiht kooritud. (Foto T. Tuuling, 27.04.2020 N 59°25'16" ja E 24°52'9").

Enamasti ulatub aga kvaternaarisetete paksus ~2 - 4 meetrini (keskmiselt ~2,8 m). Suuremad on paksused ala idaossa jääva Linnaaru raba piirkonnas, kus levivad soosetted. Soosetete levikut iseloomustab väga hästi mullastiku kaart (joonis 5.1). Turbalasundi paksuse täpsustamiseks rajati soosetete levikualale sondeerimispunktid, mille andmeil ulatub raba keskosas sondeerimispunktis S-8/24 turbakihi paksus 2,05 meetrini, vähenedes servaaladel küllaltki järsult 0,4 - 0,8 meetrini (S-1/24, S-4/24, S-5/24, S-10/24, S-12/24, S-13/24). Rabapiirkonnas lasub läbilõike ülaosas kuni 0,6 m paksuselt puu-sfagnumiturvas (foto 5.2), mille lagunemisaste on ~15 - 20%, selle all ~0,5 - 1 m paksuse kihina hästilagunenud puu-rohuturvas lagunemisastmega ~35%, kohati kuni 50%. Läbilõike alumises osas on hästilagunenud madalsooturvas ~0,5 - 0,6 m paksuselt mineraliseerunud ja savi sisaldusest tingitult veidi plastne (foto 5.3). Turbalasund sisaldab rohkesti puujuuri ja oksarisu. Sarnaselt Vão VIII uuringuga, ei oma turvas ka Vão X, XV ja XVII uuringuruumide puhul maavarana tähtsust väikese pindalalise leviku ja paksuse tõttu.



soomuldade levikuala, R''' - rabamullad paksusega üle 100 cm, S''' - siirdesoomullad paksusega üle 100 cm, M'' - madalsoomullad paksusega üle 100 cm, M'' - madalsoomullad paksusega 50 - 100 cm, M' - madalsoomullad paksusega 30 - 50 cm.

Joonis 5.1. Mullastiku kaardilt on hästi näha soosetete levik ja paksus uuringuruumide piirkonnas. Suuremad turbalasundi paksused jäävad uuritud ala idaossa Linnaaru raba piirkonda.



Foto 5.2. Rabalasundi ülemine osa Vão VIII uuringuruumi puuraugus PA-8, int 0,0 - 0,6 m.



Foto 5.3. Turbalasundi allosas lasuv hästilagunenud turvas on nõrgalt savikas (mineraalseerunud). Vão VIII uuringuruumi PA-8, int 1,0 - 1,5 m.

Sondeerimispunktides fikseeriti turbalasundi lamamis erinevaid setteid: nii karbifragmente sisaldav pruunikasbeež järvemuda (S-6 kuni S-11), mille paksus ulatus Vão VIII uuringu käigus rajatud sondeerimispunktis S-9 maksimaalselt 0,6 meetrini (foto 5.4);

järveline sinakas-rohekashall liivsavi või savine aleuriit paksusega kuni 0,3 m (foto 5.4) ja nii mõneski sondeerimispunktis lasus aleuriidil järvelise tekkega jämeda-keskmise-teralise liiva kiht (S-6 ja S-7), mis avati ka mitmes puuraugus (PA-1/24, PA-2/24, PA-3/24). Puuraugus PA-2/24 oli 0,3 m paksuse liiva kiht ülaosas helepruun, allosas tumehall (foto 5.5), puuraugus PA-3/24 esines liiv läätsedena 0,9 m paksuses aleuriidikihis. Sageli oli turba lamamis moreen (foto 5.6).



Foto 5.4. Kohati esineb turba lamamis järvemuda ja selle all sinakashall liivsavi. Vão VIII sondeerimispunkt S-9, int 1,6 - 2,1 m.



Foto 5.5. Jämeda liiva kiht puuraugus PA-2/24, int 1,5 - 1,8 m.

Alade lääne- ja põhjaosas, kus turbakiht puudub, lasuvad vahetult mullakihi all glatsiaalsed setted, mis ülaosas on pruuni värvi ja vähese (5 - 7%) peene purdosaga diameetriga 1 - 2 cm. Sügavuse suunas purdosa muutub jämedamaks ja selle sisaldus suureneb. Alumises, ligikaudu 0,5 - 0,8 m paksuses osas on moreen hall ja suurema jämepurru sisaldusega, kus 7 - 12 sentimeetrise diameetriga jämepurru sisaldus ulatub 35 - 50%-ni (foto 5.7). Sageli võib olla murenenud ka aluspõhjativimite ülemine osa kuni 0,9 m paksuselt, sarnanedes lasuva lokaalmoreeniga ning arvati seepärast maavara katendi hulka (Vão VIII puuraugud PA-5 ja PA-1).



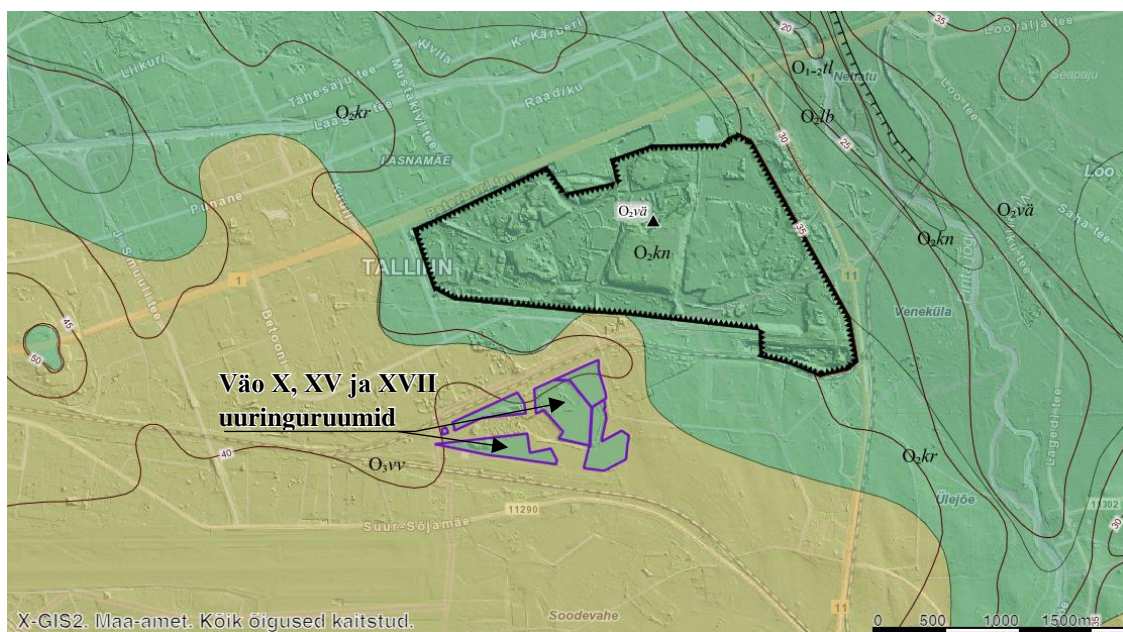
Foto 5.6. Moreen avatuna 1,5 m sügavuses kaevandis K-1 mäeeraldise idaosas.



Foto 5.7. Moreen puuraugus PA-4/24.

Kuna uuringualad kattuvad kohati ka Vão VIII mäeeraldisel teenindusmaaga, kuhu on ladustatud katendit, siis esineb uuringualadel lokaalselt tehnogeenseid setteid (Vão XV uuringuruumi lõuna- ja põhjapoolisel lahustükil). Lisaks mäeeraldiselt kooritud katendile esineb tehnogeenseid setteid ka Vão XVII uuringuruumis, kus on katendit kooritud ja maa-ala täidetud sinna kunagi planeeritud tööstuspargi rajamise eesmärgil (foto 2.6), samuti on tehnogeenseid setteid Vão XV uuringuruumi idaosas, kuhu on rajatud karjääri väljaveotee ja vee ärajuhtimiskraavid (foto 2.5).

Uuritav piirkond paikneb **Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku Kukruse lademe Viivikonna kihistu (O₃vv)** avamusel.



Joonis 5.2. Uuringuruumid jäävad Viivikonna (O₃vv) kihistu avamusele. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust.

Viivikonna kihistule on iseloomulik sinakashalli rohkem või vähem savika lubjakivi vaheldumine pruunikashalli kukersiitse lubjakiviga. Kivimis esineb lainjaid hargnevaid pruuni kukersiidi kelmeid ja õhukesi vahekihte paksusega 1 - 2 cm, andes kivimile võrkja tekstuuri. Suurem on kukersiidi sisaldus Viivikonna kihistu ülaosas (O₃vv₁), kus lubjakivis esinevad kuni 10 cm paksused puhtamad kukersiidi kihid (foto 5.8).



Foto 5.8. Kukuruse lademe Viivikonna kihistu ülemises osas on kukersiidi sisaldus suurem (PA-5/24, int 3,7 - 5,55 m).

Viivikonna kihistu alumises osas (O3vv₂) on kukersiidi sisaldus väiksem. Vahekihtidena esineb kuni 10 cm paksusi beežikashalle, nõrgalt kukersiitse lubjakivi vahekihte (foto 5.9). Sagedased on mergli vahekihid, mis on reeglina kontrastsed, lainjad ja paksusega 1 - 2 cm. Viivikonna kihistu kivim on õhukese- kuni keskmisekihiline ja iseloomulikud on rohked püriitse impregnatsiooniga katkestuspinnad. Kihistu alumisel piiril on püriitse impregnatsiooniga tasane, väikeste soppidega katkestuspind. Kihistu paksus piirkonnas jääb 3,2 - 7,5 m vahemikku, olles keskmiselt 5,1 m. Lamam jääb abs kõrgustele 31,4 - 34 m, langusega lõuna suunas.



Foto 5.9. Viivikonna kihistu alumises osas on kukersiitse lubjakivi sisaldus oluliselt väiksem. PA-1/24, int 5,8 - 7,7 m.

Kesk-Ordoviitsiumi ladestiku Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu (O₂kr) on esindatud helehalli peenekristallilise, sagedaste mergli vahekihtidega, õhukese- kuni keskmisekihilise nõrgalt savika lubjakiviga (foto 5.10). Kihistu ülemises osas esineb lubjakivides vähesel määral kukersiiti, andes kivimile kohati pruunika varjundi. Esineb ka üksikuid savika kukersiidi kelmeid. Kihistu paksus on puuraukude andmeil 2,5 - 2,9 m, keskmiselt 2,8 m. Kõrgekalda kihistu lamam jääb 28,6 - 31,1 m abs kõrgusele. Kihistu alumiseks piiriks on kuue - seitsme sopilise püriidistunud katkestuspinnaga, ligikaudu 0,5 m paksuse lubjakivikompleksi ülemine kahekordne katkestuspind (foto 5.11).



Foto 5.10. Uhaku lademe Kõrgekalda kihistu mergli vahekihtidega lubjakivi (PA-3/24, int 7,35 - 9,2 m).



Foto 5.11. Katkestuspindadega ~0,5 m paksune lubjakivikompleks, kus ülemine kahekordne katkestuspind on Kõrgekalda ja Vão kihistu piiriks (Vão VIII PA-5).

Vão kihistu (O2vä) lubjakivi, mis on tuntud enam Lasnamäe ehituspaena, on üheks Eesti paremaks ja vanima kasutustraditsiooniga ehituskiviks. Kihistu ülemine osa kuulub **Uhaku lademe**, valdav enamus aga **Lasnamäe lademe** koosseisu. Kihistu koosneb valkjashallist, detriitjast, pisi- kuni mikrokristallilisest, keskmise- kuni paksukihilisest, juusjaid merglikelmeid ja stüloliitpindu sisaldavast lubjakivist. Kihistule on iseloomulikud rohked nõrga fosfaatses impregnatsiooniga lainjad katkestuspinnad. Suurem osa kihistust (~6 m) langeb Kostivere (O2väK) kihistiku kesk- kuni paksukihilise lubjakivi arvele (foto 5.12).



Foto 5.12. Paksukihiline Vão kihistu Kostivere kihistiku lubjakivi. PA-4/24 int 13,0 - 14,85 m.

Vão kihistu alumises kolmandikus on reeglina ~0,4 - 1 m paksuse tumehalli, tugevalt dolomiidistunud lubjakivi kiht – Pae kihistik (O2väP). Vão kihistu alumises, ligikaudu 2 m paksuses lubjakivilasundis, mis kannab Rebala kihistiku (O2väR) nime, on mergli kelmeid tihedamalt. Sarnaselt Pae kihistikuga, on ka see reeglina kohati dolomiidistunud (foto 5.13). Vão kihistule tervikuna on iseloomulik püriidistunud detriidi ja umbes 1 - 2 cm jämeduste vertikaalsete ussikäikude esinemine. Vão kihistu kogupaksus piirkonnas on 8,6 - 9,4 m, keskmine paksus 9 m. Kihistu lamam jääb põhjaosas abs kõrgusele 22,07 m (PA-4/24), langedes lõuaosas 19,5 m abs kõrgusele (PA-3). Vão kihistu kontakt lamamiseks oleva Kandle kihistuga ei ole terav, kuid on selgelt määratletav – Kandle kihistule on iseloomulikud raudooidid.



Foto 5.13. Vão kihistu alumine kolmandik on dolomiidistunud, eriti Pae kihistik (O2väP), sageli ka Rebala kihistik (O2väR) (PA-4/24 int 15,6 - 18,45 m).

Aseri lademe Kandle kihistu (O₂kn) on esindatud pruunikashalli, nõrgalt savika, keskmise- kuni paksukihilise, pisi- kuni mikrokristallilise, detriidika, raudoode sisaldava lubjakiviga (foto 5.14). Ooide on reeglina rohkem kihistu üla- ja alumises osas, keskosas vähem. Ooidide läbimõõt on valdavalt <1,0 mm. Kihistus esinevad limoniitse impregnatsiooniga katkestuspinnad. Kihistu alumisel piiril on reeglina kahekordne, tugeva fosfaatse ja püriitse impregnatsiooniga ja sügavate taskutega katkestuspind. Kihistu paksus piirkonnas on 0,35 - 0,55 m, keskmiselt 0,45 m.



Foto 5.14. Aseri lademe Kandle kihistu ooidlubjakivi. PA-3/24, int 19,2 - 19,65 m.

Kunda lademe Loobu kihistu (O₂lb) koosneb tumedamast hallist, mikro- kuni peenekristallilisest, detriitsest, keskmise- kuni paksukihilisest lubjakivist. Loobu kihistule on iseloomulikud rohked lainjad või konarlikud fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspinnad (foto 5.15) ja nautilooidide ja trilobiitide kivistised. Kihistu alumist piiri markerib tugeva limoniit-fosfaatse impregnatsiooniga katkestuspind (fotod 5.15, 5.16). Kihistu paksus jääb 0,55 - 0,7 m vahemikku, keskmine paksus on 0,6 m. Loobu kihistu lamami abs kõrgus on uuringuruumi põhjaosas 20,9 m (PA-4/24), langedes uuringuruumi lõunaservas ~18,4 m (PA-3, PA-1/24) abs kõrgusele.



Foto 5.15. Kunda lademe Loobu kihistu rohkete fosfaatsete katkestuspindadega lubjakivi. PA-4/24 int 19,55 - 10,2 m.

Uuringu käigus avatud läbilõike alumise osa moodustab **Volhovi lademe Toila kihistu (O₁-2tl)**, mis on esindatud rohekashalli pisikristallilise glaukoniiti sisaldava lubjakiviga. Käesoleva töö käigus läbiti kihistu täielikult vaid puuraugus PA-3/24, kus selle paksuseks oli 2,5 m. Glaukoniidisisaldus ja terade suurus on läbilõikes erinev. Toila kihistu ülemises, ligikaudu 1 m paksuses lasundis esineb lubjakivis võrdlemisi vähe peent glaukoniiti. Rikkalikumalt esineb glaukoniiditerasid 2 - 5 cm paksustes mergli vahekihtides, mis ilmuvad ligikaudu 0,3 - 0,5 m Toila kihistu lasumipinnast allpool (foto 5.16). Toila kihistu ülemine osa 0,5 m paksuselt, kus mergli kihte ei esine või neid on vähem, on arvatud kasuliku kihi hulka.



Foto 5.16. Toila kihistu glaukoniitlubjakivi. Kihistu ülemised 0,3 - 0,5 m, mis on vähem savikas, arvati kasuliku kihi hulka. PA-2/24 int 21,0 - 21,8 m.

Kihistu alumises pooles lasub nõrgalt dolomiidikas suurte glaukoniiditeradega keskmisekristalliline lubjakivi (foto 5.18). Toila kihistu alumine 0,3 m on esindatud kirjuvärvilise dolomiidika peenekristallilise lubjakiviga, milles glaukoniit on jaotunud ebaühtlaselt, impregneerides tavaliselt katkestuspindu (Billingeni lademe Päite kihistik (O₁tlP), foto 5.17). PA-3/24 andmeil jääb Toila ja Leetse kihistute vaheline piir 17,0 m abs kõrgusele. Vão VIII uuringuruumi rajatud PA-1 andmeil (paikneb ala lääneservas) jääb Toila ja Leetse kihistute vaheline piir 18,2 m abs kõrgusele.



Foto 5.17. Toila kihistu alumises pooles lasub nõrgalt dolomiidikas suurte glaukoniiditeradega keskmisekristalliline lubjakivi (PA-3/24 int 22,15 - 22,5 m). 22,5 m sügavusele jääb Kesk-Ordoviitsiumi Volhovi ja Alam-Ordoviitsiumi Billingeni ladet markeriv nn püstakkiht. Intervallis 22,5 - 22,8 m lasub Päite kihistiku kirjuvärviline dolomiidikas lubjakivi. Sügavuselt 22,8 m algab Leetse kihistu glaukoniitliivakivi, mille ülaosas lasub võrdlemisi kõva lubiliivakivi.

Puuraugus PA-3/24 avati ka **Alam-Ordoviitsiumi Hunnebergi lademe Leetse kihistu (O₁lt)** 0,5 m paksuselt. Avatud osas on kihistu esindatud rohekashalli, rohkesti glaukoniiditerakesi sisaldava, võrdlemisi kõva lubiliivakiviga (joonis 5.17). Puurauk lõpetati pudedas glaukoniitliivakivis.

Puursüdamike detailne geoloogiline kirjeldus ja fotod on toodud tekstilisas 4 ning geoloogilised läbilõiked graafilisel lisal 2. Piirkonna geoloogiline ehitus puuraukude andmete põhjal on koondatud alljärgnevasse tabelisse 5.1.

Tabel 5.1. Vão X, XV ja XVII uuringuruumide geoloogilise läbilõike koondtabel

Nimetus	Geoloogiline indeks	Kihi paksus (puuraukudes fikseeritud), m		
		miinimum	maksimum	keskmine
Muld	Q2_s	0,0	1,0	0,1
Turvas	Q2_b	0,0	2,05	1,1
Järvemuda, aleuriit, liiv	Q2_l	0,0	1,15	0,1
Liivsavimoreen	Q1jr_g	0,0	2,6	1,1
Kvaternaarisetted kokku*		0,1	4,3	2,8
Lubjakivi, kukersiidi vahekihtidega	O ₃ vv	3,2	7,5	4,9
Lubjakivi, mergli vahekihtidega	O ₂ kr	2,5	2,9	2,8
Lubjakivi, paksukihiline	O ₂ vä	8,6	9,4	9,0
Lubjakivi, raudooididega	O ₂ kn	0,35	0,55	0,45
Lubjakivi, detriitne	O ₂ lb	0,55	0,7	0,6
Glaukoniitlubjakivi	O ₂ tl		2,5	
Glaukoniitlubiliivakivi, glaukoniitliivakivi	O ₁ lt	0,5+		

* ei ole arvestatud tehnogeensete setetega

6. MAAVARA KVALITEET

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida Vão X, XV ja XVII uuringuruumides lasuvate karbonaatkivimite sobivust ehituskillustiku toormeks. Kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud killustiku purunemiskindluse põhjal Los Angelese (LA) katsel (EVS-EN 1097-2), mis on Eesti Vabariigi standardite järgi jämetäitematerjali purunemiskindluse hindamise põhimeetodiks. Killustiku külmakindlus määrati EVS-EN 1367-1 standardi järgi. Labori katseprotokollid on esitatud lisa 5. Andmed on koondatud proovide kataloogi (lisa 3).

Kuna töö objektis olevad uuringuruumid ümbritsevad Vão VIII lubjakivikarjääri, kasutatakse maavara kvaliteedi iseloomustamisel ka Vão VIII uuringuruumi geoloogilise uuringu andmeid (Tuuling jt, 2020). Samuti kasutatakse 2017. a rajatud puuraukude 1/17, 2/17 ja 3/17 (Tammekänd jt, 2017, 2020) andmeid, mis koos puurauguga PA-4/24 iseloomustavad uuritud ala kirdeossa jäävat kivimit. Kui Vão VIII uuringus iseloomustati kivimi füüsikalisi-mehaanilisi omadusi eraldi ka litoloogiliste erimite kaupa, siis käesolevas töös on kaalutud keskmised näitajad arvutatud vaid plokkide lõikes. Proovide kataloogis (lisa 3) on tabelisse märgitud, millist litoloogilist erimit antud proov iseloomustab, see võimaldab saada ka ülevaadet kivimi purunemis- ja külmakindluse kohta kihistute lõikes.

Sarnaselt Vão VIII uuringuruumiga on Viivikonna ja Kõrgekalda kihistu kivimid madalama kvaliteediga, eriti külmakindluse osas (enamasti on külmakindlus >4%, purunemiskindlus jääb valdavalt 32 - 35% vahemikku). Siin võib omakorda välja tuua Viivikonna kihistu ülemise osa (O3vv₁), mis rohkemast kukersiidiisisaldusest tingitult on ka madalama purunemis- ja külmakindlusega. Seekord Kõrgekalda kihistust (O2kr) eraldi võetud proovid (Vão VIII puhul prooviti Kõrgekalda kihistu koos Viivikonna kihistu alumise osaga) näitavad, et üldjuhul on antud kihistu kivim veidi kvaliteetsem võrreldes Viivikonna kihistuga, kuid vastab külmakindluselt ikkagi täitelubjakivi nõuetele sarnaselt Viivikonna kihistuga (O2kr – F 3,2 - 5,4%, LA 32 - 36). Kõige kvaliteetsem on Vão kihistu Kostivere kihistik (O2vä₁ – F 0,4 - 2,7%, LA 24 - 30), veidi madalamad on näitajad Vão kihistu alumisel osal, mis on proovitud koos Kandle, Loobu ja Toila kihistuga (O2vä₂+O2kn+O2lb+O2tl) (erinevatest kivimkompleksidest tulenevalt on ka veidi ebaühtlasem ja madalam kvaliteet).

Kvaliteedist lähtuvalt moodustatakse vertikaalses läbilõikes kaks eraldi plokki sarnaselt Vão VIII lubjakivikarjääri mäeeraldisega, kus Viivikonna ja Kõrgekalda kihistu lubjakivid vastavad kvaliteedilt täitelubjakivi ning Vão, Kandle, Loobu ja Toila kihistu ülemised 0,5 m kõrgemargilise ehituslubjakivi nõuetele. Moodustatud plokkide füüsikalisi-mehaaniliste omaduste kaalutud keskmiste näitajate arvutus on esitatud lisa 6 ja koondatud tabelisse 6.1.

Alljärgnevalt on kivimi kvaliteeti iseloomustatud plokkide kaupa.

Plokk 57 koosneb Viivikonna ja Kõrgekalda kihistu lubjakividest. Ploki kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud 29 proovi põhjal (lisa 6). Killustiku purunemiskindluskatsel LA meetodil oli kaalukadu (LA tegur) 27 - 37%, keskmiselt 33%, vastates LA kategooriale 35. Purunemiskindluselt on kivim suhteliselt ühtlane (LA valdavalt vahemikus 31 - 35), vaid nelja proovi puhul erinevad näitajad oluliselt keskmisest (LA 27 ja LA 36 - 37). Killustiku külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,6 - 10,8%, keskmiselt 5,6%, vastates külmakindluskategooriale F. Olgu mainitud, et

külmakindlus 0,6% on antud ploki puhul erandlik, enamasti on näitajad >4%. Keskmiste näitajate põhjal, mis on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 6.1, vastab ploki 57 kivim täitelubjakivi nõuetele.

Plokk 58 koosneb Vão, Kandle, Loobu ja 0,5 m paksuselt Toila kihistu lubjakividest. Ploki kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti iseloomustab 33 proovi (lisa 6). Killustiku purunemiskindluskatsel LA meetodil oli kaalukadu (LA tegur) 24 - 30%, keskmiselt 26%, vastates LA kategooriale 30. Killustiku külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,4 - 3,7%, keskmiselt 1,5%, vastates külmakindluskategooriale F₂. Keskmiste näitajate põhjal, mis on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 6.1, vastab ploki 58 kivim kõrgemargilise ehituslubjakivi nõuetele.

Tabel 6.1. Killustiku füüsikalise-mehaaniliste näitajate koondtabel plokkide lõikes

Plokk	Maavara	LA tegur	LA kateg	Külmakindlus F, %	F kateg
Plokk 57	täitelubjakivi	27-37/33	35	0,6-10,8/5,6	F
Plokk 58	kõrgemargiline lubjakivi	24-30/26	30	0,4-3,7/1,5	F₂

Käesoleva uuringu käigus kivimi keemilist koostist täiendavalt ei uuritud. Kivimi **keemilist koostist** iseloomustatakse Vão VIII uuringu andmete põhjal (Tuuling jt, 2020), kus kolmest puuraugust võetud proovid iseloomustavad ka käesoleva uuringu objekte. Labori protokoll analüüside tulemustega on esitatud lisa 7 ja kivimi keemilise koostise arvutused litoloogiliste erimite ja plokkide lõikes on esitatud lisades 8 ja 9.

Kivimi keemiline koostis kihistute lõikes ja varuplokkides on koondatud alljärgnevasse tabelisse 6.2.

Tabel 6.2. Kivimi keemilise koostise koondtabel

Kihistu	CaO, %			MgO, %			Lahustumatu jääk, %		
	min	max	keskmine	min	max	keskmine	min	max	keskmine
O_{3vv1}	44,93	45,98	45,31	0,92	2,07	0,99	10,34	11,40	10,87
O_{3vv2}	43,99	44,52	44,36	1,36	1,66	1,50	13,19	15,06	13,84
O_{2kr}	44,11	45,92	44,94	1,55	1,64	1,61	12,16	13,74	13,19
O_{2vä1}	49,26	50,08	49,65	1,49	1,89	1,67	5,32	6,74	5,93
O_{2vä2}	34,98	47,50	39,74	3,33	15,08	10,71	5,48	5,92	5,78
O_{2kn}	42,18	45,40	43,94	0,74	5,57	2,77	6,37	7,82	7,14
O_{2lb}	49,14	50,66	49,92	0,74	1,12	0,97	5,66	7,22	6,38
O_{2tl}	43,88	46,33	44,76	1,20	1,25	1,22	11,20	15,26	13,81
Täitelubjakivi (plokk 57)									
	43,99	45,98	44,89	0,92	1,66	1,37	10,34	15,06	12,61
Kõrgemargiline ehituslubjakivi (plokk 58)									
	34,98	50,66	46,59	0,74	15,08	4,06	5,32	15,26	6,29

Kuna uuringuruumi läbilõike moodustavad erinevad litostratigraafilised üksused, on uuringuruumi kivim keemiliselt koostiselt vertikaalses läbilõikes muutlik (tabel 6.2).

Viivikonna ja Kõrgekalda kihistule on iseloomulik kõrge lahustumatu jäägi sisaldus: 10,34 - 15,06%, millest tingitult ka kivimi madalam külmakindlus. Kui Vão kihistu ülemine osa on esindatud lubjakiviga, milles MgO sisaldus jääb alla 2% (1,49 - 1,89%), siis kihistu alumine osa on esindatud Pae kihistiku dolokivi ja Rebala kihistiku erineva intensiivsusega dolomiidistunud lubjakiviga, kus MgO sisaldus jääb 3,33 - 15,08% vahemikku (keskmiselt 10,71%). Lahustumatu jäägi sisalduselt on Vão kihistu alumine ja ülemine osa sarnased (~5,5 - 6,5%). Kandle ja Loobu kihistu lubjakivi on veidi savikas (lahustumatu jääk ~5,5 - 7,5%) ning Kandle kihistu võib olla ka veidi dolomiidistunud (MgO kuni 5,57%). Samuti on savikas Toila kihistu lubjakivi (lahustumatu jääk keskmiselt ~14%).

Kui plokk 57 on keemiliselt koostiselt suhteliselt ühtlane, koosnedes savikatest lubjakividest, mida iseloomustab madal MgO sisaldus (0,92 - 1,66%), siis ploki 58 moodustavad muutliku MgO (0,74 - 15,08%) ja lahustumatu jäägi (5,32 - 15,26%) sisaldusega lubjakivid, kohati ka dolokivid.

Ülaltoodud andmetest nähtub, et Vão X, XV ja XVII uuringuruumi lubjakivi ei vasta tehnoloogilise lubjakivi nõuetele. Vastavalt 17.12.2018 määrusele nr 52 ei tohi tehnoloogilise lubjakivi puhul olla CaO sisaldus alla 50% ega lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus üle 10%.

7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Vão X, XV ja XVII uuringuruumides ulatub kvaternaarisetete paksus enamasti 2 - 4 meetrini (maksimum 4,3 m, keskmiselt 2,5 m). Katendi moodustavad valdavalt turvas ja moreen, mis iseseisvat veekihti ei moodusta. Läbilõikes vettpidavatel setetel (liivsavi, moreen) lasuv keskmise-jämeteralise liiva kiht võib moodustada mõningaid lokaalse tähtsusega ja/või ajutisi „rippuvaid“ veekihte, kuid need ei mängi piirkonna veevarustuses olulist rolli.

Vão X, XV ja XVII uuringuruumides levib maapinnalt esimene aluspõhjaline veekiht Kesk-Ordoviitsiumi ladestiku Lasnamäe, Aseri, Kunda ning Volhovi lademetel lubjakivides (Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks, Lasnamäe-Kunda veekiht), mis kattub suurel määral uuringuruumi kasuliku kihiga. Veekiht toitub põhiliselt sade- ja lumesulavetest. Tallinna piirkonnas on Siluri-Ordoviitsiumi Harju põhjaveekogumile iseloomulik kaltsiidi ja dolomiidi lahustumisel tekkinud Ca-HCO₃ tüüpi vesi, mille mineraalainete sisaldus on 0,3 - 0,5 g/L (Marandi jt., 2019). Õhukese pinnakatte tõttu on põhjavesi kaitsmata kuni nõrgalt kaitstud maapinnalt tuleva reostuse eest (Veeseadus § 68 lõige 3). Ordoviitsiumi veekompleks on piirkonna veevarustuses võrdlemisi väikese tähtsusega, selle vett ammutatakse vaid üksikute puurkaevudega. Vão piirkonnas on Ordoviitsiumi veekompleks suhteliselt väikese veeandvusega. Kivimid ei ole reeglina karstunud, uuringupuursüdamikes olulist lõheliseust ja purustatust ei täheldatud, millest tingitult ka madalad filtratsioonikoefitsiendid (0,009 - 0,4 m/ööp, Toonpere jt., 2017) ja kaevude erideebitid (vahemikus 0,03 - 0,3 Ls-1m-1, Toonpere jt., 2017).

Ordoviitsiumi veekompleksi lamamiks on Ordoviitsiumi regionaalne veepide, mis koosneb Alam-Ordoviitsiumi ladestiku Toila kihistu alumise osa ning Leetse, Varangu ja Türisalu kihistute glaukoniitlubjakividest ja -liivakividest, aleuroliitidest, merglitest, savidest ja graptoliitargilliidist, mis moodustavad vettpidava kihi lubjakivilasundi all. Olenevalt piirkonnast võib Ordoviitsiumi veepide olla võrdlemisi õhuke (~10 m uuringuruumi vahetus läheduses asuva puurkaevu PRK0067722 andmetel) ja seega on võimalik, et kivimeid läbivad lõhed ja murrangud vähendavad mõnevõrra veepideme efektiivsust. Kuna veepide on piisavalt sügavale maetud (lasum ligikaudu >25 m allpool maapinda), siis oht alumisi põhjaveekihte mõjutada on väike. Seega mõjutatakse kaevandamistegevusega põhiliselt Ordoviitsiumi veekompleksi ja selle all leiduvad veekompleksid jäävad suuresti mõjutamata.

Ordoviitsiumi regionaalse veepideme all levivad Ordoviitsiumi-Kambriumi ja Kambrium-Vendi võrdlemisi hästi kaitstud veekompleksid, mis on piirkonna veevarustuses olulised. Viimaseid veekomplekse eraldab üksteisest paks sinisavist koosnev Kambriumi regionaalne veepide. Ordoviitsiumi-Kambriumi veekogum Lääne-Eesti vesikonnas on heas, kuid ohustatud seisundis (kloriidide suureneva kontsentratsiooni, ehk merevee sissetungi ohu tõttu) ning Kambriumi-Vendi põhjaveekogumi seisund samuti hea, kuid ohustatud (looduslikku ressursi ületava kinnitatud põhjaveevarude koguse ning kloriidide tõusutrendi tõttu; Marandi jt., 2020).

Vão X, XV ja XVII uuringuruumides 2024. a rajatud puuraukudes oli põhjavee tase maikuus toimunud mõõtmiste ajal 0,4 - 3,85 m sügavusel maapinnast (abs kõrgustel 37,93 - 40,47 m, keskmiselt 39,14 m) ning kuu aega hiljem (14.06.2024) mõõdistatud andmete põhjal oli veetase 0,3 - 0,6 m võrra langenud (tabel 7.1). Põhjavee tase on mõnevõrra mõjutatud uuringuruumidega külgnevas Vão VIII lubjakivikarjääris tekitatud veetaseme alandusest, kuid mõju oli märgata ainult ühes karjäärile lähimas puuraugus

(PA-5/24) (kaevandamine karjääris on alles algusjärgus). Võrdluseks tooduna jäi Vão VIII lubjakivikarjääri alale 2020. a rajatud puuraukudes aprillikuus mõõdetud põhjavee tase 0,35 - 1,0 m sügavusele maapinnast (abs kõrgustele 39,35 - 39,90 m, keskmiselt 39,7 m). Keskmiste erinevus tuleneb ka aastaaegade erinevusest – veetasemete looduslik sesoonne kõikumine on Ordoviitsiumi veekompleksis tüüpiliselt 1 - 3 m (Marandi jt., 2019). Kogu kinnitamiseks esitatav maavaravaru on veaalune.

Vão piirkond on mõjutatud aastakümneid kestnud põhjaveetaseme alandusest seoses uuringualadest 140 m kaugusele jäävate Vão ja Tondi-Vão karjääride tegevusega (Niidas jt., 2016, Toonpere jt., 2017). Käesolevaks ajaks on karjäärides drenitud kogu Kvaternaari ja Ordoviitsiumi veekompleks ning veetaset on alandatud abs kõrguseni 23,0 m ehk kuni mäeeraldise lamamiks olevate vett mittejuhtivate kivimikihtideni (Niidas jt., 2016). Võrdluseks on looduslik veetase Vão küla lähedal puuraukudes absoluutkõrgustel 35,2 - 35,4 m ja 1969 - 1970 a teostatud uuringutes olid karjääri idaosas veetasemed 36 - 37 m (Toonpere jt., 2017). Võrdlemisi suurest veetaseme alandusest hoolimata ei ole Vão karjääri mõju käesolevatele uuringualadele tajutaval viisil ulatunud – Vão karjäärile lähimal asuva puuraugu PA-4/24 veetase ei ole looduslikust tasemest madalamal.

Tabel 7.1. Veetaseme mõõtmised uuringupuuraukudes.

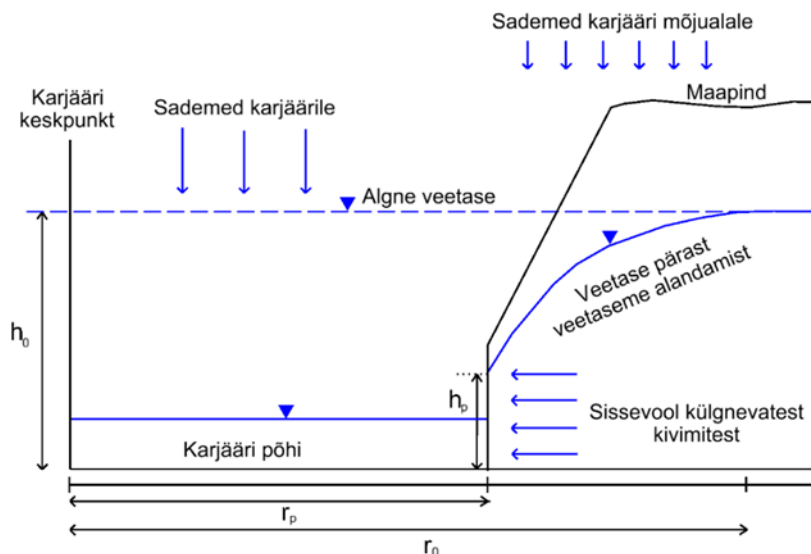
Puuraugu nr	X koordinaat, L-EST97	Y koordinaat, L-EST97	Maapinna kõrgus, m	Veetase maapinnast, m	Veetase, abs m	Mõõtmise aeg
PA-1	6587323,31	549389,66	40,50	0,80	39,70	10.04.2020
PA-2	6587359,41	549737,63	39,85	0,35	39,50	10.04.2020
PA-3	6587168,30	550169,00	40,35	1,00	39,35	10.04.2020
PA-5	6587456,01	550060,24	40,45	0,55	39,90	10.04.2020
PA-6	6587463,32	549684,77	40,62	0,75	39,87	10.04.2020
PA-1/24	6587214,93	549841,28	39,70	0,80 1,40	38,90 38,30	15.05.2024 14.06.2024
PA-2/24	6587301,14	550481,45	39,53	0,40 0,68	39,13 38,85	13.05.2024 14.06.2024
PA-3/24	6587589,17	550437,42	39,80	0,54 0,85	39,26 38,95	10.05.2024 14.06.2024
PA-4/24	6587764,66	550275,89	41,07	0,60 1,25	40,47 39,82	08.05.2024 14.06.2024
PA-5/24	6587585,75	549921,97	41,78	3,85 4,30	37,93 37,48	07.05.2024 14.06.2024

Ordoviitsiumi veekompleksi regionaalne voolusuund on põhja suunas, kus veekompleks ligikaudu 3 km kaugusel klindiasangul välja kiildub. Vabapinnalise põhjaveekihi lokaalse voolusuuna määrab tüüpiliselt aga piirkonna reljeef ning vooluveekogude paigutus. Lähimateks vooluveekogudeks on Soodevahe peakraav (KKR kood VEE1092700) ning Põlluääre kraav (KKR kood VEE1089234), mis mõlemad suubuvad Pirita jõkke (KKR kood VEE1089200). Põhjaveetaseme abs kõrgused vähenesid siingi Pirita jõe suunas, mis viitab põhjavee voolusuunale.

Keskkonnamõju

7.1. Mõju veerežiimile

Vao X, XV ja XVII uuringuruumidele kavandatavas karjääris asub kogu maavaravaru põhjavee tasemest sügavamal, mistõttu tuleb maavara kaevandamiseks põhjavee taset pumpamise abil alandada. Väljapumbatud vett hakkab kompenseerima karjääri külgnevatest kivimitest sisse valguv vesi. Selle tulemusel langeb ka karjääri ümbruses põhjaveetas, st, kujuneb alanduslehter (joonis 7.1). Alanduslehtri piires on põhjavee voolusuund kallutatud karjääri suunas ning põhjaveetaseme alandus väheneb kiiresti karjäärist kaugenedes.



Joonis 7.1. Karjääri veetaseme alanemise ning kujuneva alanduslehtri lihtsustatud skeem.

Alanduslehtri ulatuse hindamiseks on erinevaid numbrilisi ja analüütilisi meetodeid. Üks levinumaid lahendusi, mida ka antud töös kasutatakse, on Marinelli ja Niccoli (2000) esitatud Dupuit-Forchheimeri eeldustel põhinev põhjaveevoolu analüütiline mudel. Mudeli sisenditeks on:

- K – kivimite keskmine filtratsioonimoodul, K valiti külgneva Vao VIII karjääri geoloogilise uuringu raames läbi viidud pumpamiskatsete alusel ning on 0,13 m/ööp (Tuuling ja Uppin, 2020; OÜ Inseneribüroo STEIGER, EGF 9396). Võrdluseks on varasemate Vao piirkonna pumpamiskatsete tulemustel saadud filtratsioonimoodulid 0,009 - 0,4 m/ööp (Toonpere jt, 2017);
- W - põhjavee pindalaline toitumine, Vallneri Eesti hüdrogeoloogilise mudeli (Vallner, 2002, EGF 7477) alusel on see Tallinna piirkonnas ligikaudu 60 mm/a, ehk 0,00016 m/ööp. Märkusena, Vao VIII geoloogilise uuringu aruandes (Tuuling ja Uppin, 2020) kasutati ligikaudu neli korda suuremat toitumist, kuid see oli tõenäoliselt ülehinnang;
- h_0 – veetaseme alandus karjääris, ~21 m ehk põhjaveetasemest mäeeraldise lamamini;
- h_p – põhjaveetaseme ja karjääri veetaseme kõrguste vahe vahetult karjääri serval, konservatiivse eelduse alusel 0 m;
- r_p – karjääri efektiivraadius, ehk karjääriga võrdse pindalaga ringi raadius ($r_p = \sqrt{S/\pi}$, kus S on karjääri pindala). Kuna uuringuruumid asuvad vahetult töötava Vao VIII karjääri kõrval, tuleb efektiivraadiuse arvutamisel käsitleda uuringuruumis

moodustatud plokk (357916 m²) ja töötavat karjääri (149 071 m²) ühtsena. Seega on kogupindala 506 987 m² ja efektiivraadius 402 m.

Kõigepealt leitakse karjääri veetaseme alanduse mõjuraadius (r_0), lahendades valem 1 iteratiivselt:

$$h_0 = \sqrt{h_p^2 + \frac{W}{K} \times \left[r_0^2 \times \ln\left(\frac{r_0}{r_p}\right) - \frac{r_0^2 - r_p^2}{2} \right]} \quad [1].$$

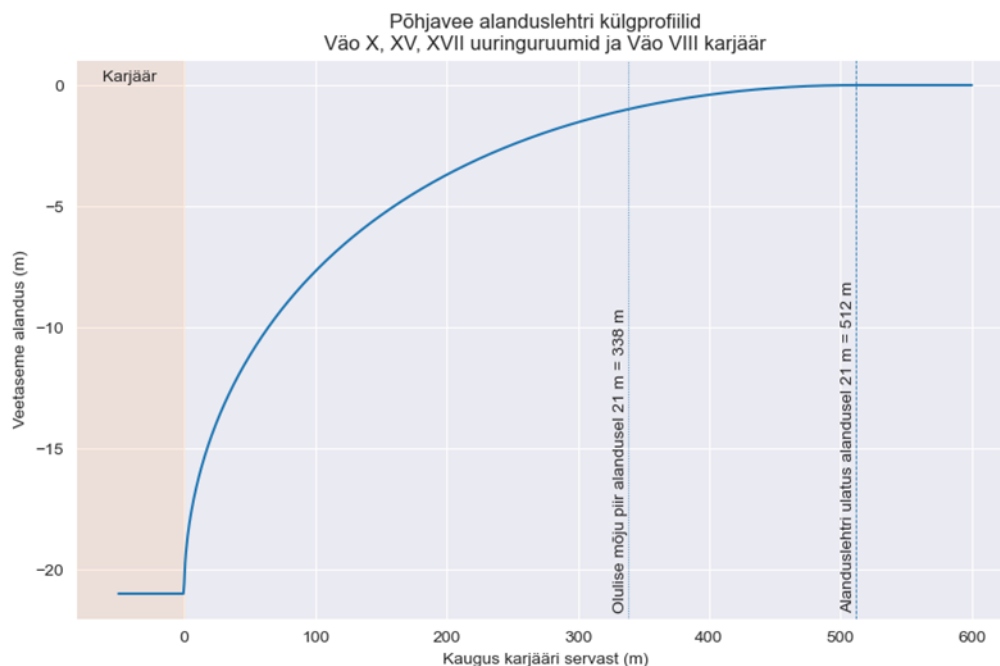
Maavaravaru kaevandamisel ning veetaseme maksimaalsel alandamisel (~21 m) kujuneb seega Ordoviitsiumi veekompleksi alanduslehtri ulatuseks ehk karjääri mõjuraadiuseks 913 m karjääri keskpunktist või 512 m karjääri äärest (joonis 7.2). Siinkohal tuleb rõhutada, et tegemist on maksimaalse, mitte olulise mõjuga – kaasa on arvatud ala, kus karjääri mõju veetasemetele ulatub vaid sentimeetritesse, ehk ei ole tegelikkuses tajutav.

Võrdluseks on teiste Vão piirkonna karjäärade mõjuraadiusi hinnatud ~200 - 300 m (maksimaalselt 500 m) kaugusele karjäärade servast (Niidas jt, 2016; Toomik jt, 2016; Tammekänd, 2017). Siinsega võrreldes on mõjuraadiused väiksemad osaliselt tänu asjaolule, et põhja pool asuvates karjäärades on kasuliku kihi lamam kõrgemal. Külgneva Vão VIII uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes leiti käesolevaski töös kasutatud meetodika abil mõjuraadiuseks 259 m karjääri piirist, mis on siin leitud ligikaudu poole väiksem (Tuuling ja Uppin, 2020). Vahe tuleneb ka suurenenud pindalast, kuid põhiliselt asjaolust, et eelnev töö hindas piirkonna põhjavee toitumist ligikaudu neljakordselt suuremaks. Siin kasutatud Vallneri (2002) tööst pärinev toitumise hinnang on tõenäolisem ja konservatiivsem, kuid siiski suure veapiiriga, kuna tegelik põhjavee toitumine sõltub suuresti kohalikust maakasutusest, reljeefist ja muudest raskesti hinnatavatest faktoritest. Ilma kalibreeritud numbrilise põhjaveevoolu mudelita ei ole võimalik toitumisele täpset hinnangut anda.

Joonisel 7.3 on näha, et laiendatava karjääri poolt tekitatud põhjaveetaseme alanduslehter ühtib mõnel määral 140 m põhja suunas asuva Vão karjääri ja selle alanduslehteriga. Seega põhjaveetaseme alanduslehterid ühinevad ning käesolevate uuringuruumide ümber võib alanduslehter mõnevõrra laieneda. Veetaseme alandus väheneb karjäärast kaugenedes kiiresti, olles mõjuraadiuse piiril null. Alanduslehtri profiili arvutamiseks saame kasutada valemit 2, mis annab põhjaveetaseme alanduse sügavuse (h_r) kaugusel r karjääri keskpunktist:

$$h_r = \sqrt{h_p^2 + \frac{W}{K} \times \left[r^2 \times \ln\left(\frac{r}{r_p}\right) - \frac{r^2 - r_p^2}{2} \right]} - h_0 \quad [2]$$

Arvutuse tulemusel saame koostada joonisel 7.2 näidatud külgprofiili.



Joonis 7.2. Veetaseme alanduslehti külprofil karjääri mõjuraadiuses.

Arvestades, et piirkonnas on Ordoviitsiumi veekompleksi aastane looduslik kõikumine ligikaudu 1 - 3 m (Marandi jt, 2019), võib oluliseks mõjuks pidada veetaseme alandust 1 m. Selline mõju avaldub kuni kauguseni 338 m karjääri piirist. Uuringuruumide ja karjääri lähiümbrusesse jäävad valdavalt tööstus- ja tootmisalad ja raudteemaad, kuid ka üks majapidamine. Laiendatava karjääri kogumõjuraadiuses saab olema viis keskkonnaregistrisse kantud puurkaevu: kaevud 8, 303 ja 67722 ammutavad vett kas Ordoviitsiumi-Kambriumi või Kambriumi-Vendi põhjaveekompleksist ja seega ei ole karjääri alanduslehist mõjutatud (joonis 7.3). Puurkaevud 57656 ja 57657 ammutavad vett Ordoviitsiumi põhjaveekompleksist, kuid jäävad väljapoole karjääri olulise mõju raadiust. Seega ei mõjuta karjäär tõenäoliselt ühegi puurkaevu tööd.

Vooluhulk karjääri (Q) kujuneb ümbritsevatest kivimitest valguva põhjavee (Q1) ja karjääri langevate sademete (Q2) koosmõjul, kusjuures viimasest on maha arvatud aurustumine. Sademete hulgaks (Ws) valiti Tallinn-Harku meteoroloogiajaama 1991 - 2020 kliimanormi alusel 700 mm/a ehk 0,00192 m/ööp (Ilmateenistus) ning aurustumiseks ligikaudu 40% sademetest. Põhjavee sissevoolu arvutamisel hinnatakse vaid horisontaalset voolamist karjääri külgedelt. Karjääri põhjast lähtuvat voolu hinnatakse vooluhulga kujunemisel võrdlemisi marginaalseks, kuna karbonaatkivimite lõhelisus ja veeandvus on sügavamal, karjääri põhjas oluliselt väiksem kui kõrgemal, külgedel. Vooluhulkade arvutamiseks kasutatakse valemeid 3 ja 4:

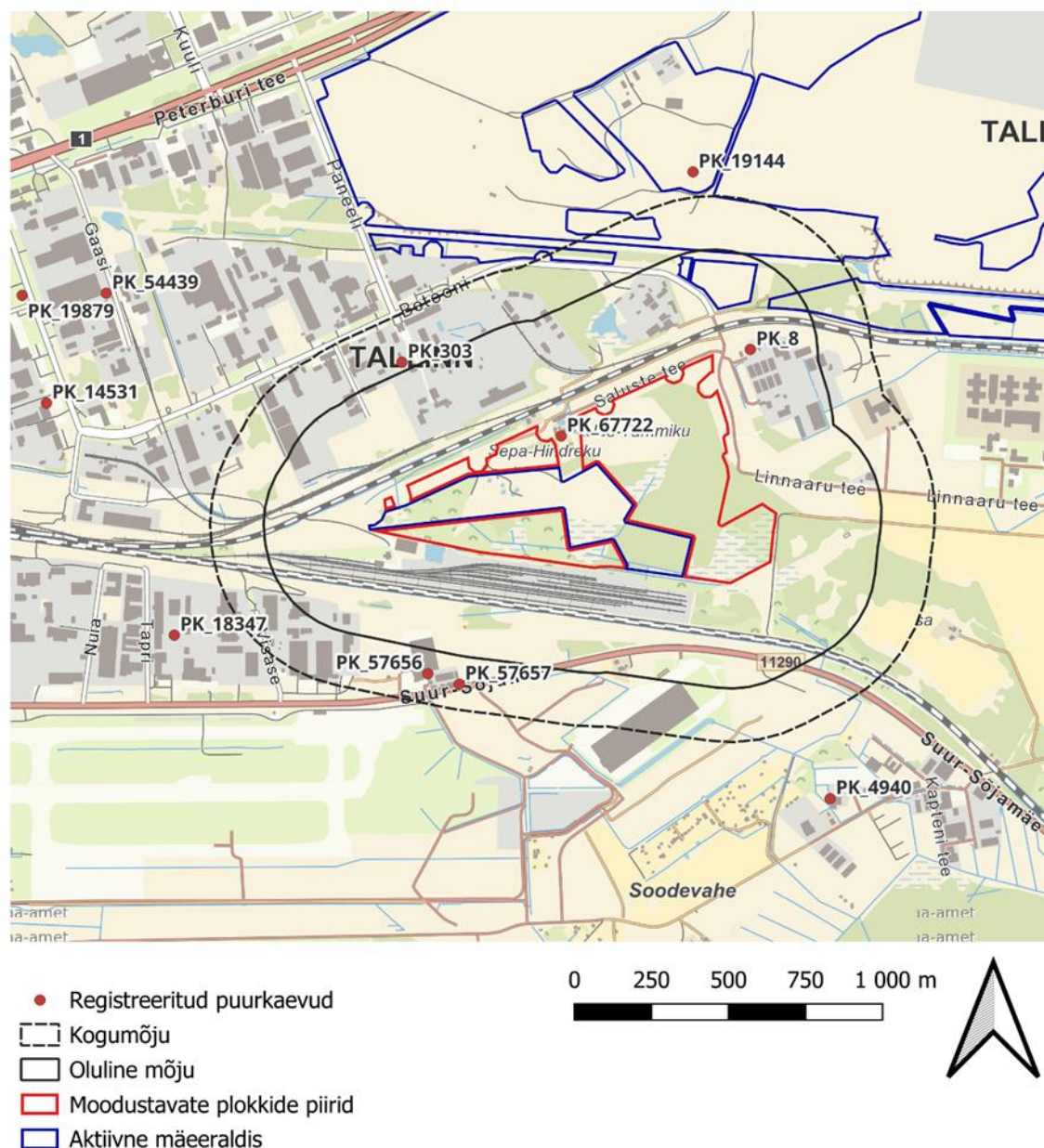
$$Q_1 = W \times \pi \times (r_o^2 - r_p^2) \quad [3]$$

$$Q_2 = S \times (W_s - E) \quad [4]$$

Põhjavee vooluhulk karjääri on arvutuste kohaselt $\sim 347 \text{ m}^3/\text{ööp}$ ning sademete hulk $\sim 388 \text{ m}^3/\text{ööp}$. Kogu sissevool karjääri on seega $\sim 8,5 \text{ L/s}$ ehk $\sim 735 \text{ m}^3/\text{ööp}$ või $\sim 268\,000 \text{ m}^3$ aastas. Võrdlusena arvutati Vao VIII geoloogilises uuringus keskmiseks sissevooluks $\sim 167\,000 \text{ m}^3$ aastas (Tuuling ja Uppin, 2020). Tondi-Vao (mäeeraldise pindala 42,17 ha) ja Vao (mäeeraldise pindala 127,66 ha) lubjakivikarjäärides oli

Keskonnaregistri andmetel aastatel 2007 - 2017 keskmine väljapumbatav veemaht vastavalt ~260 000 m³ aastas ning ~330 000 m³ aastas.

Karjäärist välja pumbatud vesi suunatakse läbi eksisteeriva Vão VIII karjääri äravoolukraavi Soodevahe peakraavi (KKR kood VEE1092700), mis suubub Pirita jõkke (KKR kood VEE1089200). Kuna Pirita jõe vooluhulk on 675 000 m³ ööpäevas, ei ole oodata, et karjäärist pumbatav vesi mõjutab jõe seisundit.



Joonis 7.3. Põhjavee alanduslehtri ulatus ehk karjääri mõjuraadius Ordoviitsiumi põhjaveekompleksis.

Suurvee ajal võib sissevool karjääri olla oluliselt suurem võrreldes ülejäänud aastaga. Näiteks Vão VIII karjääris moodustas 2023. aastal kogu pumba käitamise ajast 1. ja 4. kvartal vastavalt 25% ja 38%, 2. ja 3. kvartal aga 18% ja 19%. Maksimaalse vee juurdevoolu arvutamiseks liidetakse sademetest põhjustatud sissevoolule juurde talve jooksul karjääri kogunenud kolme kuu sademete norm ehk ~175 mm, mis kevadisel sulaperioodil sulab keskmiselt kahe nädala (14 päeva) jooksul. Kuna aurumine on talvel

väike, siis ei arvestata lisanduva veehulga puhul aurumist. Lumesulavee vooluhulk on sel juhul $\sim 6337 \text{ m}^3/\text{ööp}$. Põhjavee sissevool arvutatakse veetaseme kevadisest tõusust tulenevalt 1 m kõrgema veetaseme alanduse baasil ($h_0 = 22 \text{ m}$) saades vooluhulgaks $368 \text{ m}^3/\text{ööp}$. Kogu pumpamisvajadus suurvee perioodil võib olla seega $\sim 7100 \text{ m}^3/\text{ööp}$.

Tegelikkuses sõltub suurvee-aegne vee välja pumpamise vajadus väga tugevalt konkreetsetest ilmingimustest, eeltoodud numbrid on vaid indikatsioon maksimaalsest pumpamisvajadusest. Suurenenud veekogused on lühiajalised. Pärast lumesula perioodi lõppu vee juurdevool karjääri väheneb oluliselt.

Eeltoodud mudelite alusel saadud vooluhulgad ja veetaseme alandused hindavad maksimaalset tekkida võivat mõju ja realiseeruvad alles karjääri töö lõpustaadiumis, kui kogu materjal on väljatud ning veetase on alandatud kasuliku kihi lamamini. Tegelikud alandused ja vooluhulgad kujunevad seega väiksemateks.

Kasutatud analüütiline mudel on ka ebatäpne, kuna ei arvesta karjääri kuju ebakorrapärasusega, maapinna reljeefiga, põhjavee regionaalse voolusuuna ega maapõue (eriti filtratsiooniomaduste) heterogeensusega. Karbonaatkivimites kontrollivad filtratsiooniomadusi lõhed ja murranguvööndid ning filtratsiooniomadused on seega ruumis väga muutlikud ja raskesti ennustatavad, kuigi lõhelisus väheneb reeglina sügavuse suunas. Vao VIII geoloogilises uuringus (Tuuling ja Uppin, 2020) hinnati, et suurim vee sissevool on vahemikus 6 - 10 m maapinnast, mis võib viidata asjaolu, et mõõdetud puurkaevus oli selles intervallis lõhe.

Karjäärist ärajuhitava vee kogus sõltub lisaks ümbritsevate karjääride tööle kõige enam sademete hulgast, mis aastate ja kvartalite lõikes erineb oluliselt ning võib muutuda ka tänu kliimamuutustele. Põhjavee toitumist võivad mõjutada omakorda inimtekkelised reljeefi muutused (sh teiste karjääride töö) ja muutused maakasutuses, nt maapinna sillutamine.

Siiski kasutab siin toodud hinnang konservatiivseid sisendeid ja seega võib toodud hinnangut käsitleda piirina suurimale maksimaalsele mõjule.

7.2. Mõju vee kvaliteedile

Kaevandamistegevusega reovett ei teki ja ei kasutata keskkonnoahtlikke või mürgiseid aineid. Ärajuhitav vesi moodustub karjääri külgnevatest kivimitest sisse voolavast põhjaveest, sademete ja lume sulamise veest.

Peamiseks saasteaineks, mis lubjakivikarjääris toimuvate tööde käigus vette satub, on lõhkamistöodel tekkiv heljum, mis enne eesvoolu juhtimist setitatakse settebasseinis. Settebasseini põhja sadestunud heljum on samast looduskeskkonnast pärit keemiliselt inertne materjal, mida on nõrutatult võimalik kasutada müravallide rajamiseks ja karjääride korrastamisel. Osa lõhkamistöodel tekkivast heljumist settib ka karjääri põhja. Kuna karjääri lamamiseks on võrdlemisi vettpidavad kivimid, ei ole oodata heljumi levimist põhjavees. Lõhkamisega kaasneva kivimite vibratsiooni tõttu võib põhjavesi muutuda ajutiselt hägusemaks karjääri lähiümbruses. Vao VIII karjääri väljalasu seiretulemustes on heljumi kontsentratsioon olnud reeglina madalam seadusega sätestatud piirmäärast 40 mg/L .

Karjääris töötav tehnika võib rikete korral olla naftasaaduste reostusallikaks. Reostus võib levida väljapumbatava veega eesvooludesse. Kuna karjääri lamamiks on vett-pidavad kivimid, siis reostuse levik põhjavette on vähe tõenäoline. Juhul kui mäetööde käigus tekib avarii, tuleb vajalike vahenditega (absorbent, õlipüünised) reostuse levik kiirelt ja ohutult lokaliseerida ning reostunud pinnas üle anda vastavat jäätme-käitluslitsentsi omavale ettevõttele. Eeltoodud leevendusmeetmete rakendamisel on reostusohu vähenenud.

Karbonaatkivimite leostumisel ja püriidi lagunemisel õhu käes võivad väljapumbatavas vees suureneda kaltsiumi, magneesiumi, sulfaadi ja raua kontsentratsioonid. Antud komponendid ei mõjuta vee kvaliteeti negatiivselt. Kuna karjäärist välja pumbatud vesi lahustub Pirita jõe märksa suuremas vooluhulgas, ei ole oodata Pirita jõe seisundi muutust.

8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Maavara kaevandamise mäetehnilised tingimused ei ole keerulised, sest kaevandamisega on juba Vao VIII lubjakivikarjääris alustatud ning sisuliselt oleks tegemist Vao VIII lubjakivikarjääri laiendamisega. Maavara kaevandamisel kasutatakse senist kaevandamise tehnoloogiat ning olemasolevat tehnikat ja taristut.

Kasuliku kihi keskmine paksus on 18,2 m, sealhulgas kõrgemargilist ehituslubjakivi 10,7 m ja kattekihi paksus keskmiselt 2,8 m, Katenditegur on 1 : 6,5. Kasuliku kihi lamam jääb ligikaudu 20,4 m abs kõrgusele põhjaosas langedes ~18 meetrini lõunaosas. Kasulik kiht jääb kogumahus vee alla.

Kaevandamisele asumisel tuleb esmalt eemaldada kattekiht. Olemasolev karjäärisüvend drenib juba ka liigniisket soosetetega kaetud ala, mis teeb kattekihi koorimise lihtsamaks. Metsa-alal tuleb eelnevalt langetada puud ja juurida kannud. Turvas ja muld, mis on samuti kohati turbasegune, ladustatakse koos kuni 3 m kõrgustesse aunadesse. Turba ja mulla maht kokku on 250 tuh m³, sellest turvast 219 tuh m³. Turbakiht esineb katendis ligikaudu 18,9 ha pindalal (lisa 11). Sarnaselt Vao VIII uuringuga, ei oma turvas ka Vao X, XV ja XVII uuringuruumide puhul maavarana tähtsust väikese pindalalise leviku ja paksuse tõttu. Kaevandatud ala korrastamisel veekoguks, ei kulu kasvukiht (muld ja turvas) kogumahus karjääri korrastamiseks. Täpsed mahud arvutatakse korrastamisprojekti koostamisel. Kasvukihi väljaveoks maaüksuselt ja selle realiseerimiseks peab saama loa Keskkonnametilt. Moreen koos murenenud lubjakiviga, mille maht on kokku 774 tuh m³, ladustatakse kasvukihist eraldi. Katend eemaldatakse buldooseri ja ekskavaatoriga. Mäeeraldiselt eemaldatud katend paigutatakse mäeeraldisel teenindusmaale, kus nendest moodustatakse müra- ja tolmutõkkevallid. Katend eemaldatakse mäeeraldiselt järkjärguliselt vastavalt mäetööde edenemisele. Karjääri piirile vallitatud moreenpinnas ja rajatud piirdekraavid aitavad samuti vähendada ümbritsevatelt aladelt karjääri valguva vee kogust. Kui karjääri pindala on piisavalt suur ja kaevandatud on juba mäeeraldisel piirini, saab kooritud kattepinnast kasutada kohe korrastamiseks ilma vahepealse ladustamiseta (karjääriseinte vertikaalselt laugemaks muutmiseks).

Kasulik kiht jääb kogumahus vee alla. Kaevandamise puhul on vajalik vee väljapumpamine karjäärist. Vee väljapumpamiseks Vao VIII lubjakivikarjääri alalt ja selle ärajuhtimiseks saadi vee erikasutusluba, mille alusel juhitakse karjäärist väljapumbatav vesi Põlluaare kraavi (VEE1089234) kaudu Pirita jõkke. Selleks, et vett oleks võimalik antud kraavi juhtida, rajati olemasoleva kraavivõrgustikuni uus ühenduskraav, mis jääb Vao XV uuringuruumi teenindusala idapoolsele lahustükile.

Mäetööde põhiprotsessiks on tootsa kihindi kobestamine lõhkamise abil ning kobestatud mäemassi töötlemine purustus-sorteerimissõlmes. Sarnaselt Vao maardla teiste karjääridega, kus ehitiste kaitsevööndis kaevandatakse hüdrovasaraga, on vastavalt vajadusele võimalik ka siin kasutada kombineeritult mõlemat meetodit (nt elektriliinide kaitsevööndites). Kaevandatakse kahe astanguga: esmalt keskmiselt 7,5 m paksune täitelubjakivi ja seejärel keskmiselt 10,7 m paksune kõrgemargiline ehituslubjakivi. Kaevis purustatakse ja sorteeritakse (sõelutakse) karjääri territooriumile paigaldatud mobiilse purustus-sorteerimissõlmes, mis paigutatakse karjääri süvendisse. Tarbimiseks ettevalmistatud toodangu ladustamine kuhilatesse (või vahetult tellijate kalluritele) ja kuhilatest kalluritele toimub kopplaaduri abil. Killustiku väljaveoks karjäärist on ehitatud uus tee, mis jääb Vao XV uuringuruumi teenindusala idapoolsele lahustükile.

Kaevandamise loa taotluse koostamise etapis käsitletakse kaevandamise tehnoloogiat detailsemalt. Karjääri rajamiseks koostatakse vastav projekt.

Kuna Vão maardlas on lubjakivi kaevandatud juba aastakümneid, on looduskeskkond antud piirkonnas senisest tegevusest juba suurel määral mõjutatud. Kui uute maardlate avamise puhul läbi viidud keskkonnamõjude hindamisel toetutakse sageli analoogiale ja modelleerimisele, siis Vão puhul on võimalik lähtuda juba olemasolevast kaevandamispraktikast ja teostada kaevandamist selliselt, et mõju ja häiring inimestele ning keskkonnale oleks võimalikult väike. Vão maardlas toimuva kaevandamisega kaasneva keskkonnaseire ja mõõtmiste andmetest tulenevaid järeldusi saab rakendada ka edaspidi kaevandamise keskkonnamõju prognoosimiseks. Jätkates keskkonnamõju seiramist ja vastavate leevendusmeetmete rakendamist, on lubjakivi Vão lubjakivimaardlast võimalik kaevandada nii, et negatiivsed mõjud oleksid võimalikult väikesed ja ei põhjustaks häiringuid.

Rikutud maastiku esteetiline ilme taastatakse ja kujundatakse hilisema korrastamisega. Ammendatud kaevealale kujuneb ligikaudu 20 m sügavune veekogu, mida tulevikus võib kasutada puhke-, kalamajanduse või muul eesmärgil. Põhjavee eeldatav tase pärast maavara ammendamist jääb ligikaudu 38 m abs tasemele. Kaevandamisega rikutud maa korrastatakse korrastamisprojekti alusel, mille koostamisel lähtutakse Keskkonnaameti, kohaliku omavalitsuse ja maaomaniku poolt esitatud tingimustest.

9. VARU ARVUTUS

Geoloogilise uuringu tulemusena arvutati Vão X, XV ja XVII uuringuruumi varu kokku 37,12 ha pindalal. Kooskõlastatult Elering AS-iga võeti varu hulka ka 110 kV elektriõhuliinide Aruküla-Lasnamäe (L164, L165), Lasnamäe-Ida (L008) ja Iru-Lasnamäe (L167) kaitsevööndid, varust jäeti välja elektriliinide mastid ja nende ümber 25 m raadiusega tervikud õhuliini teenindamiseks (lisa 14). Samuti jäävad varu kontuuri elektrimaakaabelliinid AXPk.4x120 (327150818), AXPk.4x120 (327150825), AHXAMK-W.3x300+35Cu 24kV (327153728), AHXAMK-W.3x300+35Cu 24kV (327126706), AHXAMK-W.3x300+35Cu 24kV (606716791, 606716792) ja nende kaitsevööndid ning alajaamad AJ10432:(Rae) (303382268) ja AJ13832 oma kaitsevöönditega. Kooskõlastatult elektripaigaldiste omaniku Elektrilevi OÜ-ga, tuleb elektripaigaldiste ümberpaigutamise korral esitada taotlus võrgu ümberehituseks ning sõlmida projekteerimise ja ehitustööde teostamiseks lisateenuse leping (lisa 13).

Sarnaselt Vão VIII uuringuruumiga, kus ei saadud kooskõlastust aktiivse tarbevaru kinnitamiseks Rail Baltic trassi koridoriga kattuvos osas, jäeti ka seekord varust välja riba Vão XV uuringuruumi lõunaservas RB trassi koridoriga kattuvos osas kooskõlastust taotlemata.

Osaliselt moodustati varuplokk ka väljaspool uuringuruumi teenindusala piiri: varu hulka arvati katastriüksuse Uus-Tammiku (65301:011:0083) piiridesse jääv varu. Samuti kitsas riba katastriüksuse Saluste tee 5 (65301:001:4295) põhja-loodeservast, mis võimaldab moodustada lihtsama kujuga plokki, mida on mäetehniliselt mugavam kaevandada. Mõlemad katastriüksused kuuluvad uuringu tellijale OÜ Eesti Killustik, kes on andnud maaomanikuna selleks nõusoleku (lisa 15). Katastriüksusele jääb puurkaev PRK0067722, mille hooldusala on 10 m. Puurkaev on rajatud Eesti Killustik OÜ tellimisel ja kuulub maaomanikule. Eesti Killustik OÜ kasutab kaevu Vão VIII lubjakivikarjääri teenindava ajutise kontori varustamiseks olmeveega. Kui vajadus kaevu järele kaob, lastakse kaev nõuetekohaselt likvideerida ning Eesti looduse infosüsteemist maha kanda. Pärast seda on kaevu hooldusalast võimalik varu ära kaevandada. Eesti Killustik OÜ on teadlik puurkaevu hooldusalal keelatud tegevustest ja arvestab nendega (Veeseadus §154).

Selleks, et maavarade registris arvel oleva maavaravaru ja käesolevaga kinnitamiseks esitatavate plokkide vahele ei jääks kinnitamata varuga kitsaid ribasid, võeti varuala koosseisu Vão VIII lubjakivikarjääri mäeeraldise teenindusmaad selle põhja-kirdeosas. Mingil põhjusel jääb Vão XV uuringuruumi teenindusala idapoolse lahustüki läänepiiri ja Vão XVII uuringuruumi teenindusala idapiiri vahele ~5 m laiune riba, mis ei kuulu kummagi uuringuruumi koosseisu. Ka antud riba võeti varu kontuuri.

Sõltuvalt kivimi kvaliteedist eraldati vertikaalses läbilõikes 2 plokki: täitelubjakivi läbilõike ülaosas (plokk 57) ja kõrgemargiline lubjakivi (plokk 58) selle all. Plokkide vaheliseks piiriks on mergli vahekihtidega savika lubjakivi ja paksukihilise lubjakivi ehk Kõrgekalda ja Vão kihistu vaheline piir. Kasuliku kihi ehk plokki 58 alumine piir on samuti määratud litoloogiliselt – lamam jääb Toila kihistu glaukoniitlubjakivisse, Loobu kihistu lamamipinnast 0,5 m sügavamale.

Plokkide koordinaadid on esitatud varu arvutuse plaanil (gr lisa 1). Plokkide pindala arvutati arvutiprogrammi Bentley PowerCivil for Baltics V8i abil ning maavara ja kattekihi mahud arvutati sama programmi abil koostatud uuringuruumi kolmemõõtmelisest

mudelist (lisa 11). Maavara lasum ja lamam modelleriti puuraukude andmete põhjal (lisad 2 ja 12). Maapinna mudeli modelleerimisel on kasutatud mõõdistamisandmeid.

Moodustatavad varuplokid ümbritsevad Vão VIII lubjakivikarjääri kolme eraldiseisva alana. Lisas 11 on mahtude arvutused toodud alade kaupa. Arvutustes on eraldi välja toodud ka Vão VIII lubjakivikarjäärist uuringualadele veetud katendi vallide ja kuhilate mahud, mida plokki 57 katendi hulka ei arvata. Küll on aga arvatud katendi hulka Vão XVII uuringuala põhjaosas 2,07 ha suurusel alal keskmiselt 1 m paksuse kihina lasuvad tehnogeensed setted, mis on sinna veetud kinnisvara arenduse käigus. Turba mahu arvutuseks modelleeriti sondeerimispunktide ja puuraukude abil eraldi turbalasundi mudel. Turba levikuala kontuurimisel võeti abiks mullastiku kaart. Mulla maht saadi arvutuslikult – keskmise kihipaksuse ja pindala korrutisena. Lokaalse lasundina esineva järvelise liivsavi, liiva ja järvemuda mahtu eraldi ei arvutatud, nende mahud on arvestatud moreeni hulka. Väikese paksuse tõttu, ei kajastu järvelised setted reeglina ka geoloogilistel läbilõigetel.

Puuraugud on rajatud kuni ~400 meetrise vahekaugusega, puursüdamik on kogupaksuses proovitud, puursüdamik on esinduslik, hindamaks lubjakivi varu tarbevaru kategoorias. Kuna varualal puuduvad keskkonnakaitselised piirangud ning kitsendusi põhjustavate objektide osas on saadud vastavad kooskõlastused objektide omanikelt (Elering AS, Elektrilevi OÜ), siis esitatakse varu kinnitamiseks aktiivse tarbevaruna.

Põhjaveetase jääb maapinnast keskmiselt 1,5 m sügavusele maapinnast. Kogu varu on veealune.

Varu arvutus tugineb järgmistel materjalidel:

- varu arvutuse plaan M 1 : 2000 (gr lisa 1);
- geoloogilised läbilõiked (gr lisa 2);
- puuraukude kirjeldused (lisa 4);
- laboratorsete uuringute andmed (lisad 5 - 9);
- katte- ja kasuliku kihi paksused varuplokkides (lisa 10)
- mahtude arvutused arvutiprogrammis Bentley PowerCivil for Baltics V8i (lisa 11).

9.1. Ploki 57 aT varu

Ploki 57 aT pindala on 37,12 ha.

Kasuliku kihi lamam jääb 28,55 - 31,1 m abs kõrguste vahele, langusega lõuna suunas.

Ploki 57 ja selle katendi mahud ning kihipaksused järgmised (lisa 11):

Katendi maht on 1045 tuh m³ ning keskmine paksus:

$$1045 \text{ tuh m}^3 / 37,12 \text{ ha} = 2,8 \text{ m},$$

sealhulgas kasvukiht (muld+turvas) kokku 250 tuh m³ keskmise paksusega:

$$250 \text{ tuh m}^3 / 37,12 \text{ ha} = 0,7 \text{ m},$$

millest turvast on 18,88 ha pindalal 219 tuh m³ keskmise paksusega:

$$219 \text{ tuh m}^3 / 18,88 \text{ ha} = 1,2 \text{ m}$$

Moreeni ja murenenud lubjakivi maht on kokku 774 tuh m³ keskmise paksusega:

$$774 \text{ tuh m}^3 / 37,12 \text{ ha} = 2,1 \text{ m}.$$

Tehnogeenseid setteid esineb 2,07 ha suurusel pindalal keskmiselt 1 m paksuse kihina kokku 21 tuh m³.

Ploki 57 aT täitelubjakivi varu on 2789 tuh m³ ning keskmine paksus:

$$2789 \text{ tuh m}^3 / 37,12 \text{ ha} = 7,5 \text{ m.}$$

9.2. Ploki 58 aT varu

Ploki 58 pindala on 37,12 ha (ploki 57 lamamis).

Kasuliku kihi lamam jääb puuraukude andmeil on 17,85 - 20,4 m abs kõrguste vahemikku, langusega lõuna suunas.

Ploki 58 aT kõrgemargilise ehituslubjakivi varu on 3972 tuh m³ ning keskmine paksus:

$$3972 \text{ tuh m}^3 / 37,12 \text{ ha} = 10,7 \text{ m.}$$

Tabel 9.1. Varu arvutuse koondtabel

Ploki nr, pindala	Maavara nimetus	Katendi maht, tuh m ³ / keskmine paksus, m	sh kasvukiht (muld+turvas), tuh m ³ / keskmine paksus, m	Maavaravaru, tuh m ³ / keskmine paksus, m
57 aT, 37,12 ha	täitelubjakivi	1045 / 2,8	250 / 0,7	2789 / 7,5
58 aT, 37,12 ha	kõrgemargiline ehituslubjakivi	-	-	3972 / 10,7

Maa-ametile esitatakse kinnitamiseks täiendavalt Vão lubjakivimaardla varu järgmiselt (seisuga 01.07.2024):

- täitelubjakivi aktiivset tarbevaru 37,12 ha pindalal 2789 tuh m³ (plokk 57, kogumahus veealune);
- kõrgemargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 37,12 ha pindalal 3972 tuh m³ (plokk 58, ploki 57 lamamis, kogumahus veealune).

Kuna täiendav maavaravaru Vão VIII lubjakivikarjääri ümbruses on sama kasutusala, mis olemasolevas mäeeraldises ning plokkide moodustamisel on lähtutud samadest kriteeriumitest, mis Vão VIII lubjakivikarjääri puhul, siis oleks otstarbekas tulevases mäeeraldises plokid 57 ja 58 liita vastavalt plokkidega 42 ja 43 ning moodustada kvaliteedist lähtuvalt üks täitelubjakivi plokk ja üks kõrgemargilise ehituslubjakivi plokk selle lamamis. See lihtsustaks kaevandatud mahtude aruandlust ja annab ka parema ülevaate arvel olevatest varudest.

Nagu meetoodika peatükis on kirjeldatud, siis täpsustus käesoleva töö käigus ka olemasoleva Vão VIII lubjakivikarjääri mäeeraldises katendi paksus ja kasuliku kihi lasumipind. Sel põhjusel arvutati uuesti ka Vão VIII lubjakivikarjääri katendi ja täitelubjakivi maht, võttes arvutusel aluseks 2020. a mõõdistuse andmetel modelleeritud maapinna mudeli, mille tulemusel saadi algset mahud enne maavara kaevandamist (seisuga 01.10.2020). 2020. a kinnitati 14,91 ha pindalal ploki 42 täitelubjakivi varu 1175 tuh m³ ja katendi maht oli 352 tuh m³. Lisandunud andmete põhjal tehtud uus arvutus näitab, et katendi maht suureneb 13 tuh m³ ning sama mahu võrra väheneb täitelubjakivi varu. Varu arvutus on toodud lisas 11. Sellega seoses tehakse ettepanek muuta ploki 42 täitelubjakivi algset mahtu ja kinnitada seisuga 01.10.2020 ploki 42 täitelubjakivi varu 1162 tuh m³. Katendi maht on 365 tuh m³ (kasvukihi (muld+turvas) maht ei muutunud, suurenes moreeni maht).

10. KOKKUVÕTE

Vão X, XV ja XVII uuringuruumide geoloogiline uuring tehti Eesti Killustik OÜ tellimisel. Uuringualad paiknevad Harju maakonnas Rae vallas Soodevahe külas katastriüksustel 65301:001:5008 Raja, 65301:011:0059 Sepa-Hindreku, 65301:001:5007 Vahe-metsa, 65301:011:0131 Kassisaba, 65301:011:0091 Põlendiku, 65301:001:4295 Saluste tee 5, 65301:001:4400, Lagendiku, 65301:001:4290 Saluste tee 3, 65301:001:4291 Suurtammiku, 65301:011:0077 Viikmanni-Soodevahe, 65301:001:4413 Kesa, 65301:011:0084 Uus-Kristjani, 65301:011:0159 Väikemetsa, 65301:011:0150 Metsasauna, 65301:001:5889 Metsasauna, 65301:001:5890 Rabaotsa ja 65301:011:0143 Rabaotsa. Uuringualade pindala on kokku 36,47 ha. Kuna loetletud uuringuruumid külgnevad üksteisega, siis tehti geoloogiline uuring kõigis uuringuruumides ühiselt.

Töö eesmärgiks oli täpsustada uuringuruumides leviva maavaralasundi paksust, selle kvaliteeti ja kaevandamistingimusi detailsusega, mis lubaks hinnata maavara kogust aktiivse tarbevaruna, et hiljem taotleda sellele alale maavara kaevandamisluba.

Tööde käigus rajati uuringuruumi 5 puurauku sügavusega kuni 23,3 m. Turbalasundi paksust täpsustati 22 kuni 2,5 m sügavuse sondeerimispunktiga.

Uuringuruumi kasulik kiht on esindatud Ordoviitsiumi ladestu Viivikonna, Kõrgekalda, Vão, Kandle, Loobu ja 0,5 m paksuselt Toila kihistu lubjakividega,

Töö tulemusena arvutati varu 37,12 ha pindalal. Kooskõlastatult maaomanikuga moodustati varuplokk osaliselt väljapoole uuringuruumi teenindusala piire. Sõltuvalt kivimi kvaliteedist eraldati vertikaalses läbilõikes 2 plokki: täitelubjakivi läbilõike ülaosas Viivikonna ja Kõrgekalda kihistute mahus (plokk 57) ja kõrgemargiline ehituslubjakivi selle all (plokk 58) Vão, Kandle, Loobu ja 0,5 m paksuselt Toila kihistu mahus.

Ploki 57 lubjakivist valmistatud killustiku purunemiskindlus Los Angelese katsel on keskmiselt LA 33, vastates LA kategooriale 35 ja külmakindlus keskmiselt 5,6%, vastates külmakindluskategooriale F. Ploki kasuliku kihi keskmine paksus on 7,5 m ja kattekihi keskmine paksus 2,8 m.

Ploki 58 lubjakivist valmistatud killustiku purunemiskindlus Los Angelese katsel on keskmiselt LA 26, vastates LA kategooriale 30 ja külmakindlus keskmiselt 1,5%, vastates külmakindluskategooriale F₂. Ploki kasuliku kihi keskmine paksus on 10,7 m.

Veetase jääb maapinnast keskmiselt 1,5 m sügavusele. Kogu lubjakivivaru on veealune.

Maa-ametile esitatakse kinnitamiseks täiendavalt Vão lubjakivimaardla varu järgmiselt (seisuga 01.07.2024):

- täitelubjakivi aktiivset tarbevaru 37,12 ha pindalal 2789 tuh m³ (plokk 57, kogumahus veealune);
- kõrgemargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 37,12 ha pindalal 3972 tuh m³ (plokk 58, ploki 57 lamamis, kogumahus veealune).

Käesoleva töö tulemusel täpsustus kvaternaarisetete paksus ka olemasoleval Vão VIII lubjakivikarjääri mäeeraldisel – tegelik paksus on suurem kui hinnati 2020. a uuringus ning samas on selle võrra suurem täitelubjakivi maht plokis 42. Sellega seoses tehakse

ettepanek muuta plokki 42 täitelubjakivi algset mahtu ja kinnitada seisuga 01.10.2020 plokki 42 täitelubjakivi varu 1162 tuh m³. Katendi maht on 365 tuh m³.

11. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Adamson, A., Hints, H., Komendant, M., Kruus, V., 1997. Taotlus Vão lubjakivimaardla ehituslubjakivi täiendava varu kinnitamiseks Vão karjääri lõunaserva ja Kohtla-Järve-Tallinn gaasitrassi vahelisel alal. EGF 5692.
2. Adamson, A., Hints, H., Kruus, M., 1997. Taotlus Vão lubjakivimaardla ehituslubjakivi täiendava varu kinnitamiseks Vão ja Tondi-Vão karjääri lõunaserva ja Kohtla-Järve - Tallinn gaasitrassi vahelisel alal. EGF 5834.
3. Adamson, A., Kaisla, E., Hints, H., Komendant, M., Kruus, V., 1996. Taotlus Vão lubjakivimaardla ehituslubjakivi jääkvarude osaliseks ümberhindamiseks ja kinnitamiseks Vão karjääri piires seisuga 01.01.1994. EGF 5494.
4. Adamson, A., Reinsalu, E., Hints, H., Komendant, M., Kruus, V., 1994. Seletuskiri. Vão lubjakivimaardla lubjakivi jääkvarude arvutus ja Vão karjääriga külgnivate alade lubjakivi varu. EGF 4802.
5. Eik, E., 2018. Harjumaa Rae valla Soodevahe küla EVR-i laohoone ehitusgeoloogilise uuringu aruanne. AS Maves. EGF 34549.
6. Jürgenson, V., 2004. Aruanne Paekivitoodete Tehase Vão karjääri Aseri ja Kunda lademe lubjakivi varu arvutuse kohta. EGF 7596.
7. Jürgenson, V., Valling, V., 2010. Aruanne Vão maardla Paekivitoodete Tehase OÜ Vão karjääri teenindusmaa kirdes ning keskosas Aseri ja Kunda lademe lubjakivi varu arvutuse kohta (varu seisuga 01.10.2010). EGF 8263.
8. Kattai, V., 2004. Lagedi tee 14 kinnistu piiridesse jääva Vão lubjakivimaardla passiivse tarbevaru ümberkvalifitseerimise seletuskiri. EGF 7598.
9. Kattai, V., Malm, I., 2006. Vão lubjakivimaardla varu ploki nr 17 osalise ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 01.10.2006). EGF 7815.
10. Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrus nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”.
11. Keskkonnaministri 07.04.2017 määrus nr 12 “Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm”.
12. Korbut, S., Tammik, P., 2009. Aruanne Paekivitoodete Tehase OÜ Vão maardla põhjaosa Aseri ja Kunda lademe lubjakivi varu arvutuse kohta (varu seisuga 01.07.2009). EGF 8216.
13. Marandi, A., Osjamets, M., Polikarpus, M., Pärn, J., Raidla, V., Tarros, S., Vallner, L., 2019. Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine, koormusallikate hindamine ja

- hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine. Eesti Geoloogia-teenistus. EGF 9110.
14. Marandi, A., Karro, M., Osjamets, M., Polikarpus, M., Hunt, M., 2020. Eesti põhjaveekogumite seisund perioodil 2014-2019. Eesti Geoloogiateenistus. EGF 9416.
 15. Marinelli, F., Niccoli, W.L., 2000. Simple analytical equations for estimating groundwater inflow to a mine pit. *Ground Water*, 38 (2), 311 - 314.
 16. Niidas, A., Toomik, A., Uppin, M., Kukk, R., 2016. Harju maakonna Tallinna linna Vão lubjakivimaardla Tondi-Vão ja Tondi-Vão II lubjakivikarjääride kaevandamise lõpetamise ja korrastamisega kaasneva keskkonnamõju hindamise aruanne. OÜ Inseneribüroo STEIGER, töö nr 13/1211. Tallinn 2016.
 17. Remmel, P., 1964. Vão ehituslubjakivide maardlal (idaosas) 1963-1964. a. tehtud geoloogiliste uurimistööde aruanne. EGF 2228.
 18. Remmel, S., 1970. Aruanne 1969. – 70. a. geoloogilistest uurimistöödest Vão - II lubjakivimaardlal. EGF 3116.
 19. Riet, K., 1983. Baltikumi uue sadama välisvõrgud (Suur-Sõjamäe tn,-st kuni Leningradi mnt.-ni). ENSV Riiklik Ehituskomitee Riiklik Ehitusuuringute Instituut. MAEHG 18953.
 20. Rohtla, L., Kotenjov, R., 2012. Harju maakonna Vão lubjakivimaardla täiendava varu (plokkides 31 ja 32) arvele võtmise seletuskiri (varu seisuga 30.11.2012). Töö nr 12/1025. EGF 8455.
 21. Sidorova, I., 1956. Ehituskivi uuring Vão maardlas 1955. a. EGF 728.
 22. Tammekänd, M., 2008. Vão lubjakivimaardla passiivse tarbevaru ploki 16 varu osalise ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 01.11.2008). EGF 8035.
 23. Tammekänd, M., 2015. Vão lubjakivimaardla Vão V uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.10.2015.a). Töö nr 11/0733-2. EGF 8682.
 24. Tammekänd, M., Koger, A., 2016. Vão lubjakivimaardla Vão lubjakivikarjääri geoloogilise järeluuringu aruanne (varu seisuga 01.04.2016). Töö nr 16/1636. EGF 8733.
 25. Tammekänd, M., Koger, A., 2018. Vão lubjakivimaardla Vão lubjakivikarjääri jääkvaru osalise ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 31.12.2017). EGF 8897.
 26. Tammekänd, M., Mikkelsaar, K., Paat, K., 2020. Vão lubjakivimaardla Tondi-Vão lubjakivikarjääri jääkvaru arvutamise ja täiendava varu arvele võtmise seletuskiri (varu seisuga 01.04.2020). EGF 9384.
 27. Tammekänd, M., Paat, K., 2016. Harju maakonna Vão lubjakivimaardla täiendava maavaravaru (ploki 37) arvele võtmise seletuskiri (varu seisuga 01.08.2016). Töö nr 16/1704. EGF 8756.

28. Tammekänd, M., Paat, K., 2020. Vão lubjakivimaardlas täiendava maavaravaru (plokis 43 ja 44) arvele võtmise seletuskiri (varu seisuga 01.05.2020). EGF 9379.
29. Tammekänd, M., Paat, K., 2020. Vão lubjakivimaardla Lõuna-Vão II ja Tondi-Vão II uuringuruumide geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.11.2020). EGF 9451.
30. Tammekänd, M., Rannik, E., 2008. Vão lubjakivimaardla Ida-Vão uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.12.2008). EGF 8063.
31. Tammekänd, M., Tuuling, T., Paat, K., 2020. Vão lubjakivimaardla plokkide 3, 39, 40 ja 41 maavara kvaliteedi ja varu osalise ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 30.09.2020). EGF 9437.
32. Tammekänd, M., Uppin, M., 2017. Vão lubjakivimaardla Vão VII uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.09.2017). EGF 8833.
33. Toomik, A., Kukk, R., Kallaste, P., Uppin, M., 2016. Maavara kaevandamisega kaasneva keskkonnamõju eksperthinnang Vão V lubjakivikarjääris. OÜ Inseneribüroo STEIGER, töö nr 16/1641. Tallinn 2016.
34. Toonpere, P., 2024 Vão lubjakivimaardla Vão lubjakivikarjäärade korrastamise projekti keskkonnamõju hindamine. Aruande eelnõu 28.06.2017.
35. Tuuling, T., Uppin, M., 2020. Harju maakonna Vão lubjakivimaardla Vão VIII uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.07.2020). EGF 9396.
36. Vahtra, H., 2012. Vão lubjakivimaardla Tondi-Vão karjääri täiendav geoloogiline uuring (varu seisuga 01.04.2007). Töö nr 07/0217. EGF 8381,
37. Vahtra, H., 2016. Harju maakonna Vão lubjakivimaardla plokkide 31 ja 32 varu ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 30.11.2012). EGF 8722.
38. Vahtra, H., Paat, K., 2016. Vão lubjakivimaardlas täiendava maavaravaru arvele võtmise ning plokkide 42 ja 43 varu ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 01.10.2020). EGF 9421.
39. Valling, V., 2015. Vão lubjakivimaardla Vão VI uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 29.09.2015). Töö nr 15-020. EGF 8685.
40. Vallner, L., 2002. Eesti hüdroteoloogiline mudel. EGF 7477.