

OÜ Inseneribüroo STEIGER

**Karinu lubjakivimaardla
Karinu IV uuringuruumi
geoloogilise uuringu aruanne**
(varu seisuga 01.01.2019)

Töö nr 18/2349

Tallinn 2018

Kinnitan:

Erki Niitlaan
Juhatuse liige

Geoloogilise uuringu tegid:

Mairy Tammekänd
Geoloogiainsener
Diplomeeritud mäeinsener, tase 7
Maardlate uurimine, projekteerimine
(kutsetunnistus nr 116663)

Marge Uppin
Hüdrogeoloog
(Hüdrogeoloogiliste tööde
tegevusluba KHY000011)

Erki Vaguri
Mäeinsener
Diplomeeritud mäeinsener, tase 7
Maavarade pealmaakaevandamine ja
projekteerimine
(kutsetunnistus nr 127132)

Kaja Paat
Joonestaja

ANNOTATSIOON

Karinu lubjakivimaardla Karinu IV uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne
(varu seisuga 01.01.2019).

Aruanne ühes köites, teksti 34 lk, 16 tekstilisa, 3 graafilist lisa. OÜ Inseneribüroo STEIGER, aadress: Männiku tee 104, 11216 Tallinn, 2018.

Karinu IV uuringuruumi teenindusala pindalaga 56,39 ha asub Järva maakonnas Järva vallas Jalalõpe ja Karinu külade territooriumil jäädes riigile kuuluvatele Rava metskond 108 (katastritunnus 25501:001:0201), Karinu lubjakivikarjäär (25702:004:0550), Tūrje (25701:001:0284), Muru-Marguse (25702:002:0081) ning Rava metskond 432 (25701:001:0371) ning kagunurgast Karinu karjäär 3 (25701:001:0357) katastriüksustele. Uuringuruumi teenindusala kattub Karinu lubjakivimaardla ehituslubjakivi aktiivse reservvaru plokiga 5 ja ehituslubjakivi prognoosvaru plokiga 6. Uuringuruum piirneb kaguosas Karinu ja Karinu II lubjakivikarjääri mäeeraldistega (Jarm-042 ja KMIN-097), kattudes osaliselt nende teenindusmaadega.

Geoloogilise uuringu käigus rajati uuringuruumi 11 puurauku sügavusega 15,3 - 24,2 m. Puursüdamikest võeti 87 proovi lubjakivi lühendatud keemilise koostise analüüsiks. Varu arvutamiseks ja maavara kvaliteedi iseloomustamiseks kasutati lisaks varasemate geoloogiliste uuringute (1965., 1987. a puuraugud) andmeid.

Geoloogilise uuringu eesmärk oli hinnata kaevandamise perspektiivsust Karinu IV uuringuruumis täpsustades seal leiduva tehnoloogilise lubjakivi kogust, kasuliku kihi paksust, kvaliteeti ning kaevandamise tingimusi eesmärgiga taotleda hiljem antud alale kaevandamisluba. Kasuliku kihi kompleks on uuringuruumis esindatud Llandoveri ladestiku, Juuru lademe, Tamsalu kihistu, Karinu ja Tammiku kihistike lubjakiviga. Katendi paksus varu arvutamise ruumis lähteandmetest projekteeritud mudeli põhjal on keskmiselt 5,3 m, millest Raikküla lademe kaljukatend moodustab keskmiselt 1,4 m. Tehnoloogilise lubjakivi kihi paksus on keskmiselt 5,5 m, mille lamamis ehituslubjakivi paksus keskmiselt 5,5 m.

Uuringu tulemusena hinnati 01.01.2019. a seisuga veepealset lubjakivi varu kokku 44,03 ha pindalal 4771 tuh m³, mis esitatakse kinnitamiseks järgmiste varuplokkide, -koguste ja pindaladega:

- tehnoloogilise lubjakivi aktiivne tarbevaru plokis 26 (pindala 14,06 ha) 685 tuh m³;
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne reservvaru plokis 29 (pindala 14,06 ha, ploki 26 aT lamamis) 850 tuh m³;
- tehnoloogilise lubjakivi aktiivne tarbevaru plokis 27 (pindala 8,45 ha) 355 tuh m³;
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne reservvaru plokis 30 (pindala 8,45 ha, ploki 27 aT lamamis) 615 tuh m³;
- tehnoloogilise lubjakivi aktiivne tarbevaru plokis 28 (pindala 21,52 ha) 1608 tuh m³;
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne reservvaru plokis 31 (pindala 21,52 ha, ploki 28 aT lamamis) 658 tuh m³.

Võtmesõnad: geoloogiline uuring, Järva maakond, Järva vald, Karinu lubjakivimaardla, Karinu IV uuringuruum, tehnoloogiline lubjakivi, ehituslubjakivi, Raikküla lade, Juuru lade, Tamsalu kihistu, Karinu kihistik, Tammiku kihistik, Varbola kihistu, aktiivne tarbevaru, aktiivne reservvaru.

Koostas:

Mairy Tammekänd

SISUKORD

| | |
|--|-----------|
| 1. SISSEJUHATUS..... | 7 |
| 2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS | 8 |
| 3. VARASEM GEOLOOGILINE UURITUS..... | 12 |
| 4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT | 14 |
| 4.1 Uuringumetoodika | 14 |
| 4.2 Puurimistööd..... | 14 |
| 4.3 Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd | 15 |
| 4.4 Hüdrogeoloogilised ja geofüüsikalised tööd | 15 |
| 4.5 Topograafilised tööd..... | 15 |
| 4.6 Kameraaltööd..... | 16 |
| 5. GEOLOOGILINE EHITUS | 17 |
| 6. MAAVARA KVALITEET | 21 |
| 6.1 Tehnoloogilise lubjakivi kvaliteet plokis 26 aT | 22 |
| 6.2 Tehnoloogilise lubjakivi kvaliteet plokis 27 aT | 22 |
| 6.3 Tehnoloogilise lubjakivi kvaliteet plokis 28 aT | 23 |
| 7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED..... | 24 |
| 8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED..... | 28 |
| 9. VARU ARVUTUS..... | 30 |
| 9.1 Plokk 26 aT ja 29 aR varu arvutus | 30 |
| 9.2 Plokk 27 aT ja 30 aR varu arvutus | 32 |
| 9.3 Plokk 28 aT ja 31 aR varu arvutus | 33 |
| 9.4 Muudatused keskkonnaregistri maardlate nimistu registrikaardis nr 17 | 35 |
| 10. KOKKUVÕTE..... | 36 |
| 11. KASUTATUD KIRJANDUS..... | 37 |

GRAAFILISED LISAD

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan. Mõõtkava 1 : 2000
2. Geoloogilised läbilõiked I - I'... III - III'. Mõõtkava hor. 1 : 2000, vert. 1 : 100
3. Geoloogilised läbilõiked IV - IV'... V - V'. Mõõtkava hor. 1 : 2000, vert. 1 : 100

TEKSTILISAD

1. Tellimiskiri
2. Uuringuluba Jarm-046
3. Puuraukude kataloog
4. Lubjakivi keemilise koostise lühendatud analüüsi tulemused
5. Piiripunktide koordinaadid ja pindala
6. Puuraukude geoloogilised kirjeldused ja puursüdamiku fotod
7. Lubjakivi keemilise koostise katseprotokollid (Eesti Geoloogiateenistus)
8. Puuraukude likvideerimise akt
9. Topograafilise mõõdistamise seletuskiri
10. Järva-Jaani vallavalitsuse 11.11.2015. a kiri nr 9-4.6/884
11. Puurauk 7/18 registreering
12. RMK kooskõlastus
13. Varu arvutuse tulemused
14. Nõusolek Põlluääre kinnistul varu kinnitamiseks
15. Järva vallavalitsuse 14.12.2018. a kiri nr 6-4/2018/3796-2
16. Tellija arvamus tehtud tööde kohta

1. SISSEJUHATUS

Karinu lubjakivimaardla (registrikaart nr 0017) Karinu IV uuringuruumi geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER AS-i Nordkalk tellimusel (lisa 1) geoloogilise uuringu loa Jarm-046 alusel (lisa 2).

Nordkalk'i korporatsioon on Põhja-Euroopa juhtiv kõrge kvaliteediga lubjakivitoodete tootja, mille toodangut kasutatakse peamiselt paberi-, metalli- ja ehitusmaterjalide tööstuses ning lisaks ka keskkonnakaitstes ja põllumajanduses. Eestis tegutseb Nordkalk AS alates 1996. aastast. Ettevõttele kuulub mitmeid lubja- ja dolokivikarjääre üle Eesti. Lääne-Viru maakonnas, Rakkes, paikneb ettevõtte lubjatehas. Tehase toormega varustamiseks omab Nordkalk AS piirkonnas Karinu lubjakivimaardlas kolme mäeeraldist Karinu lubjakivikarjäär (Jarm-042), Karinu II lubjakivikarjäär (KMIN-097), Karinu III lubjakivikarjäär (L.MK/332246), milledest kaevandatakse peamiselt tehnoloogilist lubjakivi.

Seisuga 30.09.2018 on Karinu lubjakivimaardlas 133,29 ha arvel 1942,725 tuh m³ tehnoloogilise lubjakivi ja 1042,327 tuh m³ ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru. Vastavalt Karinu, Karinu II ja Karinu III kaevandamislubadele peab keskmine aastane kaevandamismaht olema ~200 tuh m³, kindlustamaks tootmiseks vajaliku toorme olemasolu. Sellest tulenevalt soovib arendaja uurida täiendavaid võimalusi piirkonna tehnoloogilise lubjakivi varude maksimaalseks kasutamiseks. Nii geoloogilised kui ka maakasutuslikud eeldused on tööde laiendamiseks mäeeraldistest põhja suunas Karinu IV uuringuruumis. Kaevandamisala laienemine lõuna suunas on piiratud ~500 m kaugusel asuva Karinu küla tõttu.

Geoloogilise uuringu eesmärk on täpsustada uuringuruumis Llandoverý ladestiku Juuru lademe Tamsalu kihistu lubjakivi levikut, kvaliteeti ja kogust ning hinnata lubjakivi sobivust lubja tootmiseks. Kuna oli teada, et tehnoloogilise lubjakivi levik võib olla piiratud uuringuruumi lääneosas kvaternaarisetete suure paksuse ja kasuliku kihi peal lasuva Raikküla lademe tõttu, siis oli ühtlasi uuringu eesmärgiks fikseerida Raikküla lademe levikujoon kasuliku kihi lasumis. Sealhulgas täpsustada kvaternaarisetete ja Raikküla lademe paksust ning arvutada tehnoloogilise lubjakivi kogus tarbevaru tasemel, et oleks võimalik taotleda alale maavara kaevandamise luba lubjakivi kaevandamiseks. Täiendava varu arvele võtmisega keskkonnaregistris Karinu maardla koosseisus soovitakse tagada maardla maksimaalne ressursikasutus keskkonnamuutust oluliselt suurendamata.

Välitööde käigus puuriti südamikpuurimise meetodil uuringuruumi teenindusalale 11 puurauku. Puurimistööd tegi OÜ Salveesia. Hüdrogeoloogilistest töödest mõõdeti põhjavee tasemed puuraukudes ning teostati neljas puuraugus katsepumpamine. Puursüdamikud kirjeldati ja fotografeeriti, võeti proovid lubjakivi keemilise koostise määramiseks. Lubjakivi keemiline koostis määrati Eesti Geoloogiateenistuse laboratooriumis. Ala topograafilised tööd mõõtkavas 1 : 2000 tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER. Uurimistöid juhtis, kameraaltööd tegi ning aruande koostas geoloogiainsener Mairi Tammekänd. Ala hüdrogeoloogilise hinnangu koostas ja vee juurdevoolu arvutused eeldatava veetaseme alanduse juures tegi hüdrogeoloog Marge Uppin. Uuringuruumi topograafilise plaani koostas joonestaja Kaja Paat.

2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS

Karinu IV uuringuruumi teenindusala pindalaga 56,39 ha asub Järva maakonnas Järva vallas Jalalõpe ja Karinu külade territooriumil jäädes riigile kuuluvatele Rava metskond 108 (katastritunnus 25501:001:0201), Karinu lubjakivikarjäär (25702:004:0550), Türje (25701:001:0284), Muru-Marguse (25702:002:0081) ning Rava metskond 432 (25701:001:0371) ning kagunurgast Karinu karjäär 3 (25701:001:0357) ja Karinu karjäär 4 (25501:001:0202) katastriüksustele. Uuringuruumi teenindusala keskosast on välja jäetud eraomandisse jääv Põlluääre kinnistu (25701:001:0286).

Uuringuruumi teenindusala kattub Karinu lubjakivimaardla ehituslubjakivi aktiivse reservvaru plokiga 5 ja ehituslubjakivi prognoosvaruga. Uuringuruum piirneb kaguosas vahetult Karinu ja Karinu II lubjakivikarjääri mäeeraldistega (Jarm-042 ja KMIN-097), kattudes osaliselt nimetatutest esimese teenindusmaaga. Uuringuruumist ~50 m kaugusel lõunas asub Karinu III lubjakivikarjäär (L.MK/332246).

Karinu IV uuringuruumi katab osaliselt segamets ning osaliselt on tegemist põllu- maaga (Fotod 2.1 - 2.4). Maapinna reljeef on tõusuga lääne suunas jäädes absoluut- kõrguste 100 - 108 m vahemikku.



Foto 2.1. Vaade Uudismaa metsatee lõpuosast Karinu IV uuringuruumi põhjapoolsele osale. N 59°3'23''; E 25°56'9''; Foto: M. Tammekänd, 16.04.2018. a.

Uuringuruumi teenindusala lääneosas kulgeb avalikus kasutuses olev era- ja metsatee Uudismaa (nr 2570201), millele oli varasemalt määratud mõlemal pool sõiduraja telge 20 m laiune kaitsevöönd (lisa 10). Vastavalt Järva vallavalitsuse 14.12.2018. a kirjale nr 6-4/2018/3796-2 toimub tee väljaarvamine avalikust kasutamisest 2019.a jooksul (lisa 15). Uuringuruumist idas kulgeb avalikus kasutuses olev Türje-Karinu tee nr 7870072 ning uuringuruumi põhjaosas Tooma tee nr 7872120. Uuringuruumist ~2,5 km kaugusele kagusse jääb Karinu küla keskus ja ~3,5 km kaugusele edelasse Järva-Jaani alev. Lähimad majapidamised asuvad uuringuruumi piirist 150 - 350 m kaugusel loodes ning 350 m kaugusel kirde suunas.

Uuringuruumi idaosas on registreeritud võõrliigi Sosnovski karuputke (*Heracleum sosnowskyi*) esinemine ~0,9 ha pindalal. Uuringuruumi teenindusala jääb täies ulatuses Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundlikule alale (keskkonnaregistri kood LTA1000001). Nitraaditundliku ala olemasolu ei põhjusta kaevandamisele olulisi lisapiiranguid. Vaatamata sellele arvestatakse tegevuse käigus kaitsmata või halvasti kaitstud põhjavee olemasoluga.



Foto 2.2. Vaade Uudismaa tee lõpuosast Karinu IV uuringuruumi põhjapoolsele osale puurauk 1/18 suunas. Puurauk jääb metsaserva, otse mäest alla.
N 59°3'24''; E 25°56'8''; Foto: M. Tammekänd, 16.01.2018. a.

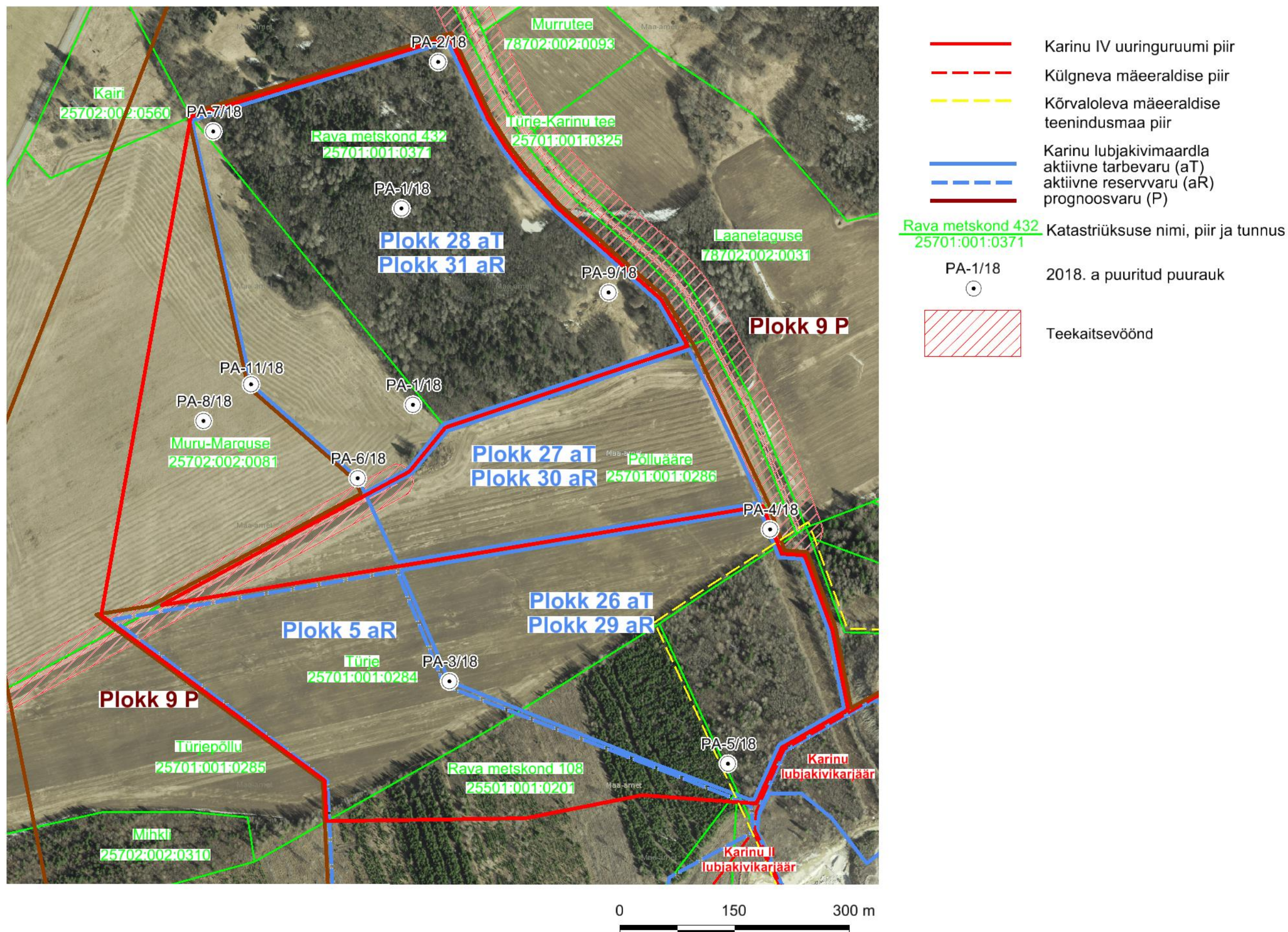


Foto 2.3. Vaade Tooma tee lõpuosast Karinu IV uuringuruumi põhjanurka puurauk 2/18 suunas. N 59°3'42''; E 25°56'17''; Foto: M. Tammekänd, 16.01.2018. a



Foto 2.3. Vaade Karinu IV uuringuruumi kirdenurgast. N 59°3'39''; E 25°55'54'';
Foto: M. Tammekänd, 16.04.2018. a

Ala paikneb 1 : 50 000 Eesti baaskaardi lehel number 6413. Uuringuruumi keskosa geograafilised koordinaadid on 59°3'28" pl ja 25°56'5" ip.



Joonis 2.1 Karinu IV uuringuruum ja selles moodustatud varuplokid 26/29, 28/31 ning väljapoole uuringuruumi moodustatud plokid 27/30. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti WMS rakendust.

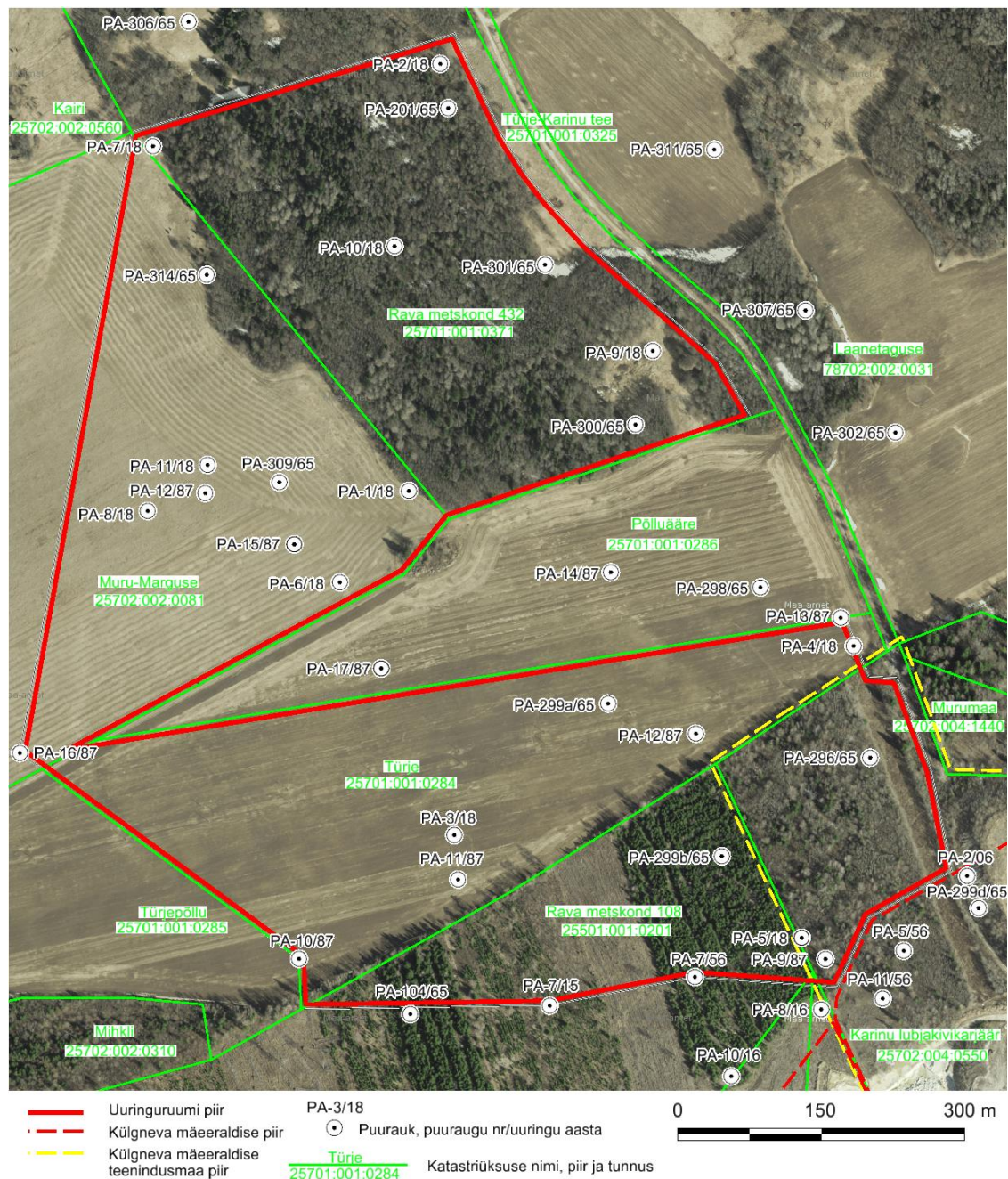
3. VARASEM GEOLOOGILINE UURITUS

Karinu lubjakivimaardlas on tehtud erinevatel eesmärkidel uuringuid ja jääkvaru arvutusi kümnel korral:

- Karinu lubjakivimaardla geoloogilise uuringu aruanne (I. Sidorova, vene k, 1957);
- Aruanne väikese Mg-sisaldusega lubjakivide otsimis- ja eelluuretoode tulemuste kohta Paide rajoonis Järva-Jaani alevi ümbruses 1965. - 1966. a. (K. Tallinn, 1968);
- Aruanne lubja tootmiseks kõlblike lubjakivide detailsete uuringute tulemuste kohta Võhmata, Metsla, Aavere ja Karinu maardlatel 1971 - 1973. a. (K. Tallinn, 1974);
- Aruanne magneesiumivaeste lubjakivide eeluuringutest lõuna pool Karinu karjääri 1977. a (T. Lodjak, 1978);
- Aruanne ehituslubjakivi otsingutöödest Paide rajoonis Karinu maardlas. (K. Tallinn, vene k, 1989);
- Karinu lubjakivikarjääri jääkvaru arvutus (R. Mitnits, 1994);
- Järvamaa Karinu lubjakivimaardla Nordkalk AS mäeeraldise jääkvaru geoloogiline uuring (varu seisuga 02.11.2006) (S. Korbut, R. Peikre, 2007);
- Aruanne Karinu lubjakivimaardla Karinu karjääri jääkvaru koguse ja kvaliteedi kohta (varu seisuga 30.09.2013) (M. Kuk, 2013);
- Karinu lubjakivimaardla Karinu III uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.03.2016). (M. Tammekänd ja M. Uppin, 2016);
- Karinu lubjakivimaardla Karinu III uuringuruumi geoloogilise järeluuringu aruanne (varu seisuga 01.08.2017). (M. Tammekänd, M. Uppin ja K. Paat, 2017).

Karinu IV uuringuruumi ja vahetult selle lähedusse on puuritud puurauke kahe uuringu raames: 1968. a uuring (puuraugud puuriti 1965 - 66. aastal) ja 1989. a uuring (puuraugud puuriti 1987. a). Samuti jäävad mõned 2016. a ja 2017. a uuringu puuraugud lähedusse (Joonis 3.1). Nimetatud uuringute puuraukude andmeid on kasutatud käesolevas töös valikuliselt nii maavara leviku kui ka selle kvaliteedi hindamisel ja varu arvutamisel. Kuna vanade andmete sidumistäpsus tänase süsteemiga on ebapiisav, siis töös on kasutatud vaid nende puuraukude andmeid, kus katendi ja aluspõhja geoloogiliste lademetega paksused langevad kokku 2018. a puurimisandmetega (graafiline lisa 1).

Karinu IV uuringuruumis hinnatav lubjakivivaru esitatakse registrisse kandmiseks Karinu lubjakivimaardla koosseisu. Keskkonnaregistri maardlate nimistu põhjal on seisuga 30.09.2018. a Karinu lubjakivimaardlas (133,29 ha) arvel tehnoloogilise lubjakivi aktiivset tarbevaru 142,725 tuhat m³ ja passiivset tarbevaru 56 tuhat m³ ning ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 1042,327 tuhat m³ ja ehituslubjakivi aktiivset reservvaru 3442 tuhat m³.



Joonis 3.1 Karin IV uuringuruumi jäävate varasemate geoloogiliste uuringute puuraugude paiknemine. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti WMS rakendust.

4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT

4.1 Uuringumetoodika

Asukoha suhtes ja pindalaliselt valis Karinu IV uuringuruumi piirid geoloogilise uuringu tellija. Uuringuruumi teenindusala keskosast jäeti välja eraomandisse jääv Põlluääre kinnistu. Uuringu sügavuse valikul arvestati maardla kasuliku kihi (Tamsalu lade) leviku sügavust, kasuliku kihi paksust varasemate puuraukude andmete põhjal ning võimalikku katendi (sh kaljukatendi) paksuse suurenemist uuringuruumi lääneosas Raikküla lademe tõttu.

Välitööde planeerimisel oli eesmärk rajada puuraugud Tamsalu kihistu lamamini (Varbola kihistuni) või 25 m sügavuseni (vastavalt uuringuloas märgitud maksimaalse sügavuseni). Kuna oli teada, et uuringuruumi lääneosas maapinna reljeef tõuseb kvaternaarisetete paksuse suurenemise ja Raikküla lademe peale tuleku tõttu, siis puurtööd tehti kahes etapis. Esimese etapi eesmärk oli selgitada kasuliku kihi levikut ja kvaliteeti üldisemalt uuringuruumis ning fikseerida Raikküla lademe levikujoon Karinu IV uuringuruumi lääneosas Tamsalu kihistu lasumis, arvestades tellija poolt etteantud piirväärtusi nii katendi kui ka Raikküla lademe paksuse osas. Tellija poolseks tingimuseks oli, et kui kasuliku kihi lasumis esineb Raikküla lademe lubjakivi paksusega kuni 3,0 m ja kvaternaarisetete paksus ületab 8 m, siis katkestatakse puurimine, likvideeritakse puurauk ning liigutakse puuragregaadiga ~20 m uuringuruumis ida suunas, kuhu tehakse uus puurauk (duubelpuurauk). Välitööde teises etapis tihendati uuringuvõrku uuringuruumi perspektiivsemas osas, st kus katend oli etteantud piirväärtusest väiksem ja kasuliku kihi paksus ning kvaliteet tellija nõuetele vastav.

Uuringuvõrgu moodustamisel lähtuti aktiivse tarbevaru kinnitamise nõuetest: soovitatav uuringupunktide vahekaugus kuni 400 m. Uuringuvõrku arvestati ka varasemate geoloogiliste uuringute puuraugud, mille andmeid sai antud töös kasutada kasuliku kihi paksuse ja kvaliteedi hindamisel. Kuigi varasemate uuringute puurauke jääb uuringuruumi piisavalt, ei olnud võimalik varu hinnata vaid nende andmete põhjal, kuna kohati on nende puuraukude asukohad ebatäpsed. Seega kasutati uuringus vaid nende varasemate puuraukude andmeid (nii kihtide paksuste kui ka kvaliteedi osas), mille andmed langevad kokku või on lähedased 2018. a puurimisandmetega.

4.2 Puurimistööd

Puurimistööd teostas OÜ Salveesia. Puuraugud rajati kahes etapis ajavahemikul 23.01 - 30.04.2018 puurpingiga URB-2a-2 südamikpuurimise meetodil. Puurotsiku jahutamiseks ja puurtolmu väljatoomiseks kasutati õhku. Kattekiht isoleeriti manteltorudega. Puuriti 11 puurauku sügavusega 15,3 - 24,2 m, üldmahuga 208,2 m. Kõikide puuraukudega avati Juuru lademe Varbola kihistu kivimid. Puuraukude algdiaameeter oli Ø 127 mm, kasuliku kihi läbimisel Ø 112 mm. Puurimistöödel oli puursüdamiku saagis Raikküla lademe lubjakivis keskmiselt 30%, Tamsalu lademes 81% ja Varbola kihistus 45%.

Puuraugud likvideeriti lõplikult 05.12.2018. a pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist, proovide võtmist ja hüdrogeoloogiliste tööde tegemist. Puuraukudest eemaldati manteltorud ja täideti vettandva osa ulatuses killustiku sõelmetega. Veepealne osa

täideti kaljuses kivimis ehitusbetooniga, purdsetete osas killustiku sõelmetega. Puuraugu ülemine osa täideti mullakihi paksuses mullaga. Materjal tihendati puuraugus puuragregaadi hüdraulika abil kasutades puurvardaid. Maapind tasandati, korrastati ning taastati uuringueelne seisund, koostati puuraukude likvideerimise akt (lisa 8). Puurauk 7/18 jäetakse avatuks, eesmärgiga jälgida puuraugus põhjavee taset. Puurauk registreeritakse Ehitusregistris ning hüdroteoloogilise uuringu puurauguna Keskkonnaregistris (lisa 11). Puurauk kaanetati spetsiaalse metallist sulguriga ja selle avatuks jätmise ja registrisse kandmise kohta saadi kooskõlastus Riigimetsa Majandamise Keskuselt (lisa 12).

4.3 Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd

Saadud puursüdamikud kirjeldati puursüdamiku tulbas, tulba lõhki löödud värskes murdepinnas ja horisontaalsetel kihipindadel. Kirjeldati kivimi värvust, struktuuri, ja kihilisust, puursüdamikud fotografeeriti (lisa 6). Kõik puuraugud prooviti Juuru lademe Tamsalu kihistu, osaliselt Varbola kihistu ja Raikküla lademe Järva-Jaani kihistu osas.

Lubjakivi keemilise koostise määramiseks saeti puursüdamikust piki puursüdamikku ~1/4 osa. Võetud proovid edastati Eesti Geoloogiateenistuse laboratooriumisse, kus need peenendati ja vähendati kvarteerimisega vastavalt nõuetele. Kokku võeti vastavalt litoloogilisele läbilõikele lubjakivi lühendatud keemiliseks analüüsiks 87 proovi, proovimisintervallidega 0,6 - 6,4 m, keskmiselt 1,6 m. Maksimaalne proovipikkus oli Raikküla lademes. Kasuliku kihi proovimisintervall oli valdavalt 1,2 - 1,5 m. Lubjakivi keemilise koostise lühendatud analüüsil määrati CaO, MgO, lahustumatu jääk ning Fe₂O₃. Laboratoorsed protokollid on toodud aruande lisa 7.

4.4 Hüdroteoloogilised ja geofüüsikalised tööd

Hüdroteoloogilised tööd seisnesid veetasemete mõõtmises rajatud puuraukudes. Põhjavee juurdevoolu hindamiseks tulevikus rajatavasse karjääri tehti katsepumpamine neljas puuraugus (1/18, 2/18, 7/18, 9/18). Katsepumpamised tehti 05.09.2018. a ja 25.10. 2018. a pumbaga Grundfos SQ 7-40. Uuringuruumi hüdroteoloogilisi tingimusi on kirjeldatud peatükis 7.

Geofüüsikalistest töödest tegid AS Nordkalk Soome geoloogid raadio magnetotelluriidilise mõõtmise (RMT) 25 - 29.06.2018. a uuringuruumis kolmel profiilil kokku 120 punktis. Meetod seisneb pinnase elektrilise eritakistuse muutuste mõõtmises loodusliku elektromagnetvälja variatsioonide abil. Töö eesmärk oli selgitada meetodi efektiivsust erinevate lubjakivikihtide eristamisel (savikus, lõhed), selgitada piirkonna üldist geoloogiat ja täpsustada võimalikku lubjakivide karstumist uuringuruumi loodeosas (Huitti, 2018). Käesolevas aruandes nimetatud uuringul pikemalt ei peatuta.

4.5 Topograafilised tööd

Topograafilise mõõdistuse tegi 2018. a novembris ja detsembris OÜ Inseneribüroo STEIGER, uuringuruumi teenindusala osalisel (varu arvutuse ala) pindalal ja lisaks uuringuruumi keskel paikneval eramaal Põlluääre kinnistul. Selle alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000. Mõõdistamine tehti reaalaajas kinemaatilise GPS positsioneerimisega, seadmega Trimble R8-2 GNSS. Mõõdistamise alusena

kasutati OÜ Geosoft VRS NOW baasjaamade võrku. Mõõdistamine tehti L-Est 97 koordinaatide süsteemis, kõrgused arvutati Euroopa kõrgussüsteemis.

Plaan koostati ja varu arvutuse pindalad määrati nurgapunktkoordinaatide alusel programmiga Bentley PowerCivil V8i (litsents: 70000661800020). Varu arvutamiseks kasutati nimetatud programmi. Täpsemad andmed topograafilise mõõdistuse kohta on esitatud topograafilise mõõdistamise seletuskirjas (lisa 9).

4.6 Kameraaltööd

Kameraaltööde käigus töödeldi läbi käesoleva uuringu välitöödel saadud materjal ja laboriuuringute andmed (lisa 3, 4). Sealhulgas analüüsiti varasemate (valdavalt 1968. ja 1989. a uuringu) geoloogiliste uuringute tulemusi.

Alates 01.01.2017. a hakkas kehtima uus Maapõueseadus (MaaPS). Kuna antud seaduse määrus, mis käsitleb geoloogilise uuringu korda ja nõudeid, ei ole seisuga 01.12.2018. a veel ilmunud, siis kasutatakse käesolevas töös kuni 31.12.2016. a kehtinud keskkonnaministri 26.05.2005. a nr 44 määruse „Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord“ nõudeid, mille järgi karbonaatkivimite suhtes tarbevaru määramisel peab uuringupunktide (puuraukude) vahekaugus sõltuvalt lasundi siseehitusest olema 50 - 400 m ning puursüdamiku väljatulek puuraugust peab olema vähemalt 80% uuritava kihi paksusest. Karbonaatkivimit käsitletakse tehnoloogilise lubjakivina, kui selle CaO sisaldus on üle 50 % ning lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus mitte üle 10 %.

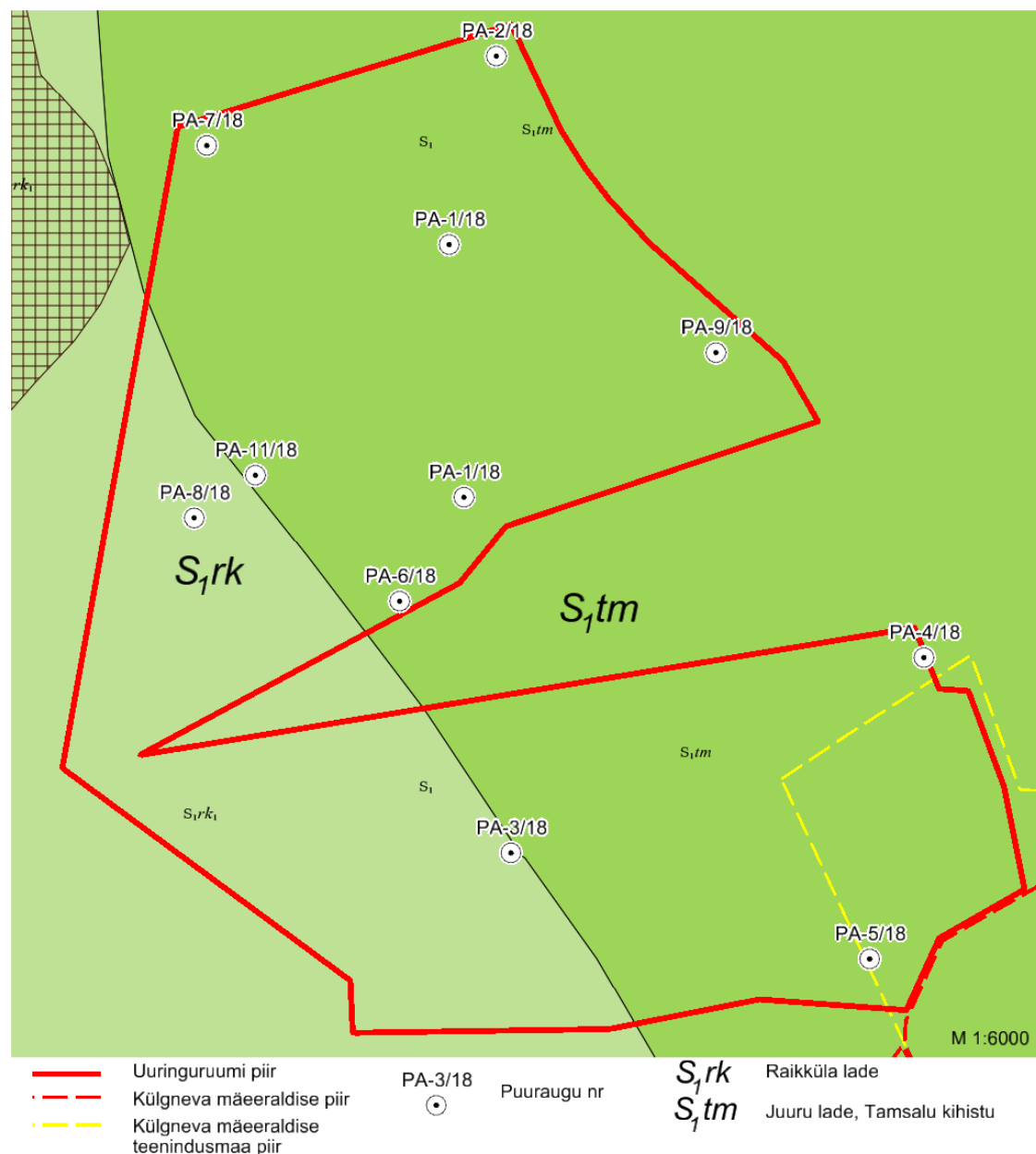
4.7 Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale

Geoloogilised välitööd (südamikpuurimine, katsepumpamine) tehti spetsiaalselt selleks ettenähtud tehniliselt korras agregaatide ja instrumentidega. Puuraugud läbiti puurpingiga URB-2a-2 südamikpuurimise meetodil. Kütuse ega õli mahajooksu ei olnud. Veetasemed mõõdeti puuraukudes veemõõdusondiga. Hüdrogeoloogilise katsepumpamisega ei kaasnenud pikaajalist vee välja pumpamist, mistõttu põhjavee tase ei alanenud. Puurimistööde ajal võis lühiajaliselt esineda rajatava puuraugu läheduses vee hõgustumist puurimisel purustatud lubjakivi osakeste tõttu. Samasugune mõju esineb ka näiteks veevarustuseks ettenähtud puurkaevude rajamisel. Puurtööd toimusid lühiajaliselt ja pärast puurtöid kõik (välja arvatud üks puurauk, vt peatükk 4.2) uuringu puuraugud likvideeriti nõuetekohaselt ning taastati uuringueelne olukord. Seega puuraukude rajamine ei mõjutanu piirkonna põhjavee taset ega kvaliteeti.

Puuragregaat, geoloog ja abilised liikusid geoloogilise uuringu punktide vahel mööda olemasolevaid teid ja sihte. Kokkuvõttes võib öelda, et geoloogiliste, hüdrogeoloogiliste ja muude töödega ei muudetud ega rikunud keskkonnatingimusi.

5. GEOLOOGILINE EHITUS

Karinu lubjakivimaardla kasuliku kihi moodustab Juuru lademe Tamsalu kihistu, mis on esindatud Karinu ja Tammiku kihistikega. Tamsalu kihistu lasumis on maardla lääneosas esindatud kohati Raikküla lademe Nurmekunna kihistu Järva-Jaani kihistiku lubjakivid (Joonis 5.1). Lamamiks on Varbola kihistu savikad muguljad lubjakivid.



Joonis 5.1 Tamsalu ja Raikküla lademe avamusala Karinu IV uuringuruumis. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti WMS rakendust

Järgnevalt kirjeldatakse lühidalt Karinu IV uuringuruumi geoloogilist ehitust lademetega kaupa läbilõikes ültalt alla.

Karinu IV uuringuruumis on aluspõhjalised kivimid kaetud kvaternaarisetetega, mille paksus on muutlik, ulatudes uuringuruumi kesk- ja lääneosas 8-meetrini. Valdava osa katendist moodustab kollakaspruun liivsavimoreen karbonaatse kruusa veeriste ja lubjakivi lahmakatega. Liivsavimoreenis esinevad aluspõhjast lahti murtud ja moreeniga segipaisatud Raikküla lademe paelahmakad. Kvaternaarisetete keskmine paksus 2018. a ja varasemate puuraukude andmete põhjal on uuringuruumis 4,3 m.

Raikküla lademe (Nurmekunna kihistu, Järva-Jaani kihistik S_{1nrJr}) lubjakivi on avatud 2018. a puuraukudes 3/18, 6/18, 8/18, 11/18 (Foto 5.1). Lubjakivi on kollakashall, pruunika varjundiga savikas, nõrgalt poorne peenekristalliline arvukate punaste pesade, ebakorrapärase moodustiste ja looklevate vahekihtidega. Kui osades puuraukudes esineb Raikküla lademe kivim terviklikuna kogu ulatuses, siis osades puuraukudes on lubjakivi ühtlane vaid intervalliti, olles kulutatud, porsunud, esinedes kihiti saviliivmoreeniga. Raikküla lade levib vaid uuringuruumi lääneosas ulatudes seal kohati 8 m paksuseni, suidudes välja uuringuruumi idaosas. Lademe keskmine paksus puuraukude põhjal on uuringuruumis 1,7 m. Kuna puursüdamiku väljatulek Järva-Jaani kihistiku osas oli vaid 30%, lubjakivi oli purunenud ning lõheline ja selle kvaliteedinäitajad samuti madalad, siis ei saa vaadelda siin piirkonnas Raikküla lademe lubjakivi kui kasulikku maavara, vaid käsitletakse seda kui kaljukatendit.



Foto 5.1 Raikküla lademe lubjakivi puuraugus 6/18

Karinu kihistik (S_{1tmK}) moodustab Tamsalu kihistu ülemise osa ja see on esindatud hallikaspruuni, kollase või helehalli poolafaniitse lubjakiviga (Foto 5.2). Kohati on kivim dolomiidistunud, mille üheks põhjuseks on tektoonilised rikked ja sellega kaasnenud karstumine. Kivimis esinevad arvukad violetse, roheka ja kollaka mergliga kaetud stüloliitpinnad ja õhukesed lainjad vahekihid ning stromatopoorid. Kohati on kivim kavernoosne. Puursüdamiku väljatulek oli kihistikus 2018. a puurimisandmete põhjal keskmiselt 81%. Kihistiku keskmine paksus puuraukude põhjal on uuringuruumis 1,8 m.



Foto 5.2 Juuru lademe, Tamsalu kihistu, Karinu kihistiku lubjakivi puuraugus 10/18.

Tammiku kihistik (S_{1tmT}) moodustab alumise osa Tamsalu kihistust, kus kivim on esindatud biomorfse jämedetriitse pentameriidlubjakiviga, mis võib koosneda kuni 70% ulatuses käsijalgse *Borealis borealise* kokku kuhjatud kodadest ja peene- või keskmisekristalsest kaltsiidist savika komponendi sisaldusega (Foto 5.3). Kihistik on intervalliti, eriti just alumises osas vähemal või rohkemal määral dolomiidistunud. Seda ilmestab kivimi värvumine rohekashalliks (Foto 5.4) ja lillakas, punakaks (Foto 5.5). Esinevad selged suturejooned. Tammiku kihistiku keskmine paksus puuraukude põhjal on uuringuruumis 8,1 m.



Foto 5.3 Juuru lademe, Tamsalu kihistu, Tammiku kihistiku lubjakivi puuraugus 2/18.

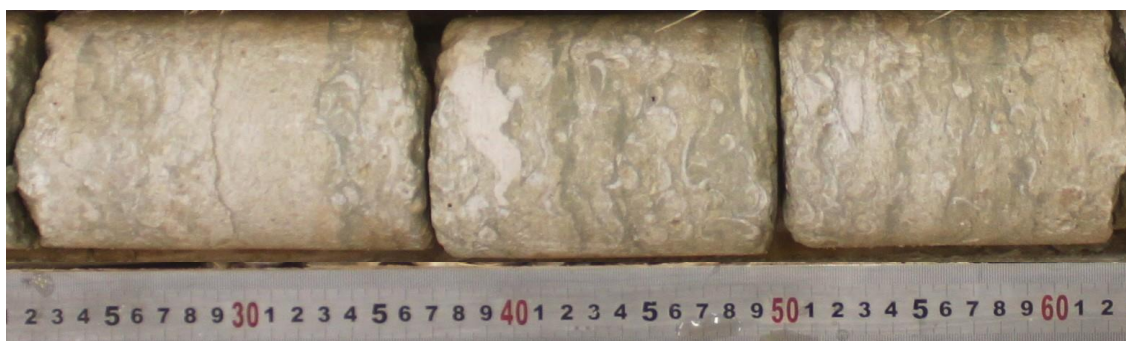


Foto 5.4 Juuru lademe, Tamsalu kihistu, Tammiku kihistiku rohekashalliks värvunud lubjakivi puuraugus 2/18.



Foto 5.5 Juuru lademe, Tamsalu kihistu, Tammiku kihistiku punaseks värvunud lubjakivi puuraugus 4/18.

Kasuliku kihi lamamiks on Juuru lademe Varbola kihistu (S_{1vr}), mis koosneb peamiselt savikatest dolomiidikatest lubjakividest, mis on hallid, peenekristallilised, muguljad ja milles on arvukalt mergli vahekihte (paksusega 1 - 3 cm). Kihistu keskmine uuritud paksus on uuringuruumis 1,8 m.

Puursüdamike detailne geoloogiline kirjeldus ja fotod on toodud lisas 5 ning geoloogilised läbilõiked graafilisel lisal 2 ja 3. Uuringuruumi geoloogilise läbilõike koondtabel 2018, 1965 ja 1987. a uuringuruumi jäävate puuraukude põhjal, millega läbiti kasulik kiht täies ulatuses, on toodud tabelis 5.1.

Tabel 5.1 Uuringuruumi geoloogiline läbilõige

| Lade | Nimetus | Geoloogiline indeks | Kihi paksus, m (puuraukudes fikseeritud) | | |
|------------|--|---------------------|---|-----------|-----------|
| | | | min | maks | keskmine |
| Kvaternaar | liivsavimoreen (sh. kasvukiht, muld) | Q_{IV} | 1,1 (0,1) | 8,6 (0,8) | 4,3 (0,4) |
| Raikküla | Nurmekunna kihistu, Järva-Jaani kihistik | S_{1nrJr} | 0,0 | 8,0 | 1,7 |
| Juuru | Tamsalu kihistu, Karinu kihistik | S_{1tmK} | 0,0 | 3,1 | 1,8 |
| | Tamsalu kihistu, Tammiku kihistik | S_{1tmT} | 6,4 | 10,0 | 8,1 |
| | Varbola kihistu | S_{1vr} | 0,0+ | 5,1+ | 1,8+ |

6. MAAVARA KVALITEET

Vastavalt kasutusala järgi jaotatakse karbonaatkivimid tehnoloogilisteks ja ehitusotstarbelisteks. Käesoleva geoloogilise uuringu eesmärk oli selgitada Karinu IV uuringuruumis leviva lubjakivi kvaliteet ja varu kogus vastavalt tehnoloogilisele lubjakivile esitavatele nõuetele, milleks on CaO sisaldus mitte alla 50%, lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus mitte üle 10%.

Kasuliku kihi lubja tootmiseks moodustavad Karinu IV uuringuruumis Llandoveri ladestiku Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistiku ja Tammiku kihistiku ülemise osa lubjakivid. Kohati nende kihistike lasumis leviva Raikküla lademe lubjakivi tehnoloogiliseks ei sobi selle lõhelisuse, purustatuse, madala puursüdamiku väljatuleku ja madala CaO sisalduse ning kõrge lahustumatu jäägi poolest. Uuringu käigus võeti kokku üheteistkümnest puuraugust (PA 1/18 - 11/18) vastavalt litoloogilisele läbilõikele 87 proovi lubjakivi lühendatud keemiliseks analüüsiks. Kvaliteedi hindamisel kasutati lisaks varasemate geoloogiliste uuringute (1956, 1965, 1987. a) andmeid. Laboratoorsete määrangute tulemused ja nende alusel tehtud arvutused on toodud aruande lisas 4.

Kasuliku kihi levik on Karinu IV uuringuruumis piiratud. Lubjakivi kvalifitseerub tehnoloogiliseks uuringuruumis pindalaliselt peaaegu tervikuna, kuid uuringuruumi lõunaosas esineb tehnoloogiline lubjakivi mõnes puuraugus vaid intervalliti. Samuti piirab tehnoloogilise lubjakivi kasutusele võttu uuringuruumi lääneosas suurenev katendi paksus – maapind tõuseb ja sellest tulenevalt suureneb kvaternaarisetete paksus ning Tamsalu lademe lubjakivile laotub peale Raikküla lademe lubjakivi, mille tõttu jääb tehnoloogiline lubjakivi tunduvalt sügavamale kui ülejäänud uuringuruumis. Raikküla lademe kivim ei kvalifitseeru tehnoloogiliseks ja seda hinnatakse kui kaljukatendit. Sellest tulenevalt on katenditegur uuringuruumi lääneosas suur ja see osa uuringuruumist piiritletakse varuplokkide moodustamisel välja.

Karinu IV uuringuruumis (sh uuringuruumi põhja- ja lõunapoolse osa vahele jääva eramaa) leviva tehnoloogilise lubjakivi näitajaid on iseloomustatud uuringuruumi ja eramaa piiresse jääva 20 puuraugu (PA 1/18 – 11/18; 201/65; 296/65; 299a/65; 299b/65; 301/65; 314/65; 14/87; 15/87; 17/87) keemilise lühianalüüsi (iga puuraugu kasuliku kihi (Karinu kihistik ja Tammiku kihistiku ülemine osa) kaalutud keskmine) põhjal ja see on järgmine:

- CaO sisaldus 49,6 - 53,8% (uuringuruumi keskmine 52,0%);
- MgO sisaldus 1,1 - 4,1% (uuringuruumi keskmine 2,3%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 0,9 - 2,0% (uuringuruumi keskmine 1,4%);

Tehnoloogilise lubjakivi lamamisse jääb lubjakivi, mis ei sobi tehnoloogiliseks toormeks madala CaO ja kõrgendatud MgO ning lahustumatu jäägi sisalduse tõttu (Tamsalu lademe alumine osa ja kohati Varbola kihistu). Keskkonnaregistri maardlate nimistus on see lubjakivi Karinu lubjakivimaardlas arvel madalamargilise ehituslubjakivi aktiivse reservvaruna (plokk 5 aR). Plokk kattub osaliselt ka Karinu IV uuringuruumi lõunapoolse osaga. Kuna tellija eesmärk oli uurida vaid tehnoloogilist lubjakivi, siis täiendavaid analüüse ehituskivi omaduste määramiseks 2018. a ei tehtud ning ehituskivi kvaliteeti aruandes ei käsitleta.

Kuna tehnoloogilise lubjakivi levik uuringuruumis on piiratud keerulise geoloogilise ehituse tõttu uuringuruumi lääneosas, moodustatakse uuringu tulemusena uuringuruumi osalisele pindalale kaks tehnoloogilise lubjakivi plokki (plokid 26, 28) ja üks plokk (nr 27) uuringuruumist väljapoole eraomandisse kuuluvale Põlluääre kinnistule (maaomaniku nõusolek lisa 14). Kuigi plokid on geoloogiliselt küll üks massiiv, moodustatakse erinevad plokid kuna jäävad erinevatele maaüksustele. Järgnevalt kirjeldatakse lühidalt tehnoloogilise lubjakivi kvaliteeti moodustatud plokkides. Maavara kvaliteedi hindamisel kasutatakse nende puuraukude andmeid, mis jäävad varuplokkide piiresse või vahetus lähedusse.

6.1 Tehnoloogilise lubjakivi kvaliteet plokis 26 aT

Ploki 26 kasuliku kihi moodustavad Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistiku ja Tammiku kihistiku ülemise osa lubjakivi. Plokk 26 jääb Karinu lubjakivikarjäärist vahetult loode suunda, katastriüksustele Rava metskond 108 (katastritunnus 25501:001:0201) ja Türje (25701:001:0284) ja see kattub osaliselt Karinu lubjakivimaardla aktiivse reservvaru plokiga 5 ning lisaks prognoosvaru plokiga 6.

Kasuliku kihi paksus plokis 26 varieerub ploki piiresse jäävate puuraukude (PA-3/18; 4/18; 5/18; 296/65; 299a/65; 299b/65) põhjal 1,4 - 6,4 m, keskmiselt 4,7 m. Kasuliku kihi näitajad plokis on puuraukude kaalutud keskmiste põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 50,0 - 53,0% (plokk 26 keskmine 51,7%);
- MgO sisaldus 1,6 - 4,1% (plokk 26 keskmine 2,8%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 1,2 - 1,8% (keskmine 1,5%).

Karinu kihistiku paksus plokis 26 on puuraukude põhjal 0,9 - 3,1 m, keskmiselt 1,7 m. Kihistiku kvaliteedinäitajad plokis on puuraukude üksikproovide põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 49,8 - 52,9% (keskmine 51,6%);
- MgO sisaldus 1,4 - 3,9% (keskmine 2,4%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 1,6 - 2,9% (keskmine 2,4%).

Tammiku kihistiku paksus plokis 26 on puuraukude põhjal 0,0 - 4,8 m, keskmiselt 3,0 m. Kihistiku kvaliteedinäitajad plokis on puuraukude üksikproovide põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 48,0 - 55,0% (keskmine 52,2%);
- MgO sisaldus 0,3 - 6,2% (keskmine 2,6%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 0,8 - 1,5% (keskmine 1,0%).

6.2 Tehnoloogilise lubjakivi kvaliteet plokis 27 aT

Plokk 27 asub uuringuruumist väljapool, uuringuruumi põhja- ja lõunaosa eraldaval eramaal, jäädes plokkide 26 ja 28 vahele. Plokk 27 kasuliku kihi moodustavad samamoodi Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistiku ja Tammiku kihistiku ülemise osa lubjakivi. Kasuliku kihi paksus plokis 27 varieerub puuraukude (PA-1/18; 4/18; 6/18; 9/18; 299a/65; 302/65 14/87; 17/87) põhjal 1,2 - 9,4 m, olles keskmiselt 5,8 m.

Kasuliku kihi näitajad plokis on puuraukude kaalutud keskmiste põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 50,4 - 53,8% (keskmine 51,9%);

- MgO sisaldus 1,1 - 3,9% (keskmine 2,4%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 0,9 - 1,8% (keskmine 1,4%).

Karinu kihistiku paksus plokis 27 varieerub nimetatud puuraukude põhjal 0,0 - 3,5 m, olles keskmiselt 1,7 m. Kihistiku kvaliteedinäitajad plokis on puuraukude üksikproovide põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 49,5 - 53,9% (keskmine 52,0%);
- MgO sisaldus 1,1 - 2,4% (keskmine 1,9%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 1,3 - 3,0% (keskmine 2,2%).

Tammiku kihistiku paksus plokis 27 varieerub nimetatud puuraukude põhjal 0,0 - 6,9 m, olles keskmiselt 4,1 m. Kihistiku kvaliteedinäitajad plokis on puuraukude üksikproovide põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 46,4 - 54,7% (keskmine 51,9%);
- MgO sisaldus 0,5 - 7,6% (keskmine 2,7%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 0,6 - 1,9% (keskmine 1,0%).

6.3 Tehnoloogilise lubjakivi kvaliteet plokis 28 aT

Plokk 28 asub uuringuruumi põhjaosas. Kasuliku kihi moodustavad samamoodi Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistiku ja Tammiku kihistiku ülemise osa lubjakivi. Kasuliku kihi paksus plokis 28 varieerub puuraukude (PA-1/18; 2/18; 6/18; 7/18; 9/18; 10/18; 11/18; 15/87; 201/65; 301/65; 314/65) põhjal 6,6 - 8,3 m, olles keskmiselt 7,6 m. Kasuliku kihi näitajad plokis on puuraukude kaalutud keskmiste põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 49,6 - 53,8% (keskmine 52,1%);
- MgO sisaldus 1,1 - 4,7% (keskmine 2,5%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 0,9 - 2,0% (keskmine 1,3%).

Karinu kihistiku paksus plokis 28 varieerub puuraukude põhjal 0,0 - 2,6 m, olles keskmiselt 1,7 m. Kihistiku kvaliteedinäitajad plokis on puuraukude üksikproovide põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 48,6 - 53,9% (keskmine 52,0%);
- MgO sisaldus 1,1 - 3,5% (keskmine 2,0%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 1,2 - 3,4% (keskmine 2,1%).

Tammiku kihistiku paksus plokis 28 varieerub puuraukude põhjal 4,8 - 7,0 m, olles keskmiselt 5,8 m. Kihistiku kvaliteedinäitajad plokis on puuraukude üksikproovide põhjal järgmised:

- CaO sisaldus 46,4 - 54,9% (keskmine 52,1%);
 - MgO sisaldus 0,5 - 7,6% (keskmine 2,6%)
- lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus 0,3 - 2,1% (keskmine 1,1%).

Kuigi sügavuti üksikutes intervallides kivim tehnoloogilisele lubjakivile esitatavatele nõuetele ei vasta, vastab kasuliku kihi kompleks tervikuna nimetatud nõuetele iga varuplokki jääva puuraugu kaalutud keskmiste näitajate poolest ehk teisisõnu on sobiva kaevandamise tehnoloogia rakendamisel kogu hinnatud läbilõike ulatuses tehnoloogilisena kasutatav.

7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Veevarustuse seisukohast omab Karinu lubjakivimaardla ümbruses tähtsust karbonaatkivimitest koosnev Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks.

Siluri ladestu Juuru lade jaotub vaadeldavas piirkonnas Karinu, Tammiku ja Varbola kihistusteks, millest vettandvad on Karinu ja Tammiku kihistud, moodustades maapinnalt esimese põhjaveekihi. Nimetatud veekiht toitub eelkõige sademetest ning moodustab märkmisväärse osa karjääri sisse voolavast veest. Õhukese pinnakatte tõttu on veekihi vesi kaitsmata või nõrgalt kaitstud maapinnalt tuleneva reostuse eest. Keemiliselt koostiselt on veekihi põhjavesi $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ -tüüpi, mineraalsusega 0,2 - 0,4 g/l. Kohati esineb vees looduslikult suur rauasisaldus.

Varbola kihistu savikas lubjakivi koos Ordoviitsiumi ladestu Porkuni lademe Ärina kihistu savika lubjakivi ja mergliga on suhteliseks veepidemeks maapinnalt esimese veekihi ja Porkuni-Pirgu veekihi vahel / 6 /. Seega ei osale Porkuni-Pirgu veekiht Karinu lubjakivikarjääri vee moodustumisel ning veekiht ei ole mõjutatud kaevandamistegevusest.

7.1. Karinu IV uuringuruumi hüdrogeoloogilised uuringud

Käesoleva geoloogilise uuringu käigus mõõdeti põhjavee tasemed Karinu IV uuringuruumi puuraukudes. Veetasemed jäid 4,5 - 14,7 m sügavusele maapinnast, abs kõrgustele 90,76 - 95,98 m, keskmiselt 93,5 m (tabel 7.1). Veetasemed mõõdeti erinevatel aastaaegadel ning veetaseme sesoonne kõikumine oli kuni 5 m.

Tabel 7.1. Mõõdetud veetasemed uuringupuuraukudes

| PA nr | Maapinna abs kõrgus, m | Puuraugu sügavus, m | Veetase maapinnast, m | Veetaseme abs kõrgus, m |
|-------|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1/18 | 99,43 | 16,5 | 4,5 | 94,93 |
| 2/18 | 101,12 | 15,3 | 10,1 | 91,02 |
| 3/18 | 104,98 | 24,2 | 9,0 | 95,98 |
| 4/18 | 103,92 | 15,3 | 9,3 | 94,62 |
| 5/18 | 102,95 | 18,0 | 8,5 | 94,45 |
| 6/18 | 105,03 | 22,7 | 13,2 | 91,83 |
| 7/18 | 100,56 | 15,7 | 9,8 | 90,76 |
| 8/18 | 106,03 | 22,0 | 11,0 | 95,03 |
| 9/18 | 105,58 | 22,5 | 14,7 | 90,88 |
| 10/18 | 100,50 | 15,0 | 5,6 | 94,90 |
| 11/18 | 103,36 | 21,0 | 9 | 94,36 |

Hüdrogeoloogilised katsepumpamised Karinu IV uuringuruumis puuraukudes 1/18, 2/18, 7/18 ja 9/18 viidi läbi 05.09.2018. a. Geoloogiline läbilõige ning rajatud puuraukude asukohad on toodud graafilistel lisadel 1 ja 2. Hüdrodünaamilised parameetrid arvutati programmiga AQTESOLV, kasutades surveta veekihi ning veekihti osaliselt avava puuraugu jaoks sobivat Neuman'i meetodit (Neuman 1974). Puuraukudes 2/18, 7/18 ja 9/18 katsepumpamise tulemusena hüdrodünaamiliste parameetrite arvutamiseks vajalikku veetaseme alanemist ei saavutatud. Samuti taastus

veetase koheselt pärast pumpamise lõpetamist. Katsepumpamise tulemused on toodud tabelis 7.2. Katsepumpamise tulemused näitasid, et dünaamiline veetase stabiliseerus pumpamisel kiiresti ning pumpamise lõpetamisel esialgne veetase taastus kiirelt.

Tabel 7.2. Katsepumpamise tulemused.

| Katsepumpamise aeg | 05.09.2018 | 05.09.2018 | 05.09.2018 | 05.09.2018 |
|----------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Puuraugu nr | 1/18 | 2/18 | 7/18 | 9/18 |
| Puuraugu sügavus | 16,5 | 15,3 | 15,7 | 22,5 |
| Staatiline veetase, m | 8,25 | 10,1 | 9,8 | 14,7 |
| Pump (Grundfos) | SQ 7-40 | SQ 7-40 | SQ 7-40 | SQ 7-40 |
| Pumba võimsus, m ³ /h | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Tootlikus, l/s | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 1,9 |
| Pumpamise kestus, min | 71 | 15 | 10 | 15 |
| Alandus, m | 0,98 | 0,38 | 0,15 | 0,18 |
| Taastumise kestus, min | 9 | <1 | <1 | <1 |
| Erideebit, l/s×m | 1,94 | 5 | 12,7 | 10,6 |
| Veejuhtivus, m ² /ööp | 1 440 | - | - | - |
| Filtratsioonikoefitsient, m/ööp | 120 | - | - | - |
| Veeand | 8,3×10 ⁻⁵ | - | - | - |

7.1. Vee juurdevool karjääri ning karjääri mõjuraadiuse arvutamine

Karinu lubjakivikarjääri mäeeraldistel paikneb kaevandatav lubjakivivaru osaliselt põhjavee tasemest sügavamal, mistõttu tuleb karjääri kogunev vesi välja pumbata. Karjääri voolav veehulk moodustub sademete ja karjääri mõjupiirkonnas oleva põhjavee arvel. Veetaseme alandamise tõttu alaneb põhjavee tase ka karjäärist väljaspool ning karjääri ümbritseval alal kujuneb põhjavee taseme alanduslehter.

Karinu lubjakivimaardla Karinu III uuringuruumi 2015. a geoloogilise uuringu aruandes arvutati vee juurdevool (2 419 m³/ööp) olemasolevatesse Karinu ja Karinu II lubjakivikarjääridesse kasutades Dupuit-Forchheimeri põhjaveevoolu valemit. Seejärel liideti olemasolevatele karjääridele plokkide 19, 20 ja 21 pindalad ning arvutati vastavad vee juurdevoolu hulgad (vastavalt 3241 m³/ööp, 3860 m³/ööp ja 3969 m³/ööp). Karinu lubjakivimaardla Karinu III uuringuruumi 2017. a geoloogilise järeluuringu aruandes arvutati vee juurdevoolu hulk kui olemasolevatele Karinu ja Karinu II lubjakivikarjääridele on lisaks plokkidele 19, 20 ja 21 liidetud ka plokk 24. Siis saadi karjääridesse (pindala kokku 79,24 ha) sisse voolavaks veehulgaks 4080 m³/ööp.

Käesolevas uuringus hinnatakse kavandatavas karjääris vee välja pumpamisega tekkiva alanduslehtri ulatust ning arvutatakse vee juurdevool karjääri kasutades Dupuit-Forchheimeri põhjaveevoolu valemit (Marinelli, 2000). Selleks leiame valemi 7.1 abil karjääri mõjuraadiuse ulatuse (r_0), kus h_0 – veetaseme alandus, h_p – väljaimbumise kõrgus karjääri külgedelt, W – infiltreeruv sademete maht (sademed – aurumine), K – filtratsioonikoefitsient, r_p – karjääri efektiivne raadius ($\sqrt{S/\pi}$, kus S – karjääri pindala).

$$h_0 = \sqrt{h_p^2 + \frac{W}{K} \times \left[r_0^2 \times \ln\left(\frac{r_0}{r_p}\right) - \frac{r_0^2 - r_p^2}{2} \right]} \quad [7.1]$$

Karjääri külgnevatest kivimitest juurde tuleva veehulga (Q_1) arvutamiseks kasutame valemit 7.2, kus W – infiltreeruv sademete maht (sademed – aurumine), r_0 – karjääri mõjuraadiuse ulatus, r_p – karjääri efektiivne raadius ($\sqrt{S/\pi}$, kus S – karjääri pindala).

$$Q_1 = W \times \pi \times (r_0^2 - r_p^2) \quad [7.2]$$

Saadud tulemusele lisandub karjäärialale langevate sademete hulk (Q_2), mille arvutamiseks korrutame karjääri pindala sinna langevate sademete kogusega, millest on lahutatud aurumine.

Järgnevalt arvutame eeltoodud valemite abil vee juurdevoolu Karinu IV uuringuruumis välja eraldatavate tarbevaru plokkide 26, 27 ja 28 (pindala kokku 44,07 ha) alal. Vajaliku veetaseme alanduse arvutamisel lähtutakse nimetatud plokkide keskmisest lamami (~90 m) ja põhjavee taseme abs kõrgustest (93,5 m). Seega on veetaset karjääris vaja alandada keskmiselt ~3 m. Väike-Maarja ilmajaama andmetel oli aastatel 2006 - 2015 piirkonna aasta keskmine sademete hulk 687,3 mm. Aurumine antud piirkonnas on keskmiselt 470 mm/aastas. Filtratsioonikoefitsiendiks on võetud käesoleva uuringu katsepumpamisel saadud väärtus 120 m/ööp.

Lähtuvalt eeltoodust kasutame valemit 7.1, kus algandmed on järgnevad: $h_0 = 3$ m; $S = 440\,700$ m²; $r_p = 374,5$ m; $W = 0,0006$ m/d; $h_p = 2$ m; $K = 120$ m/ööp.

$$3 = \sqrt{2^2 + \frac{0,0006}{120} \times \left[r_0^2 \times \ln\left(\frac{r_0}{374,5}\right) - \frac{r_0^2 - 374,5^2}{2} \right]}$$

Arvutuse tulemusena on karjääri mõjuraadius (r_0) 1 195 m, karjääri servast ~820 m. Saadud väärtust kasutame vooluhulga (Q_1) arvutamisel valemiga 7.2.

$$Q_1 = 0,0006 \times \pi \times (1\,195,0^2 - 374,5^2) = 2\,408 \text{ m}^3/\text{ööp}$$

Arvutuse tulemusena saame, et vee juurdevool karjääri külgnevatest kivimitest on ~2 408 m³/ööp.

Karjääri külgnevatest kivimitest tulenevale vee juurdevoolule lisanduvad sademed, mis langevad karjääri (Q_2). Arvutuse tulemusena saame, et sademevee kogus on ~262 m³/ööp.

$$Q_2 = 0,0006 \times 440\,700 = 262 \text{ m}^3/\text{ööp}$$

Summaarne juurdevool karjääri moodustub sademetest ja külgnevatest kivimitest tuleneva juurdevoolu summana. Seega liidame eelnevalt arvutatud Q_1 ja Q_2 .

$$Q_{\text{kokku}} = 2\,408 + 262 = 2\,670 \text{ m}^3/\text{ööp}$$

Lähtuvalt eeltoodust saame karjääri sisse voolavaks veehulgaks $\sim 2\,670\text{ m}^3/\text{ööp}$ ($\sim 240\text{ tuh m}^3/\text{kvartalis}$ ehk $\sim 975\text{ tuh m}^3/\text{aastas}$).

Kevadisel lumesula perioodil suureneb vee väljapumpamise vajadus lühikesel perioodil oluliselt. Kuna kevadel tõuseb lumesulavee arvel põhjavee tase, siis võtame arvutustesse veetaseme alanduseks 5 m, mis kirjeldab veetaseme abs kõrgust ($\sim 95\text{ m}$) veerikkal ajal.

$$5 = \sqrt{3,5^2} + \frac{0,0006}{120} \times \left[r_0^2 \times \ln\left(\frac{r_0}{374,5}\right) - \frac{r_0^2 - 374,5^2}{2} \right]$$

Arvutuse tulemusena saame karjääri mõjuraadiuseks $r_0 = 1\,540\text{ m}$. Antud mõjuraadiust kasutame vooluhulga (Q_1) arvutamisel.

$$\text{kevad}Q_1 = 0,0006 \times \pi \times (1\,615,0^2 - 374,5^2) = 4\,615\text{ m}^3/\text{d}$$

Vee juurdevool karjääri külgnevatest kivimitest suurveeperioodil veetaseme alandamisel 5 m on $4\,615\text{ m}^3/\text{d}$.

Karjääri külgnevatest kivimitest tulenevale vee juurdevoolule lisanduvad sademed, mis langevad karjääri. Talve jooksul koguneb maapinnale ligikaudu kolme-nelja kuu sademete norm ehk $\sim 176\text{ mm}$ ($0,176\text{ m}$), mis kevadisel sulaperioodil infiltreerub kahe nädala jooksul. Seega on kevadise lumesula perioodil lumesula veest tulenevaks vee juurdevooluks karjääri $0,217 / 14 = 0,013\text{ m/d}$. Kasutame saadud tulemust arvutustes. Kuna aurumine talvel on väike, siis aurumist arvesse ei võeta.

$$\text{kevad}Q_2 = 0,013 \times 440\,700 = 5\,540\text{ m}^3/\text{ööp}$$

Arvutuse tulemusel saame, et 14 päeva jooksul karjääris sulamisega vallanduva veekoguse maht on $\sim 5\,540\text{ m}^3/\text{ööp}$.

Summaarne juurdevool karjääri moodustub sademetest ja külgnevatest kivimitest tuleneva juurdevoolu summana. Seega liidame eelnevalt arvutatud vee juurdevoolu karjääri (Q_1) ja kevadise lumesula perioodil lisanduva veehulga (kevad Q_2).

$$\text{kevad}Q_{\text{kokku}} = 4\,615 + 5\,540 = 10\,155\text{ m}^3/\text{d}$$

Seega maksimaalseks juurdevooluks kevadisel lumesula perioodil on $10\,155\text{ m}^3/\text{d}$ ($0,12\text{ m}^3/\text{s}$ ehk 117 l/s), mis valdavalt formeerub lumesulaveest ning on ajutise iseloomuga. Pärast lumesulaperioodi lõppu vee juurdevool karjääri väheneb oluliselt.

Arvutuste tulemused annavad suurima kujuneva mõjuala ulatuse kaevandamise lõpuaastatel kui maavaravaru on ammendatud ning iseloomustavad maksimaalseid väljapumbatavaid vee koguseid, mis võivad mõnevõrra erineda tegelikust väljapumbatava vee kogusest. Peamiselt mõjutab väljapumbatava vee kogust sademehulkade erinevus nii aastate kui ka kuude lõikes, aga ka karbonaatsete kivimite heterogeensus ja sellest tulenev karbonaatkivimite hüdrodünaamiliste parameetrite muutlikkus ruumis.

8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Mäenduslikud tingimused maavara kaevandamiseks alal on soodsad arvestades maardla pikaajalist eksploatatsiooniaga ja ettevõtte kogemust maardla laiendatud osades lubjakivi raimamisel. Karinu lubjakivimaardlas alustati kaevandamist 1956. a. Maardlas on kolm mäeeraldist: Karinu karjäär (kaevandamise luba nr Jarm-042), Karinu II lubjakivikarjäär (kaevandamise luba nr KMIN-097) ja Karinu III lubjakivikarjäär (L.MK/332246). Tulenevalt pikaajast kogemusest on välja kujunenud optimaalne maavara kaevandamise tehnoloogia, mis arvestab maardla tehnoloogiliste ja keskkonnaalaste kitsendustega. Lubjakivi kasutatakse kustutamata lubja ja filleri tootmiseks. Senine kaevandamise kogemus Karinu lubjakivimaardlas on andnud teadmise kuidas antud asukohas maavara tehnoloogiliselt ja keskkonnasäästlikult kaevandada.

Kuna Karinu IV uuringuruum piirneb kagust Karinu lubjakivikarjääri mäeeraldisega, kattudes osaliselt selle teenindusmaaga, siis käesoleva uuringuga moodustatud uued varuplokid saavad sisuliselt olema olemasoleva mäeeraldise laiendus, seega logistiline skeem saab toimima nii nagu praegu. Vajadusel ja kooskõlastuste saamisel on võimalik rajada tulevase karjääri ligipääs Järva-Jaani - Tamsalu - Kullenga maanteelt mööda Tūrje-Karinu teed.

Mäeeraldise laienduse avamiseks tehtavad esmased tööd on metsa ja võsa raadamine ning kändude juurimine. Seejärel kooritakse kattekihi ülemine ehk viljakas osa buldooseri või kopplaaduriga ning ladustatakse mäeeraldise teenindusmaal puistangus. Ülejäänud kattekihi moodustab liivsavimoreen ja kohati Raikküla lademe kaljune katend. Katendi (sh kaljukatend) paksus tulevasel mäeeraldisel lõunaosas keskmiselt 6,4 m, keskosas 5,9 m ja põhjaosas 3,6 m, millest karbonaatse katendi moodustab Raikküla lademe lubjakivi paksusega vastavalt keskmiselt 1,8 m, 2,0 m ja 0,3 m. Tehnoloogilise lubjakivikihi paksus on lõunaosas keskmiselt 4,9 m, keskosas 4,2 m ja põhjaosas 7,5 m. Kuigi regiooniti on katenditegur kuni 1,7, siis arvestades rikastatud kaevise lõppväärtust on töö tellija hinnangul antud geoloogilistes tingimustes kaevandamine majanduslikult kasumlik ja põhjendatud.

Geoloogilise uuringu andmete kohaselt on maavara raimatav puur- ja lõhketöödega või mehaaniliselt hüdrovasaraga. Geoloogilise uuringu tellija planeerib lubjakivi raimata puur-lõhketöödega ja raimatud materjal purustatakse ja sõelutakse mobiilsete seadmetega. Töödeldud kaevise toormeks kustutamata lubja ja filleri tootmiseks. Arvestades geoloogilisi ja mäenduslikke tingimusi on maavara kaevandamisega mõistlik alustada mäeeraldise lõunaosast suunaga põhja.

Tulevases karjääris on veetaseme alandamise tingimused soodsad. Kasutada saab olemasolevat pikaajaliselt kasutuses olnud veeärastussüsteemi. Sealjuures on võimalik ammendatud karjääriosade osaline sulgemine selliselt, et veerežiim taastub. Hetkel toimivas karjääris veetaseme alandamises on rajatud lõunapiirile pumpla, mille kaudu juhitakse karjäärivesi läbi settebasseini Karinu Suurjärve ja sealt omakorda vastavalt vajadusele ning järve veetasemele, pumbatakse vesi survetorustiku kaudu ~4 km kaugusele kagu suunas Oru kinnistul olevasse karstilehtrisse. Varasemalt korduvalt tehtud vaatluste käigus on tiikide vesi olnud selge, värvitu ja lõhnata ning neis elavad kalad. Karjääridest ärajuhitavast veest võetud vee analüüsid on vastanud heitveele

esitatavatele piirväärustele ning vee juhtimisega karstilehtrisse probleeme ei ole esinenud. Tulevikus mäeeraldise laienduselt ärajuhitava veehulga suurenemine ei too endaga kaasa olulist saasteainete koormuse suurenemist eesvoolule. Karinu karjäärialadele kogunenud liigvee (sademevesi ja karjääri külgnevatest kivimitest tulenev põhjavesi) välja pumpamiseks ja juhtimiseks Oru talu territooriumil asuvasse karsti omab arendaja vee erikasutusluba nr L.VV/329702.

Mäenduslikud tingimused on piisavad uuritud ala kaevandamise järgseks nõuete kohaseks korrastamiseks. Geoloogiliste ja hüdrogeoloogiliste tingimuste kohaselt kujuneb maa-alale valdavalt üle 2 m sügavune veekogu. Lisaks on kasuliku kihi katendi maht piisav, et kujundada tulevase karjääri nõlvad ohutud ja stabiilsed.

9. VARU ARVUTUS

Geoloogilise uuringu eesmärk oli uurida Karinu IV uuringuruumis leviva lubjakivi kvaliteeti ja varu kogust vastavalt tehnoloogilisele lubjakivile esitavatele nõuetele - CaO sisaldus >50%, lisandite ja lahustumatu jäägi ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$) sisaldus <10%. Täiendavalt esitas tellija tehnoloogilise lubjakivina arvele võtmiseks omapoolsed nõuded CaO ja MgO sisalduse osas, lubades lülitada kasuliku kihi hulka üksikproovid (kasuliku kihi lamamis, lasumis või keskel), milles CaO sisaldus on <50%, aga >46%, juhul kui kasuliku kihi lasundi kaalutud keskmine vastab tehnoloogilisele lubjakivile esitavatele nõuetele (CaO >50% ja lahustumatu jääk <10%) ja lasundi kaalutud keskmine on MgO sisalduse osas <5%.

Varu arvutuse aluseks on topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000 (graafiline lisa 1), käesoleva ning varasemate geoloogiliste välitööde tulemused ning laboratoorsete määrangute andmed. Pindalaliselt on tehnoloogilise lubjakivi varu arvutatud kokku 44,04 ha pindalal kolmes plokis – plokk 26 (14,06 ha), 27 (8,45 ha), 28 (21,52 ha), mille lamamites vastavalt ehituslubjakivi plokid 29, 30, 31. Pindalalisel kontuurimisel lähtuti tellija poolsest tingimusest: kasuliku kihi lasumis esineva Raikküla lademe monoliitse lubjakivi paksus võib olla kuni 3,0 m ja kvaternaarisetete paksus maksimaalselt 8 m.

Tehnoloogilise lubjakivi varu on vertikaalses läbilõikes kontuuritud kasuliku kihi uuritud ja proovitud sügavusega, st tehnoloogiliseks kivimiks sobiva lubjakivi kihi paksusega. Varu arvutamisel on kasutatud vaid nende varasemate uuringute andmeid (nii kihtide paksuste kui ka kvaliteedi osas), mille andmed langevad kokku või on lähedased 2018. a puurimisandmetega.

Tehnoloogilise lubjakivi lamamisse moodustatud ehituslubjakivi plokid on vertikaalselt arvutatud valdavalt Tamsalu ja Varbola kihistu piirini, välja arvatud üksikud vanad puuraugud, kus oli Varbola kihistu jäänud avamata. Nende puuraukude andmed jäeti ehituskivi lamami arvestamisel välja (PA-299a; 314). Raikküla lademe lubjakivi käsitletakse kui kaljukatendit. Pindalaliselt on plokkide moodustamisel lähtutud katastriüksuste piiridest.

Varu arvutus on tehtud arvutiprogrammiga Bentley PowerCivil for Baltics V8i. Nimetatud programm arvestab maapinna, lamami ja lasumi horisontaalseid ning vertikaalseid muutusi. Ülevaate lamami absoluutkõrguste kohta puuraukudes tabeli kujul, annab lisa 3. Varu arvutuse tulemused on toodud lisa 13 ning topograafiline ja varu arvutuse plaan – graafilisel lisal 1.

9.1 Plokk 26 aT ja 29 aR varu arvutus

Plokk 26 on moodustatud uuringuruumi lõunaosasse 14,06 ha pindalale, mis jääb Karinu lubjakivikarjääri mäeeraldisest loodesse, kattudes osaliselt mäeeraldisel teenindusmaaga. Plokk jääb riigile kuuluvatele kinnistutele Türje (25701:001:0284), Rava metskond 108 (25501:001:0201) ja Karinu lubjakivikarjäär (25702:004:0550). Plokk tugineb uuringuruumi piirile ja puuraugule (PA 3/18).

Ploki 26 kasuliku kihi moodustavad Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistiku ja Tammiku kihistiku ülemise osa lubjakivi. Ploki 29 kasuliku kihi moodustab Tammiku kihistiku alumise osa lubjakivi.

Alljärgnevas tabelis 9.1 on toodud ploki 26/29 kasuliku kihi põhinäitajad puuraukude põhjal.

Tabel 9.1 Kasuliku kihi kompleksi põhinäitajad varu arvutuse plokis 26 ja 29 puuraukude põhjal

| PA | maapind abs, m | katendi paksus, m (sh kasvukiht), m | Raikküla lademe paksus, m | tehnoloogilise lubjakivi paksus, m | tehnoloogilise lubjakivi lamam abs, m | ehituslubjakivi paksus, m | ehituslubjakivi lamam abs, m |
|-----------------|-------------------|---|---------------------------------|--|---|------------------------------|---------------------------------|
| 3/18 | 104,98 | 6,0 | 6,4 | 6,4 | 86,2 | 2,2 | 84,0 |
| 4/18 | 103,92 | 3,8 | - | 1,4 | 98,7 | 7,7 | 91,0 |
| 5/18 | 102,95 | 5,0 | - | 5,7 | 92,3 | 3,3 | 88,9 |
| 296/65 | 102,20 | 7,0 | - | 3,5 | 91,7 | 5,1 | 86,6 |
| 299a/65 | 104,20 | 2,6 | - | 4,9 | 96,7 | 11,1* | 85,6* |
| 299b/65 | 103,20 | 3,9 | 4,1 | 6,0 | 89,2 | 3,7 | 85,5 |
| Miinumum | | 1,5 | 0,0 | 1,4 | 86,2 | 2,2 | 84,0 |
| Maksimum | | 7,0 | 6,4 | 6,4 | 98,7 | 11,1 | 91,0 |

*väärtus saadud mudelist

Arvutiprogrammi Bentley PowerCivil for Baltics V8i abil moodustatud uuringuruumi kolmemõõtmelise mudeli alusel, on plokis 26 tehnoloogilise lubjakivi maht järgmine:

- katendi maht on 880 tuh m³ ning keskmine paksus:
 $880 \text{ tuh m}^3 / 14,06 \text{ ha} = 6,4 \text{ m};$
sh. kaljukatendi maht 253 tuh m³ / 14,06 ha = 1,8 m
- tehnoloogilise lubjakivi maht on 685 tuh m³ ning keskmine paksus
 $685 \text{ tuh m}^3 / 14,06 \text{ ha} = 4,9 \text{ m}.$

Puuraukude vahekaugused jäävad 100 - 300 m vahemikku. Uuringu tulemustest saadi andmed huvi pakkuva kasuliku kihi paksuse, kvaliteedi ja katendi paksuse kohta ning uurituse taseme järgi hinnatakse arvutatud lubjakivi maht tarbevaruna.

Plokk 26 tehnoloogilise lubjakivi lamamisse jääb lubjakivi, mis ei vasta tehnoloogilisele lubjakivile esitavatele nõuetele. Selle lubjakivi varu lamamiseks on arvestatud üldjuhul Tamsalu ja Varbola kihistu piir (keskmine absoluutkõrgus 86,9 m). Kuna puurauguga 299a ei avatud Varbola kihistu setteid, siis selle puuraugu andmeid ploki lamamis ei arvestata ja väärtused ehituskivi paksuse ning lamami kohta saadakse ümbritsevate puuraukude lähteandmetest projekteeritud mudelist.

Lubjakivi varu on kokku 850 tuh m³ (keskmine paksus 6,1 m) ja see esitatakse kinnitamiseks kui madalamargiline ehituslubjakivi reservvaru (plokk 29).

9.2 Plokk 27 aT ja 30 aR varu arvutus

Plokk 27 on moodustatud plokist 26 vahetult põhjasuunas 8,45 ha pindalale, katastriüksusele Põlluääre (25701:001:0286). Uuringuruumist oli eraomandisse jääv Põlluääre kinnistu välja jäetud, aga kuna tehnoloogiline lubjakivi levib ka seal ja uurituse tase võimaldab hinnata, siis maavara säästvast kasutusest lähtuvalt on eraomandisse kuuluvale maatükile ploki moodustamine põhjendatud. Kuna tegemist on eramaaga, siis on maaomanikult saadud nõusolek maavara hindamiseks, sh kinnistule jääva Uudismaa tee (tee nr 2570201) lõpuosas ja selle kaitsevööndis (lisa 14). Plokk tugineb uuringuruumi ja kinnistu piirile ning puuraugule (PA 17/87).

Ploki 27 kasuliku kihi moodustavad Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistiku ja Tammiku kihistiku ülemise osa lubjakivi.

Alljärgnevas tabelis 9.2 on toodud ploki 27/30 kasuliku kihi põhinäitajad ploki piiresse ja selle vahetus lähedusse jäävate puuraukude põhjal.

Tabel 9.2 Kasuliku kihi kompleksi põhinäitajad varu arvutuse plokis 27 ja 30 puuraukude põhjal

| PA | maapind abs, m | katendi paksus, (sh kasvukiht), m | Raikküla lademe paksus, m | tehnoloogilise lubjakivi paksus, m | tehnoloogilise lubjakivi lamam abs, m | ehituslubjakivi paksus, m | ehituslubjakivi lamam abs, m |
|-----------------|-------------------|--|---------------------------------|--|---|------------------------------|---------------------------------|
| 1/18 | 99,43 | 3,8 | - | 7 | 88,6 | 2,9 | 85,7 |
| 4/18 | 103,92 | 3,8 | - | 1,4 | 98,7 | 7,7 | 91,0 |
| 6/18 | 105,03 | 7,9 | 3,0 | 6,7 | 87,4 | 2,9 | 84,5 |
| 9/18 | 105,58 | 6,4 | - | 8,3 | 90,9 | 2,7 | 88,2 |
| 14/87 | 103,40 | 3,0 | 3,0 | 1,2 | 96,2 | 10,0 | 86,2 |
| 17/87 | 105,00 | 3,0 | 6,0 | 9,4 | 86,6 | 2,9 | 83,7 |
| 299a/65 | 104,2 | 2,6 | - | 4,9 | 96,7 | 11,1* | 85,6* |
| 302/65 | 103,7 | 4,2 | - | 7,1 | 92,4 | 2,6 | 89,8 |
| Miimum | | 2,6 | 0,0 | 1,2 | 86,6 | 2,6 | 83,7 |
| Maksimum | | 4,2 | 6,0 | 9,4 | 98,7 | 10,0 | 92,1 |

*väärtus saadud mudelist

Arvutiprogrammi Bentley PowerCivil for Baltics V8i abil moodustatud uuringuruumi kolmemõõtmelise mudeli alusel, on plokis 27 tehnoloogilise lubjakivi maht järgmine:

- katendi maht on 498 tuh m³ ning keskmine paksus:
 $498 \text{ tuh m}^3 / 8,45 \text{ ha} = 5,9 \text{ m};$
sh. kaljukatendi maht 170 tuh m³ / 8,45 ha = 2,0 m
- tehnoloogilise lubjakivi maht on 355 tuh m³ ning keskmine paksus
 $355 \text{ tuh m}^3 / 8,45 \text{ ha} = 4,2 \text{ m}.$

Puuraukude vahekaugused jäävad 100 - 300 m vahemikku. Uuringu tulemustest saadi andmed huvi pakuva kasuliku kihi paksuse, kvaliteedi ja katendi paksuse kohta ning uurituse taseme järgi hinnatakse arvutatud lubjakivi maht tarbevaruna.

Plokk 27 tehnoloogilise lubjakivi lamamisse jääb lubjakivi, mis ei vasta tehnoloogilisele lubjakivile esitavatele nõuetele. Selle lubjakivi varu lamamiks on arvestatud üldjuhul Tamsalu ja Varbola kihistu piir (keskmine absoluutkõrgus 86,8 m). Kuna puurauguga 299a ei avatud Varbola kihistu setteid, siis selle puuraugu andmeid ploki lamamis ei arvestata ja väärtused ehituskivi paksuse ning lamami kohta saadakse ümbritsevate puuraukude lähteandmetest projekteeritud mudelist.

Lubjakivi varu on kokku 615 tuh m³ (keskmine paksus 7,3 m) ja see esitatakse kinnitamiseks kui madalamargiline ehituslubjakivi reservvaru (plokk 30).

9.3 Plokk 28 aT ja 31 aR varu arvutus

Plokk 28 on moodustatud uuringuruumi põhjaosasse, plokist 27 vahetult põhja suunas 21,52 ha pindalale, katastriüksusele Rava metskond 432 (25701:001:0371). Ploki edelaosa kattub avalikus kasutuses oleva era- ja metsatee Uudismaa (tee nr 2570201) 20 m laiuse kaitsevööndiga (lisa 10). Vastavalt Järva vallavalitsuse 14.12.2018. a kirjale toimub tee väljaarvamine avalikust kasutamisest 2019. a jooksul (lisa 15). Kuna teekaitsevööndi väljaarvamine plokist oleks maavara säästvast kasutusest lähtuvalt ebaotstarbekas, tehes mäetehniliselt kaevandamise keerulisemaks, hinnatakse varu ka teekaitsevööndis ja võimalik lahendus (tee lühendamine tulevikus, lõpuosa ümbertõstmine) otsustatakse maavara kaevandamise loa taotluse käigus. Plokk tugineb uuringuruumi ja kinnistu piirile ning puuraukudele (PA 6/18; 11/18; 15/87).

Ploki 28 kasuliku kihi moodustavad Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistiku ja Tammiku kihistiku ülemise osa lubjakivi. Alljärgnevas tabelis 9.3 on toodud ploki 28/31 kasuliku kihi põhinäitajad ploki piiresse jäävate puuraukude põhjal.

Arvutiprogrammi Bentley PowerCivil for Baltics V8i abil moodustatud uuringuruumi kolmemõõtmelise mudeli alusel, on plokis 28 tehnoloogilise lubjakivi maht järgmine:

- katendi maht on 782 tuh m³ ning keskmine paksus:
 $782 \text{ tuh m}^3 / 21,52 \text{ ha} = 3,6 \text{ m};$
sh. kaljukatendi maht 71 tuh m³ / 21,52 ha = 0,3 m
- tehnoloogilise lubjakivi maht on 1608 tuh m³ ning keskmine paksus
 $1608 \text{ tuh m}^3 / 21,52 \text{ ha} = 7,5 \text{ m}.$

Tabel 9.3 Kasuliku kihi kompleksi põhinäitajad varu arvutuse plokis 28 ja 31 puuraukude põhjal

| PA | maapind abs, m | katendi paksus, (sh kasvukiht), m | Raikküla lademe paksus, m | tehnoloogilise lubjakivi paksus, m | tehnoloogilise lubjakivi lamam abs, m | ehituslubjakivi paksus, m | ehituslubjakivi lamam abs, m |
|-----------------|-------------------|--|---------------------------------|--|---|------------------------------|---------------------------------|
| 1/18 | 99,43 | 3,8 | - | 7 | 88,6 | 2,9 | 85,7 |
| 2/18 | 101,12 | 1,7 | - | 6,6 | 92,8 | 3,3 | 89,5 |
| 6/18 | 105,03 | 7,9 | 3,0 | 6,7 | 87,4 | 2,9 | 84,5 |
| 7/18 | 100,56 | 2,0 | - | 8,1 | 90,5 | 4,4 | 86,1 |
| 9/18 | 105,58 | 6,4 | - | 8,3 | 90,9 | 2,7 | 88,2 |
| 10/18 | 100,50 | 3,1 | - | 7,4 | 90,0 | 2,9 | 87,1 |
| 11/18 | 103,36 | 7,0 | 0,5 | 7,7 | 88,2 | 3,0 | 85,2 |
| 15/87 | 105,12 | 4,3 | 5,7 | 8,2 | 86,9 | 1,5 | 85,4 |
| 201/65 | 101,2 | 1,1 | - | 7,9 | 92,2 | 3,1 | 89,1 |
| 301/65 | 103,2 | 4,5 | - | 7,0 | 91,7 | 1,2 | 90,5 |
| 314/65 | 102,2 | 2,6 | 0,2 | 8,2 | 91,2 | 5,3* | 85,9* |
| Miinumum | | 1,1 | 0,0 | 6,6 | 86,9 | 1,2 | 84,5 |
| Maksimum | | 4,5 | 5,7 | 8,3 | 92,8 | 5,3 | 90,5 |

*väärtus saadud mudelist

Puuraukude vahekaugused jäävad 70 - 300 m vahemikku. Uuringu tulemustest saadi andmed huvi pakkuva kasuliku kihi paksuse, kvaliteedi ja katendi paksuse kohta ning uurituse taseme järgi hinnatakse arvutatud lubjakivi maht tarbevaruna (plokk 28).

Plokk 28 tehnoloogilise lubjakivi lamamisse jääb lubjakivi, mis ei vasta tehnoloogilisele lubjakivile esitavatele nõuetele. Selle lubjakivi varu lamamiks on arvestatud üldjuhul Tamsalu ja Varbola kihistu piir (keskmine absoluutkõrgus 86,9 m). Kuna puurauguga 314/65 ei avatud Varbola kihistu setteid, siis nende puuraukude andmeid ploki lamamis ei arvestata ja väärtused ehituskivi paksuse ning lamami kohta saadakse ümbritsevate puuraukude lähteandmetest projekteeritud mudelist.

Lubjakivi varu on kokku 658 tuh m³ (keskmine paksus 3,1 m) ja see esitatakse kinnitamiseks kui madalamargiline ehituslubjakivi reservvaru (plokk 31).

Kokkuvõtte Karinu IV uuringuruumis ja täiendavalt uuringuruumist väljapool paikneval eramaal tehtud maavaravaru arvutuse tulemusest on toodud alljärgnevas tabelis 9.4.

Tabel 9.4 Varu arvutuse koondtabel

| Ploki nr (pindala) | Maavara nimetus | Katendi maht, tuh m ³ / keskmise paksus, m | sh. kaljukatend, tuh m ³ / keskmise paksus, m | Maavaravaru, tuh m ³ / keskmise paksus, m |
|---|-------------------------------------|--|---|---|
| 26 aT (14,06 ha) | tehnoloogiline lubjakivi | 880/6,4 | 253/1,8 | 685/4,9 |
| 29 aR* (14,06 ha) | madalamargiline ehituslubjakivi* | - | - | 850/6,1 |
| 27 aT (8,45 ha) | tehnoloogiline lubjakivi | 498/5,9 | 170/2,0 | 355/4,2 |
| 30 aR, (8,45 ha) | madalamargiline ehituslubjakivi* | - | - | 615/7,3 |
| 28 aT/ (21,52 ha) | tehnoloogiline lubjakivi | 782/3,6 | 71/0,3 | 1608/7,5 |
| 31 aR* (21,52 ha) | madalamargiline ehituslubjakivi* | - | - | 658/3,1 |
| Kokku tehnoloogiline lubjakivi (aT) | | | | 2648 |
| Kokku madalamargiline ehituslubjakivi (aR) | | | | 2123 |

* tehnoloogilise lubjakivi ploki lamamis

9.4 Muudatused keskkonnaregistri maardlate nimistu registrikaardis nr 17

Käesoleva töö tulemusena moodustatud plokk 26/29 jääb 9,76 ha ulatuses Karinu lubjakivimaardla aktiivse reservvaru ploki 5 alale. Seega töö tulemusena väheneb ploki 5 pindala (63,24 ha) ja varu kogus (2847 tuh m³) vastavalt 9,76 ha ja 429 tuh m³ (9,76 ha × 4,4 m (ploki 5 keskmine paksus)) võrra.

Käesoleva töö tulemusena moodustatud tehnoloogilise lubjakivi aktiivse tarbevaru plokid 26/29, 27/30 ja 28/31 jäävad kas osaliselt või tervikuna Karinu lubjakivimaardla prognoosvarule. Seega töö tulemusena väheneb prognoosvaru ploki 6 pindala ja varu kogus vastavalt 4,29 ha ja 386 tuh m³ (4,30 ha × 9,0 m (prognoosvaru keskmine paksus)), 8,45 ha ja 761 tuh m³ ning 21,52 ha ja 1937 tuh m³ võrra.

Kokkuvõtlikult saab olema käesoleva uuringu alusel Karinu lubjakivimaardla aktiivse reservvaru ploki 5 pindala 53,48 ha (63,24 – 9,76 ha) ja selles hinnatud madalamargilise ehituslubjakivi kogus 2418 tuh m³ (2847 – 429 tuh m³).

Prognoosvaru ploki 6 pindala saab olema 333,46 ha (367,72 – 4,29 – 8,45 – 21,52 ha) ja selle ehituslubjakivi kogus 30 011 tuh m³ (33095 – 386 – 761 – 1937 tuh m³).

Eeltoodut arvesse võttes, soovitame viia keskkonnaregistri maardlate nimistu registrikaarti nr 17 sisse vastavad muudatused varuplokkide pindalade ning varu koguste osas:

- **Plokk 5**, pindala 53,48 ha, madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne reservvaru 2418 tuh m³;
- **Plokk 6**, pindala 333,46 ha, madalamargilise ehituslubjakivi prognoosvaru 30 011 tuh m³.

10. KOKKUVÕTE

Geoloogilise uuringu eesmärk oli hinnata kaevandamise perspektiivsust Karinu IV uuringuruumis (56,39 ha), täpsustades seal leiduva tehnoloogilise lubjakivi kogust, kasuliku kihi paksust, kvaliteeti ning kaevandamise tingimusi eesmärgiga taotleda hiljem antud alale kaevandamis luba.

Uuringu tulemusena hinnati 01.01.2019. a seisuga veepealset lubjakivi varu kokku 44,03 ha pindalal 4771 tuh m³, mis esitatakse kinnitamiseks järgmiste varuplokkide, -koguste ja pindaladega:

- tehnoloogilise lubjakivi aktiivne tarbevaru plokis 26 (pindala 14,06 ha) 685 tuh m³;
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne reservvaru plokis 29 (pindala 14,06 ha, ploki 26 aT lamamis) 850 tuh m³;
- tehnoloogilise lubjakivi aktiivne tarbevaru plokis 27 (pindala 8,45 ha) 355 tuh m³;
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne reservvaru plokis 30 (pindala 8,45 ha, ploki 27 aT lamamis) 615 tuh m³;
- tehnoloogilise lubjakivi aktiivne tarbevaru plokis 28 (pindala 21,52 ha) 1608 tuh m³;
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne reservvaru plokis 31 (pindala 21,52 ha, ploki 28 aT lamamis) 658 tuh m³.

Kaevandamisega kaasnevaid keskkonnamõjusid täpsustatakse maavara kaevandamise loa taotluse menetlemisel ning otseseid piiranguid antud alal kaevandamiseks ei ole, seega hinnatud lubjakivi soovitatakse võtta arvele vastavalt nimetatud kasutusala kaupa ning uurituse taseme põhjal. Varu kinnitamisel soovitame keskkonnaregistri maardlate nimistusse ja Karinu lubjakivimaardla registrikaarti (nr 17) sisse viia vastavad muudatused.

11. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Keskkonnaregistri maardlate nimistu registrikaart nr 17.
2. Keskkonnaministri 26. mai 2005. a. määrus nr 44. Üldgeoloogiline uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord.
3. Malm, I. 2013. Karinu II lubjakivikarjääri laienduse maavara kaevandamise loa taotlus. OÜ Inseneribüroo STEIGER.
4. Neuman, S.P. 1974. Effect of partial penetration on flow in unconfined aquifers considering delayed gravity response. *Water Resources Research*, 10 (2), 303 - 312.
5. Sidorova, I. 1957. Karinu lubjakivimaardla geoloogilise uuringu aruanne. Lengeolnerud. EGF 809.
6. Savitskaja, L., Jaštšuk, S. 2006. Karinu lubjakivikarjääri ümbruskonna kaevude seire ja kaevandamise laiendamise mõju prognoos põhjaveetasemele. Eesti Geoloogiakeskus, Hüdrogeoloogia osakond.
7. Tallinn, K. 1968. Aruanne väikese Mg-sisaldusega lubjakivide otsimis- ja eelluuretoode tulemuste kohta Paide rajoonis Järva-Jaani alevi ümbruses 1965.a.-1966.a. Eesti NSV MN Geoloogia Valitsus. EGF 2973.
8. Tallinn, K. 1974. Aruanne lubja tootmiseks kõlblike lubjakivide detailsete uuringute tulemuste kohta Võhmuta, Metsla, Aavere ja Karinu maardlatel 1971-1973.a. Eesti NSV MN Geoloogia Valitsus. EGF 3294.
9. Tallinn, K. 1989. Aruanne ehituslubjakivi otsingutöödest Paide rajoonis Karinu maardlas. TK Eesti Geoloogia. EGF 4337.
10. Tammekänd, M., jt. 2015. Karinu lubjakivimaardla Karinu III uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne. EGF8724.
11. Marinelli, F., Niccoli, W.L. 2000. Simple analytical equations for estimating groundwater inflow to a mine pit. *Ground Water*, 38 (2), 311 - 314.