

OÜ J.Viru Markšeideribüroo

Töö nr 25155

Aruanne
Pahkla III uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu
seisuga 01.07.2026)

Tellijä: Aktsiaselts KIIRKANDUR

Tallinn 2026

ANNOTATSIOON

Karimova, M., Tuuling, T. 2026. Aruanne Pahkla III uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 01.07.2026). Teksti 29 lk, 16 tekstilisa, 2 graafilist lisa. OÜ J.Viru Markseidibüroo.

Pahkla III uuringuruumi teenindusala pindalaga 36,02 ha asub osaliselt Harju maakonnas Kose vallas Tammiku külas riigile kuuluval katastriüksusel Paunküla metskond 130 (tunnus: 33701:001:0355) ja osaliselt Rapla maakonnas Kohila vallas Pahkla külas riigile kuuluval katastriüksusel Vahastu metskond 68 (tunnus: 31701:003:1266). Geoloogilise uuringu eesmärgiks oli kindlaks teha Pahkla III uuringuruumis esineva maavara (ehituslubjakivi) lasumustingimusi, kvaliteeti ja kogust. Selleks rajati alale kuus puurauku, millest võeti proovid karbonaatkivimi keemilise koostise ja füüsikalise-mehhaaniliste omaduste hindamiseks. Lisaks teostati uuringuruumi geodeetiline mõõdistamine.

Uuritud alal moodustavad kasuliku kihi Vormsi lademe Kõrgessaare kihistu (O_3ks) ja Nabala lademe Saunja (O_3sn) kihistu lubjakivid. Purunemiskindluse ja külmakindluse näitajate alusel liigitub uuritud kivim kõrge- ja madalamargiliseks ehituslubjakiviks. Maavara levib valdavalt põhjaveetasemest allpool. Varu arvutus on teostatud kolmes plokis.

Maavaravaru maht on arvatud arvutiprogrammiga 3D-mudelite abil. Käesolevas töös käsitletava ala uurituse tase, materjali kvaliteet, topograafiline alus, majanduslik otstarbekus ja mäenduslikud tingimused võimaldavad sealse varu klassifitseerida kõrge- ja madalamargilise ehituslubjakivi aktiivse tarbevaruna.

Maavarade registri vastutavale töötajale esitatakse seisuga 01.07.2026. a Pahkla maardlas kinnitamiseks järgmised maavaravarud:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 3239 tuh m^3 (plokk 4);
- kõrgemargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 1333 tuh m^3 (plokk 5);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 3422 tuh m^3 (plokk 6).

/allkirjastatud digitaalselt/

Koostasid: M. Karimova ja T. Tuuling

Võtmesõnad: Rapla ja Harju maakond, Kose ja Kohila vald, Pahkla III uuringuruum, kõrge- ja madalamargiline ehituskivi, lubjakivi, aktiivne tarbevaru.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. PIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA VARASEM UURITUS	6
2. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD	7
2.1. Uuringupunktide rajamine	7
2.2. Läbilõike kirjeldamine ja proovide võtmine	7
2.3. Topograafilised tööd	8
2.4. Kameraaltööd	8
2.5. Tööde mõju keskkonnale	8
3. GEOLOOGILINE EHITUS	10
4. MAAVARA KVALITEET	14
4.1. Füüsikalis-mehaanilised omadused	14
4.2. Keemiline koostis	16
5. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED	18
6. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED	23
7. VARU ARVUTUS	26
7.1. Katendi maht	26
7.2. Maavara maht	27
KOKKUVÕTE	29
KASUTATUD ALLIKAD	30

TEKSTILISAD

1. Geoloogilise uuringu luba nr L.MU/518921
2. Uuringupunktide kataloog
3. Uuringupunktide geoloogilised kirjeldused
4. Füüsikalis-mehaaniliste omaduste kaalutud keskmiste arvutused litoloogiliste erimite lõikes
5. Füüsikalis-mehaaniliste omaduste kaalutud keskmiste arvutused plokkide lõikes
6. Keemilise koostise kaalutud keskmiste arvutused litoloogiliste erimite lõikes
7. Keemilise koostise kaalutud keskmiste arvutused plokkide lõikes
8. Katseprotokoll nr 2766/24
9. Katseprotokoll nr 1693/25 ja katseprotokolli nr 1693/25 lisa
10. Katseprotokoll nr 1633/25 ja katseprotokolli nr 1633/25 lisa
11. Katte- ja kasuliku kihi paksused varuplokkides
12. Pahlk III uuringuruumi pinna- ja põhjavee uuring
13. Mahu arvutused

14. Pahkla III uuringupunktide likvideerimise akt
15. Pahkla III uuringuruumi uuritud maa korrastamise akti heakskiitmine, DM-133527-2
16. Katsepumpamise puuraugu likvideerimise akt
17. Katsepumpamise puuraugu likvideerimise akti heakskiitmine
18. Geodeetilise uurimistöö aruanne, maa-ala topo-geodeetiline alusplaan
19. Pahkla III uuringuruumi teenindusala puursüdamike fotode kataloog
20. Volikiri ja tellija arvamus tehtud tööde kohta

GRAAFILISED LISAD

1. Pahkla III uuringuruum, topograafiline ja varu arvutuse plaan (M 1:2000);
2. Pahkla III uuringuruum, geoloogilised läbilõiked (I-I'... V-V' M_{hor} 1:2000, M_{vert} 1:200)

DIGITAALSED LISAD

1. Pahkla III ploki ruumikuju, dgn-fail;
2. Pahkla III katendi lamam, dgn-fail;
3. Pahkla III uuringuruum, topograafiline ja varu arvutuse plaan (M 1:2000), TIF-fail;
4. Pahkla III uuringuruum, geoloogilised läbilõiked (I-I'... V-V' M_{hor} 1:2000, M_{vert} 1:200), TIF-fail
5. Pahkla III uuringuruumi puursüdamike fotod

SISSEJUHATUS

Aktsiaselts KIIRKANDUR tellimisel viis OÜ J.Viru Markšeideribüroo Harju maakonnas Kose vallas ja Rapla maakonnas Kohila vallas Pahkla III uuringuruumis läbi geoloogilised tööd, et uurida seal paikneva lubjakivi kvaliteeti. Uuringu aluseks on Keskkonnaameti 31.07.2023. a korraldusega nr DM-124160-16 väljastatud geoloogilise uuringu luba nr L.MU/518921 (lisa 1). Uuringu eesmärgiks on Pahkla III uuringuruumis kaevandamisväärse karbonaatkivimi lasundi kirjeldamine ja arvele võtmine aktiivse tarbevaruna.

Käesoleva töö raames teostati uuringuruumis ajavahemikel 12.–16.08.2024 ja 26.03–04.04.2025 välitööd, mille käigus rajati alale geoloogilise ehituse kirjeldamiseks ja proovide võtmiseks puuraugud. Proovid võeti materjali purunemiskindluse, külmakindluse ja karbonaatanalüüsi jaoks. Proove analüüsiti Aktsiaselts Teede Tehnokeskuse laboratooriumis. Geoloogilise uuringu tegemisel juhinduti 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”.

OÜ J.Viru Markšeideribüroo viis läbi 26.03.2025. a ala topograafilise mõõdistamise. Seletuskirja ja graafiliste lisade koostamisel ning varu arvutamisel tugineti käesoleva uuringu tulemustele. Graafilised lisad koostati arvutiprogrammis Bentley PowerCivil for Baltics V8i. Sama programmiga arvutati ka katendi ja maavaravaru mahud.

1. PIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA VARASEM UURITUS

Pahkla III uuringuruumi teenindusala pindalaga 36,02 ha asub osaliselt Harju maakonnas Kose vallas Tammiku külas riigile kuuluval katastriüksusel Paunküla metskond 130 (tunnus: 33701:001:0355) ja osaliselt Rapla maakonnas Kohila vallas Pahkla külas riigile kuuluval katastriüksusel Vahastu metskond 68 (KÜ tunnus: 31701:003:1266). Mõlema kinnistu valitsejaks on Kliimaministeerium ja volitatud asutuseks Riigimetsa Majandamise Keskus. Tegemist on lauge reljeefiga metsamaaga, millel on osaliselt teostatud raiet. Absoluutkõrgused jäävad vahemikku 63,5–69 m.

Uuringuruum külgneb läänest Lõuna-Vainumäe (tunnus: 31701:001:1221); Mäevainu (tunnus: 31701:001:1222) ja Metsa (tunnus: 31701:003:1231) ning kagust Hoosna (tunnus: 31701:003:0380) katastriüksustega. Uuringuruumist põhjas ja idas jätkub Paunküla metskond 130 (tunnus 33701:001:0355) katastriüksus ning lõunas jätkub Vahastu metskond 68 (tunnus 31701:003:1266) katastriüksus.

Pahkla III uuringuruumi idaservast ~0,5 m kaugusel asub metsa vääriselupaik VEP nr.207492 (Eesti looduse infosüsteemi kood VEP207492; männikud ja männisegametsad) ja III kategooria kaitsealuse liigi *Tetrastes bonasia* (laanepüü; Eesti looduse infosüsteemi kood KLO9131328) leiukoht. Lisaks asub uuringuruumi põhjaservast vähemalt 4,1 m ja idaservast vähemalt 78 m kaugusel projekteeritav metsaalade looduskaitseala.

Pahkla III uuringuruumi teenindusala kattub täielikult kehtiva üldgeoloogilise uurimistööga „Harjumaa maavarade teemaplaneeringu uuringuruum“ (uuringuloa nr: YGUL/519590).

Lähim maardla (Pahkla kruusamaardla, pindalaga 58,31 ha, maavarade registri registrikaart nr 615) asub käsitletavast uuringuruumist ca 2 km kaugusel loodes. Pahkla maardlat on uuritud 1976. a Geoloogia Valitsuse (T. Saadre jt., 1976) ja 2006. a OÜ J.Viru Markseideribüroo (A. Einmann, 2006) poolt. Teise uuringutöö tulemusel kinnitati Pahkla kruusamaardlal ehituskruusa aktiivne tarbevaru (EMK käskkiri 04.09.2006 nr 1018). Maavarade registri registrikaardi nr 615 andmetel on Pahkla kruusamaardlas ehituskruusa 1 aR plokk, 2 aT ja 3 aT plokid ning maardla alale on kaevandamisloa Rapm-043 saanud OÜ Šeiker Teed (luba kehtib kuni 22.09.2033).

Uuringuruumi teenindusalale lähim lubjakivimaardla on Nabala lubjakivimaardla (maavarade registri registrikaart nr 189), mis asub uuringuruumi teenindusalast ca 4 km kaugusel loode suunas.

Lähimad elamuhooned asuvad uuringuruumi teenindusala lõunaservast ~240 m kaugusel Raiesmiku (tunnus: 31701:003:0720) katastriüksusel ning loodeservast ~300 m ja ~385 m kaugusel vastavalt Lõuna-Vainumäe (tunnus: 31701:001:1221) ja Nurmiku (tunnus: 31701:003:0047) katastriüksustel.

Rail Baltic raudtee trassi koridor asub uuringuruumist ca 7 km edelas.

Pahkla III uuringuruumiga kattuv alal ei ole varem detailseid geoloogilisi uuringuid tehtud. Lähimad puuraugud (F288 ja F287), mis annavad aluspõhja geoloogilise ehituse kohta infot, asuvad uuringuruumist vastavalt ~1,4 km loodes ja ~1,5 km kirdes.

2. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD

2.1. Uuringupunktide rajamine

Geoloogilise uuringu välitööde käigus ajavahemikel 12.–16.08.2024. a ja 26.03–04.04.2025 rajati Pakkla III uuringuruumis kokku kuus kaevandit ja kuus puurauku.

Kaevandite rajamiseks kasutati roomikekskavaatorit Hyundai HX210A1. Kaevanditega avati kogu Kvaternaarisetete kiht kuni karbonaatkivimi pinnani, kaevandite sügavus jäi vahemikku 0,9–2,1 m ja üldmetraaž oli 8,95 m (lisad 2 ja 3). Kaevandite rajamise eesmärgiks oli täpsustada uuringuruumi ala katvat pinnakatte paksust. Seepärast ei võetud Kvaternaarisetetest eraldi proove selle terastikulise koostise hindamiseks. Kaevandid likvideeriti väljatõstetud materjaliga vahetult pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist, maapind tasandati ja ala korrastati.

Puuraugud rajati sügavusega 24,0–24,35 m, üldmetraažiga 145,15 m (lisad 2 ja 3). Uuringuvõrk oli ühtlane ja puuraukude vahelised kaugused ei ületanud 400 m. Samuti ei ületatud maksimaalset lubatud uuringusügavust, milleks oli antud juhul 30 m.

Puuraukude rajamiseks kasutati puurmasinat Fraste Multidrill PL, puurtööd teostas Maves OÜ. Puuraugud PA1–PA6 rajati veega puurimise tehnoloogia abil, kasutades PQ3 Wire-Line kolme toru süsteemi välisdiameetriga 122,7 mm ja südamiku diameetriga 85 mm. Puuraukude puurimisel (esimesed kaks meetrit) kasutati PW konduktortoru välisdiameetriga 139,7 mm ja sisediameetriga 137 mm.

Puursüdamikud ladustati koheselt pärast nende väljatõsteid kärnikastidesse. Puursüdamike väljatulek oli puurimisel ja sh karbonaatkivimi osas 91–99%. Keskmine väljatulek Kõrgessaare kihistus oli 95,8% ja Saunja kihistus 98,6%. Puursüdamike väljatulekute arvutused, sh eraldi karbonaatkivimite väljatulek, on esitatud puuraukude kirjelduste juures (lisa 3). Kõikides puuraukudes mõõdeti põhjaveetaseme kõrgused.

Uuringuruumi hüdrodünaamiliste parameetrite määramiseks teostati pinna- ja põhjaveeuuring Maavarauuringud OÜ poolt (lisa 12).

2.2. Läbilõike kirjeldamine ja proovide võtmine

Kvaternaarisetete läbilõiget kirjeldati kaevandi seintel ja selle teralisust hinnati väljatõstetud materjalist visuaalselt. Kaevanditest proove ei võetud, kuna tegemist on lubjakivi uuringuga.

Puursüdamike kirjeldamisel vaadeldi välitöödel kärnikastidesse ladustatud puursüdamikke. Kirjeldamisel iseloomustati kivimi värvust, struktuuri, tekstuuri, kihilisust ja muid omadusi ning puursüdamikud fotografeeriti (fotode loend on kirjelduste juures, lisa 3 ja fotode kataloog lisa 17).

Karbonaatkivimite keemiliseks analüüsiks võeti puuraukudest kokku 15 proovi, üldpikkusega 50,9 m. Proovide võtmisel lähtuti kivimi litoloogiast. Proovide pikkus varieerus vahemikus 1,35–7,2 m (keskmine 3,4 m). Proovid viidi katsete tegemiseks Teede Tehnokeskuse AS laborisse, kus neist tehti karbonaatanalüüs, mille tulemusel määrati CaO, MgO ja lahustumatu jäägi sisaldused (lisa 8 ja 9). Analüüside tegemisel oli aluseks karbonaatsete ühendite ja lahustumatu jäägi määramise standard EVS-EN 196-2:2013 pt 4.4.3, 4.5.14 ja 4.5.15.

Kivimi killustiku füüsikalis-mehaaniliste omaduste määramiseks viidi Teede Tehnokeskuse AS laborisse 40 proovi, üldmetraažiga 132,0 m. Proovid võeti igast puuraugust kogu kasuliku kihi ulatuses. Proovide võtmisel lähtuti kivimi litoloogiast. Reeglina võeti eraldi proovid Kõrgessaare ja Saunja kihistust. Proovide pikkus varieerus vahemikus 1,35–7,2 m (keskmine 3,3 m).

Laboris tehti keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 ettenähtud katsed: killustiku purunemiskindluse katse Los Angelese meetodil 40 proovist (lisa 8 ja 9) ja külmakindluse katse destilleeritud vees 36 proovist (lisa 8 ja 10). Täitematerjali külmakindlust määrati destilleeritud vees standartide EVS-EN 1367-1:2007 nõuete kohaselt. Täitematerjali purunemiskindlust määrati Los Angelese trumlis standardite EVS-EN 1097-2:2020 nõuete kohaselt. Katsete jaoks vajamineva fraktsiooni saamiseks purustati puursüdamikust võetud proovid eelnevalt laboratoorses lõugpurustis. Killustiku purunemiskindlus LA katsel määrati fraktsioonist 10/14 mm ja külmakindlus fraktsioonist 8/16 mm. Katseprotokollid on toodud tekstilisades 8, 9 ja 10.

2.3.Topograafilised tööd

Topograafilise mõõdistamise Pahkla III uuringuruumis teostas 26.03.2025. a OÜ J.Viru Markšeideribüroo geodeet M. Ridalaan (markšeideri kutsetunnistus nr 176621). Mõõdistamine teostati GPS-iga reaajas mõõdistamise teel ja selleks kasutati liikuvjaama Trimble R10 GNSS. Samuti kasutati UAV LiDAR drooni. Koordinaadid on L-EST'97 (EUREF-EST97) süsteemis ja kõrgused EH2000 süsteemis. Lähtepunktide mõõdistamisel kasutati Trimble VRS Now püsijaamade võrku. Lähtepunktiks mõõdistamisel kasutati kontrolliks EV riikliku geodeetilise tihendusvõrgu punkti: Tuhala_kiriku_ÜK, nr 1417 (X= 6561954.426; Y= 555377.097; Z= 64.305).

Pahkla III uuringuruumi topo- ja varu arvutuse plaan mõõtkavas 1:2000 on tehtud arvutiprogrammiga Bentley PowerCivil for Baltics V8i (lisa 16). Samuti koostati uuringuruumi ala maapinna 3D mudel arvutiprogrammi Bentley PowerCivil for Baltics V8i triangulatsiooni interpoleerimismeetodiga, kasutades ala mõõdistuse andmeid.

2.4. Kameraaltööd

Kameraaltööde käigus töötati läbi välitöödel kogutud materjal ja laborianalüüside andmestik. Kasuliku kihi materjali kvaliteeti hinnati vastavalt keskkonnaministri 17.12.2018 a. määruses nr 52 kinnitatud sätetele.

Maavara keemilise koostise ja füüsikalis-mehaaniliste omaduste keskmised näitajad uuritud alal arvutati kaalutud keskmise meetodil (lisad 4, 5, 6 ja 7). Uuringupunktide andmed on koondatud lisasse 2. Maavaravaru mahu arvutamiseks moodustati kolm plokki, mille paiknemine on näidatud graafilistel lisadel 1 ja 2.

Aruande graafilised lisad, maavara lasumi ja lamami mudelid ning varu arvutus on tehtud arvutiprogrammis Bentley PowerCivil for Baltics V8i. Varu arvutamisel on kasutatud triangulatsiooni interpoleerimismeetodit.

2.5.Tööde mõju keskkonnale

Pahkla III uuringuruumi geoloogilise uuringuga keskkonnale olulist negatiivset mõju ei kaasnenud. Geoloogilise uuringu teostamisel järgiti keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõudeid ning kasutati korras tehnikat, mis on läbinud perioodilise tehnilise ülevaatuse.

Töötamisel ei kasutatud keskkonda reostavaid materjale ja uuringuga ei reostatud põhjavett ega tekitatud normatiive ületavat müra või tolmu.

Uuringuruumi teenindusala piiresse ei jää looduskaitse ega Natura 2000 võrgustiku alasid ning uuringutega nendele mõju ei kaasnenud. Geoloogiliste välitöödega ei häiritud lähimaid majapidamisi, kuna välitööd toimusid lühiajaliselt päevasel ajal.

Uuring viidi läbi vastavuses keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusega nr 52 ja 07.04.2017. a määrusega 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".

Puuraugud likvideeriti pärast puursüdamiku võtmist ja veetaseme mõõtmist. Uuringuruumi teenindusala korrastati uuringueelsesesse seisukorda. Puuraugud täideti killustiku, betoonisegu ja pinnasega. Kaevandid likvideeriti väljatõstetud materjaliga. Puuraugu ülemine osa täideti mullakihi paksuses mullaga. Uuringupunktide ümbrus korrastati ning selle kohta koostati vastavasisuline akt (lisa 14), mis Keskkonnaameti 08.10.2025 korraldusega nr DM-133527-2 heaks kiideti (lisa 15).

3. GEOLOOGILINE EHITUS

Pahkla III uuringuruumi teenindusala asub Harju lavamaal, lauge paese aluspõhjaga alal. Piirkonna pinnakate koosneb liustikusetetest ehk moreenist ning see lasub Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku Kõrgessaare kihistu lubjakivil. Maapinna kõrgused jäävad üldiselt vahemikku 63,5–69 abs m.

Pahkla III uuringuruumi alal katab aluspõhja kivimeid keskmiselt 1,3 m paksune kvaternaari setete kiht, mis koosneb mullast koos kasvukihiga (Q_2s) ja selle all lasuvast rähksest moreenist ($Q_{1jr}Vr_g$). Muld koos kasvukihiga on paksusega 0,2–0,4 m (keskmiselt 0,3 m). Moreen, paksusega kuni 3,4 m (keskmiselt 1,0 m), on enamasti helebeežides toonides ja paerähkne (nt PA1, PA2). Kaevandites K1 ja K4 moreenikiht puudus ning muld kattis seal vahetult murenenud lubjakivi. Maavara katendi hulka kuulub ka murenenud lubjakivi, mille paksus on vahemikus 0–2,65 m (fotod 1 ja 2). Katendi kogupaksus on kuni 3,6 m ja keskmine paksus 1,8 m.



Foto 1. Katend puuraugus PA4. Pildil kuni 0,8 m sügavusel paerähkne moreen ja sealt edasi 0,5 m paksune murenenud lubjakivi.



Foto 2. Katend kaevandis K1. Kasvu- ja mullakihi all on mergli vahekihtidega murenenud lubjakivi ja suured lubjakivi plaadid.

Pahkla III uuringualal moodustavad kasuliku kihi Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku Vormsi lademe Kõrgessaare ja Nabala lademe Saunja kihistud. Nimetatud kihistud avati pinnakatte setete all kõikides puuraukudes.

Puuraukude detailsed andmed ja geoloogilised kirjeldused on esitatud lisades 2 ja 3. Järgnevalt on kirjeldatud Pahkla III uuringuruumis avatud karbonaatkivimeid kihistute kaupa.

Kõrgessaare kihistu (O3ks)

Pahkla III uuringualal avaneb Vormsi lademe Kõrgessaare kihistu peamiselt hallikates ja kohati hallikasbeežikates toonides lubjakivi, milles esinevad tumehallid mergli kelmed ning vahekihid. Lainjad merglikihid on enamasti ebaselgete piiridega (foto 3). Lubjakivi võib olla nii rohkem kui ka vähem savikas. Kõrgessaare kihistu paksus uuringuruumi piires on 7,75–11,70 m ja selle lamamipind jääb 54,08-56,58 m abs kõrgusele.



Foto 3. Hallikas lubjakivi tumehallide, kohati ebaselgelt piiritletud tumedamate merglikihtidega. Paiguti on mugulja tekstuuriga lubjakivi (PA5).

Lubjakivis esineb kivistisi ja katkestuspindasid (foto 4).



Foto 4. Kõrgessaare ja Saunja kihistute vaheline piir sügavusel 12,3 m on hästi nähtav - püriitse impregnatsiooniga katkestuspind (PA4).

Saunja kihistu (O_3sn)

Vormsi lademe lamamiks on Nabala lademe Saunja kihistu (O_3sn) karpliku murdega afaniitne lubjakivi, millele on iseloomulik beežikate ja hallikate kivimkomplekside vaheldumine. Horisontaal- kuni lainjaskihilised mergli vahekihid ja kelmed on vastavalt lubjakivi kihi värvusele mustad, tumepruunid ja tumebeežid (foto 5). Saunja kihistu uuritud paksus jääb vahemikku 10,90–15,75 m. Üheski puuraugus uuringuruumi piires ei ole Saunja kihistut täielikult läbitud.

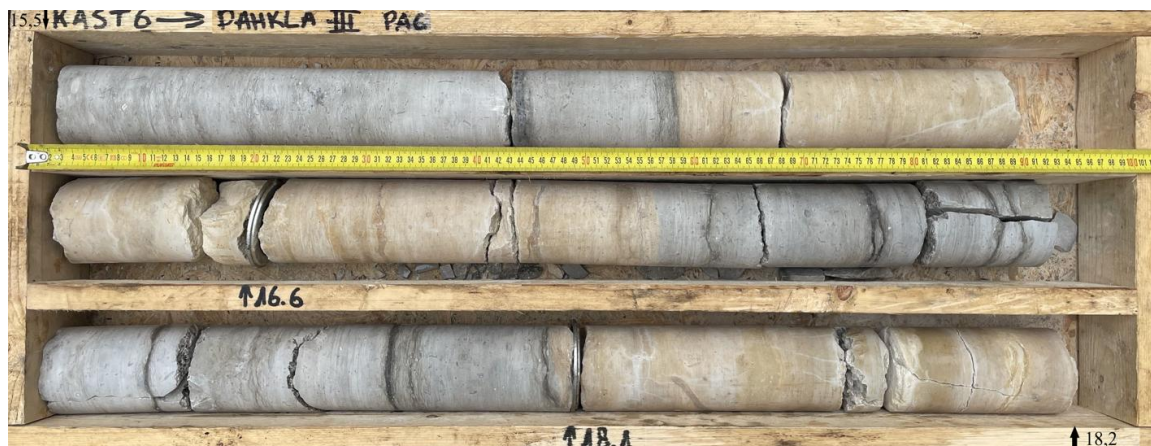


Foto 5. Peitkristalne Saunja kihistu lubjakivi puuraugus PA6.

Saunja kihistu allosas ilmuvad sinakad peenhajutatud püriidilaigud ehk püriidikirjad. Kohati esineb ka valgeid ränimugulaid ja kaltsiidiga täidetud lõhesid. Kohati on kihipindadel nähtavad õhukesed pruunikashalli mergli kiled.



Foto 6. Püriidikirjaline lubjakivi puuraugus PA5.

Kivim on üsna lõheline mõlemas kihistus. Puurtööde käigus on ilmnenu lõhelisuse ilminguid – puurvedeliku neeldumine ja puursüdamiku purustus. Aluspõhja kivimeis esinevaid kindlaks tehtud tektoonilisi rikkeid uuritavas piirkonnas ei ole.

Tabel 3.1. Pakkla III uuringuruumi üldistatud geoloogiline läbilõige

Kihi nimetus	Kihi paksus, m			Geoloogiline indeks	Kasulik kiht
	Min	Max	Kesk		
Muld kasvukihiga	0,2	0,4	0,3	Q _{2_s}	-
Moreen	0,0	3,4	1,0	Q _{1jrVr_g}	-
Kõrgessaare kihistu murenenu lubjakivi (katendis)	0,0	2,65	0,5	O _{3ks}	-
Kõrgessaare kihistu lubjakivi	5,6	11,15	8,8	O _{3ks}	+
Saunja kihistu lubjakivi	10,9	15,75	13,2	O _{3sn}	+

4. MAAVARA KVALITEET

Pahkla III uuringuruumi kasuliku kihi moodustavad Vormsi lademe Kõrgessaare kihistu ja Nabala lademe Saunja kihistu lubjakivid.

Kasuliku kihi kvaliteedi hindamisel juhinduti Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52, mis seab karbonaatkivimite kasutusala määramisele järgmised nõuded:

- 1) tehnoloogilise lubjakivi CaO sisaldus ei tohi olla <50% ja lisandite sisaldus >10%;
- 2) tehnoloogilise dolokivi MgO sisaldus ei tohi olla <18% ja lisandite sisaldus >5%;
- 3) kõrgemargilise ehituskivi purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 30 või väiksem ja külmakindluse kategooria F₂;
- 4) madalamargilise ehituskivi purunemiskindluse kategooria on 31–35 ning külmakindluse kategooria kuni F₄;
- 5) viimistluskivi on dekoratiivne, poleeritav ja vastab kõrgemargilise kivimi nõuetele;
- 6) täitekivi ei vasta punktides 1–3 nimetatud nõuetele ega sobi viimistluskiviks.

4.1. Füüsikalise-mehaanilised omadused

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida Pahkla III uuringuruumis lasuvate karbonaatkivimite sobivust ehituskillustiku toormeks. Kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud Los Angelese (LA) katsel teostatud killustiku purunemiskindluse põhjal (EVS-EN 1097-2:2020), mis on Eesti Vabariigi standardite järgi täitematerjali purunemiskindluse hindamise põhimeetodiks. Killustiku külmakindlus määrati EVS-EN 1367-1 standardi järgi. Labori katseprotokollid on esitatud lisades 8, 9 ja 10.

Proovide võtmisel lähtuti litostratigraafiast: Kõrgessaare ja Saunja kihistu kivimid prooviti eraldi. Kihistu sees proovideks jagamisel lähtuti samuti üldjuhul kivimi litoloogiast, kus ühte proovi koondati kas savikamad või puhtamad intervallid.

Proovid võeti kõigist puuraukudest (6 puurauku), sõltuvalt läbilõikest 5–8 proovi puuraugust. Kõrgessaare kihistut iseloomustab 16 proovi, Saunja kihistut 24 proovi.

Alljärgnevalt on iseloomustatud kihistute füüsikalise-mehaanilisi omadusi eraldi. Kaalutud keskmiste arvutused on esitatud lisas 4 ja andmed koondatud tabelisse 4.1.

Kõrgessaare kihistu (O_{3ks})

Kõrgessaare kihistu lubjakivist valmistatud killustikku iseloomustab muutlik purunemiskindlus – kaalukadu LA katsel oli 29–35%, keskmiselt 31%, vastates LA kategooriale 35. Kõrgemargilisele lubjakivile vastas 50% proovidest (8 proovi). Purunemiskindluselt veidi kvaliteetsem on Kõrgessaare kihistu ülemine pool. Muutlik on ka kihistu lubjakivi külmakindlus – külmakindluskatsel oli kaalukadu 1,6–4,4%, enamasti >2%, keskmiselt 2,5%, vastates kategooriale F₄.

Saunja kihistu (O_{3sn})

Samuti on muutliku purunemiskindlusega Saunja kihistu lubjakivi - kaalukadu LA katsel oli 26–34%, keskmiselt 31%, vastates LA kategooriale 35. Kõrgemargilisele lubjakivile vastas 33% proovidest (8 proovi). Vertikaalses läbilõikes jääb purunemiskindluselt

kvaliteetsem kivi läbilõike ülemisse ossa (ülemisse kolmandikku), kus lasub väga väheste mergli vahekihtidega afaniitne lubjakivi, mis keskmiste näitajate poolest annab purunemiskindluselt kõrgemargilise lubjakivi LA teguriga 30 (kategooria LA₃₀). Samuti on väga hea purunemiskindlusega kihistu alumisse ossa jääv püriidikirjaline pisikristalne lubjakivi, mille purunemiskindluse tegur on 26–27. Antud kivim on avatud vaid puuraukudes PA5 ja PA6 (proovid LAF5-7 ja LAF6-7), mis jäävad madalama reljeefiga uuringuruumi kirdeossa. Võrreldes Kõrgessaarega, on Saunja kihistu lubjakivi oluliselt parema ja stabiilsema külmakindlusega - külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,6–1,6%, keskmiselt 0,8%, vastates kategooriale F₁.

Tabel 4.1 Pahkla III uuringuruumi kivimist valmistatud killustiku füüsikalise-mehaanilised näitajad litoloogiliste erimite lõikes

Kihistu	LA tegur min-max/keskm	LA kateg	Külmakindlus F, % min-max/keskm	F kateg
O ₃ ks	29–35/ 31	35	1,6–4,9/ 2,5	F₄
O ₃ sn	26–34/ 31	35	0,6 –1,6/ 0,8	F₁

Eelkirjeldatut arvesse võttes, moodustatakse läbilõikes kvaliteedist lähtuvalt 3 varuplokki. Kõikide plokkide lamamiseks on kindlale abs kõrgusele jääv horisontaaltasapind, mis teeb kaevandamise mäetehniliselt lihtsamaks. Ülevaalt alla moodustuvad järgmised plokid:

Plokk 4 moodustatakse valdavalt Kõrgessaare kihistu mahus, kus plokki alumiseks piiriks on abs kõrgus 55,3 m, mis on Kõrgessaare kihistu lamami keskmine abs kõrgus. Plokki kvaliteeti on iseloomustatud 20 proovi põhjal (lisa 7). Killustiku purunemiskindluse katsel LA meetodil oli kaalukadu (LA tegur) 28–35%, keskmiselt 31%, vastates kategooriale 35. Killustiku külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,8–4,9%, keskmiselt 2,5%, vastates külmakindluse kategooriale F₄. Keskmiste näitajate põhjal, mis on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 6.2, vastab **plokki 4 kivim madalamargilise ehituslubjakivi** nõuetele.

Plokk 5, mis jääb horisontaaltasapindade 55,3 ja 51,6 m vahele, moodustub ligikaudu Saunja kihistu ülemisest kolmandikust (plokki maavara kihi paksus 3,7 m). Lamamiseks olev horisontaaltasapind valiti selliselt, et plokki tervikuna vastaks lubjakivi keskmistelt näitajatelt kõrgemargilise ehituslubjakivi nõuetele. Plokki kvaliteeti on iseloomustatud 13 proovi põhjal (lisa 7). Killustiku purunemiskindluse katsel LA meetodil oli kaalukadu (LA tegur) 28–33%, keskmiselt 30%, vastates kategooriale 30. Killustiku külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,8–4,3%, keskmiselt 1,0%, vastates külmakindluse kategooriale F₁. Keskmiste näitajate põhjal, mis on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 6.2, vastab **plokki 5 kivim kõrgemargilise ehituslubjakivi** nõuetele.

Plokk 6 moodustub Saunja kihistu alumisse poolde jäävast mergli vahekihtidega ja püriidikirjalisest lubjakivist. Ehkki kahe proovi andmeil on püriidikirjaline lubjakivi purunemiskindluselt kvaliteetne, siis käesoleva uuringu tulemusel on see avatud vaid kahes kirdenurgas asuvas puuraugus ja ei võimalda eraldisesvat plokki moodustada. Plokk jääb horisontaaltasapindade 51,6 ja 42,1 m abs kõrguste vahele (plokki maavara kihi paksus 9,5 m). Plokki lamamiseks on keskmine abs kõrgus, milleni lubjakivi käesoleva uuringu

käigus uuriti (puuraukudes avati). Ploki kvaliteeti on iseloomustatud 19 proovi põhjal (lisa 7). Killustiku purunemiskindluse katsel LA meetodil oli kaalukadu (LA tegur) 26–34%, keskmiselt 32%, vastates kategooriale 35. Killustiku külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,6–1,6%, keskmiselt 0,8%, vastates külmakindluse kategooriale F₁. Keskmiste näitajate põhjal, mis on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 6.2, vastab **ploki 6 kivim madalamargilise ehituslubjakivi** nõuetele.

Kuna plokkide piirid jäävad kindlatele horisontaaltasapindadele, siis satub Kõrgessaare kihistu lubjakivist moodustatud plokki kohati ka lamava Saunja kihistu lubjakivi ja vastupidi. Samuti jääb kõrgemargilise ehituslubjakivi plokki madalama kvaliteediga lubjakivi lamavast plokist ja vastupidi. Plokkide füüsikalis-mehaaniliste omaduste kaalutud keskmiste arvutused on esitatud lisa 5 ja andmed koondatud tabelisse 4.2.

Tabel 4.2. Pakkla III uuringuruumi kivimist valmistatud killustiku füüsikalis-mehaanilised näitajad plokkide lõikes

Plokk	LA tegur min-max/keskm	LA kateg	Külmakindlus F, % min-max/keskm	F kateg	Maavara
Plokk 4	28–35/ 31	35	0,8–4,9/ 2,5	F₄	madalamargiline ehituslubjakivi
Plokk 5	28–33/ 30	30	0,8–4,3/ 1,0	F₁	kõrgemargiline ehituslubjakivi
Plokk 6	26–34/ 32	35	0,6–1,6/ 0,8	F₁	madalamargiline ehituslubjakivi

4.2. Keemiline koostis

Kivimi keemilise koostise iseloomustamiseks tehti 15 analüüsi, milles määrati CaO, MgO ja lahustumatu jäägi sisaldus. Proovide võtmisel lähtuti üldjuhul litoloogiast.

Kõrgessaare kihistu (O₃ks) on esindatud savikate lubjakividega, milles lahustumatu jäägi sisaldus on reeglina üle 10% (67% proovidest), keskmine sisaldus on 11,50%. CaO sisaldus on keskmiselt 45,11% ja MgO 1,49%.

Saunja kihistus (O₃sn) lasuvad küllaltki puhtad lubjakivid, milles CaO sisaldus jääb vahemikku 47,80–52,42% ja on keskmiselt 50,04%. MgO sisaldus on keskmiselt 2,00% (0,23–3,87%) ja lahustumatut jääki keskmiselt 3,57% (2,58–4,45%).

Kivimi keemilise koostise arvutused litoloogiliste erimite lõikes on esitatud lisa 6 ja koondatud tabelisse 6.3.

Tabel 4.3. Pakkla III uuringuruumi kivimi keemiline koostis litoloogiliste erimite lõikes

Kihistu	CaO, %			MgO, %			Lahustumatu jääk, %		
	min	max	keskm	min	max	keskm	min	max	keskm
O₃ks	42,42	49,19	45,11	0,23	2,29	1,49	7,68	14,23	11,50
O₃sn	47,80	52,42	50,04	0,23	3,87	2,00	2,58	4,45	3,57

Alljärgnevalt on iseloomustatud kivimi keemilist koostist plokkide lõikes:

Plokk 4, mis koosnebki valdavalt Kõrgessaare kihistu lubjakivist, on keemiliselt koostiselt sarnane kihistu keemilise koostisega: CaO sisaldus keskmiselt 45,47%, MgO sisaldus 1,46% ja lahustumatut jääki 11,02%.

Plokk 5, mis moodustati füüsikalisi-mehaanilistelt näitajatelt Saunja kihistu kõige kvaliteetsemast lubjakivist, on ka keemiliselt koostiselt kõige puhtam lubjakivi – CaO sisaldus jääb vahemikku 48,01–51,56%, keskmiselt 50,78%, MgO sisaldus 0,68–3,41%, keskmiselt 1,19% ja lahustumatu jäägi sisaldus 2,94–4,45%, keskmiselt 3,65%. Kaalutud keskmise järgi vastab kivim tehnoloogilise lubjakivi nõuetele. Kuna piirkonnas on puudus kõrgemargilisest ehituskivist, oli geoloogilise uuringu eesmärgiks leida lubjakivi, millest saaks valmistada kvaliteetset ehituskillustikku. Seepärast ei planeeritud ega teostatud antud uuringut detailsusega, mis on nõutud tehnoloogilise lubjakivi arvele võtmiseks. Käesoleval ajal puudub ka tehnoloogilisele lubjakivile piisav turg ning tehased, mis kasutavad tehnoloogilist lubjakivi, jäävad Pahkla III uuringuruumist kaugemale, mis teeks kaevandamise ja tootmise kalliks. Tegelikult kasutatakse praegu Eestis lubjatööstuses lubjakivi, mille puhtusaste peab olema määruks toodud nõuetest oluliselt suurem – MgO sisaldus lubjakivis ei tohi olla >2% ja lahustumatu jäägi sisaldus peab jääma alla 3%. Sellise keemilise koostisega lubjakivi leidub näiteks Siluri ladestu Tamsalu kihistus, kus seda kaevandatakse Karinu, Võhmata ja Rakke maardlatest. Metallurgia- ning paberi- ja tselluloositööstuse tooraineks kasutatav lubjakivi peab aga olema keemiliselt veelgi puhtam (CaO sisaldus vähemalt 53%). Sellised lubjakivid on seotud biohermsete riffilubjakividega (nt Vasalemma maardlas).

Keemiliselt suhteliselt puhas on ka **ploki 6** lubjakivi - CaO sisaldus keskmiselt 49,57%, MgO sisaldus 2,42% ja lahustumatut jääki 3,64%.

Kivimi keemilise koostise arvutused plokkide lõikes on esitatud lisa 7 ja koondatud tabelisse 6.4.

Tabel 4.4. Pahkla III uuringuruumi kivimi keemiline koostis plokkide lõikes

Plokk	CaO, %			MgO, %			Lahustumatu jääk, %		
	min	max	keskm	min	max	keskm	min	max	keskm
Plokk 4	42,42	51,56	45,47	0,23	2,29	1,46	2,94	14,23	11,02
Plokk 5	48,01	51,56	50,78	0,68	3,41	1,19	2,94	4,45	3,65
Plokk 6	47,80	52,42	49,57	0,23	3,87	2,42	2,58	4,45	3,64

Eelkirjeldatud arvesse võttes, esitatakse Pahkla III uuringuruumis lasuva lubjakivi varu kinnitamiseks kolmes üksteise kohal paiknevas plokis järgmiselt:

- Plokis 4 madalamargilise ehituslubjakivina, mille purunemiskindlus on LA₃₁ ja külmaskindlus F₄;
- Plokis 5 kõrgemargilise ehituslubjakivina, mille purunemiskindlus on LA₃₀ ja külmaskindlus F₁;
- Plokis 6 madalamargilise ehituslubjakivina, mille purunemiskindlus on LA₃₂ ja külmaskindlus F₁.

5. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Geoloogilise uuringu raames teostati Pahkla III uuringuruumi pinna- ja põhjavee uuring Maavarauuringud OÜ poolt. Vastava töö aruanne on esitatud lisas 12. Käesolev paetükk on koostatud viidatud aruande alusel.

Pahkla III uuringuruumi hüdroteoloogilised tingimused sõltuvad eelkõige ala geoloogilisest ehitusest, paikkonna reljeefist ja hüdrolaafiavõrgust. Vaadeldava ala hüdroteoloogilise läbilõike ülemises osas levivad kõikjal Kvaternaari ja Ordoviitsiumi põhjaveekihi. Lähtudes sellest, et tulevaste karjääride juurdevool moodustub Kvaternaari ja Ordoviitsiumi veekihtide põhjavee arvel, on ära jäetud lamavate Ordoviitsiumi Kambriumi ja Kambriumi–Vendi veekompleksi kirjeldused.

Pinnakatte moodustavas moreenis sisalduv põhjavesi iseseisvat tähtsust ei oma. Ordoviitsiumi veekiht levib karbonaatkivimites. Läbilõikes vahelduvad lubjakivi ja savika lubjakivi kihid. Selle tulemusena eristatakse veekompleksis kolme suhteliselt iseseisvat erineva veetasemega veekihti. Karbonaatkivimite veejuhtivus sõltub kivimikihtide savikusest ja lõhelisusest. Aluspõhja karbonaatkivimite kõige karstunuma ja lõhestunuma ülemise osa paksus on keskmiselt ca 0,5 m. Lasuvussügavuse suurenedes karbonaatkivimite lõhelisus ja karstumus vähenevad ning nende veepidavus suureneb. Karbonaatkivimites levivad katkendlikud, paralleelkihilised, enamasti 1 m paksused suhteliselt tugevasti lõhestunud võõd, mida mööda põhjavesi liigub lateraalsuunas. Maapinnal avaneva veekihi veejuhtivus on reeglina kõige suurem lubjakivide maapinnalähedases (orienteeruvalt kuni 13 m) kihis: 200–500 m²/ööp. Veekihi alumises osas (sügavamas kui 13 m) langeb veejuhtivus alla 50 m²/ööp. Selline veejuhtivus on lõheliste karbonaatkivimite puhul keskmine. Suurema veejuhtivusega piirkondi võib esineda võimalikes lõhe- ja karstivõõndites.

Kvaternaarisetete põhjavesi levib kõikides vaadeldaval alal levivates geneetilistes settetüüpides. Pahkla III uuringuruumi piirkonnas on moreen, mis on periooditi vettandev. Kvaternaarisetete paksus on ebaühtlane, põhiliselt 0,2–3,6 m. Moreeni halvad filtratsiooniomadused ei mõjuta oluliselt vee juurdevoolu tulevasse karjääri.

Ordoviitsiumi põhjavesi levib läbilõike erineva lõhelisuse ja vee läbilaskvusega karbonaatkivimites. Sõltuvalt kivimite vee läbilaskvusest eristuvad põhjaveekihi hüdroteoloogilises läbilõikes tinglikult:

- 1) Nabala–Rakvere veekiht (O3nb–rk);
- 2) Oandu veepide (O3on);
- 3) Keila–Kukruse veekiht (O3kl–kk);
- 4) Uhaku veepide (O2uh);
- 5) Lasnamäe–Kunda veekiht (O2ls–kn).

Nabala–Rakvere põhjaveekiht levib kogu Pahkla III uuringuruumis uuringuruumil. Vettandvateks kivimiteks on Saunja, Paekna ja Rägavere kihistu lõhelised lubjakivid. Veekihi lasumiks on põhiliselt moreen, aluspõhjakivimite ülemine kiht koosneb murenenud lubjakiviklibust. Lamamiks on Ülem-Ordoviitsiumi Oandu lademe savikas lubjakivi, mis moodustab suhtelise veepideme. Veekihi paksus väheneb põhja poole väljeala suunas. Hüdrodünaamiliste näitajate poolest on põhjavesi nõrgalt surveine, madalseisu ajal üksikjuhtudel kuni vabapinnaline. Pahkla III lubjakivikarjääri

kasutuselevõtu korral on Nabala–Rakvere veekiht karjäärivee peamiseks allikaks. Veeärastus karjäärist kutsub esile alanduslehtri arengu, mille kesse asub karjääris.

Keila–Kukruse veekiht levib kogu vaadeldaval alal. Vettandvateks kivimiteks on erineva lõhelisusega lubjakivid ja dolomiidid, paksusega 35 m. Lasumiks on Ülem-Ordoviitsiumi Oandu lademe savikas lubjakivi, lamamiks Kesk-Ordoviitsiumi Uhaku lademe savikas lubjakivi. Põhjaveetase lasub 2–9 m sügavusel ning on põhiliselt survealine. Põhjaveevoolu suund on põhja poole. Nabala–Rakvere veekihi levialal on Keila–Kukruse veekihi piesomeetiline tase 2–5 m sügavamal, mis loob tingimused läbivooluks ülevalt alla. Vaatlusandmete põhjal on veetaseme muutuste amplituud 1–2,05 m.

Lasnamäe–Kunda veekiht on vaadeldaval alal üldise levikuga. Vettandvateks kivimiteks on lubjakivid ja dolomiidid, paksusega 10–12 m. Põhjavesi on survealine, veetase lasub 5–7 m maapinnast, põhjaveevoolu suund on lõunast põhja. Veekiht on veevaene, erideebit $q = \sim 0,1$ l/s·m, veejuhtivus $km = 15$ m²/d.

Pahkla III uuringuruumi ümbruses on elanike veevarustusallikaks puurkaevud, milles on avatud Ülem-Ordoviitsiumi veekompleksi Nabala–Rakvere ja Ordoviitsiumi–Kambriumi põhjaveekiht (tabel 2 tekstilis 12). Keemiliselt koostiselt on põhjavesi HCO₃-SO₄-Ca-Mg-tüüpi, üldkaredusega 3,3–7,0 mg-ekv/l ja suure rauasisaldusega (500–2400 µg/l)¹², mis põhjustab vee kollaka värvuse ja sademe. Puurkaevude sügavus on 22–60 m, v.a üks puurkaev, mille sügavus on 164,8 m (tabel 2 tekstilis 12). Pahkla III uuringuruumi mõjupiirkonnas olevate seitsme kinnistu kaevude andmeid ei õnnestunud saada erinevatel põhjustel (tabel 3 tekstilis 12).

Põhjavee toitumine toimub sademete arvel, mil aeratsioonivöö küllastub täielikult, veetase tõuseb maksimumini ja suureneb infiltratsioon lamavasse Ordoviitsiumi põhjavette.

Pahkla III uuringuruumis avatavas karjääris alandatakse maavara väljamiseks põhjaveetaset. Selle tulemusena kujuneb karjääri ümber alanduslehter ning ümbruskonna majapidamiste kaevudes võib vee väljapumpamise tagajärjel veetase alaneda ja madalad kaevud võivad jääda kuivaks ning puurkaevude pumbad võivad vajada sügavamale laskmist.

Vee juurdevoolu hinnang

Hüdrogeoloogilises uuringus on arvutuslikult määratud vee juurdevooluks sademeveest kuni 565 m³/ööp ja lumesulaveest kuni 1657 m³/ööp.

Selleks, et hinnata lubjakivi kaevandamisel väljapumbatava vee koguseid karjäärist ja veealanduse mõju ulatust, tehti katsepumpamine uuringuruumi edelaosas ühes puuraukude paaris: P-III-PP ja P-III-VP. Katsepumpamisel veetaseme alanemisel oli filtratsioonimoodul (K) 1,05 m/ööp, veetaseme taastumisel oli $K = 1,02$ m/ööp. Arvutustes on filtratsioonimooduliks võetud $(1,05 + 1,02) : 2 \approx 1,04$ m/ööp.

Staatiline veetase pumbatavas puuraugus P-III-PP oli katsetöö ajal (28.05.2026) 5,04 m (abs kõrgus 62,96 m) ja P-III-VP veetase maapinnast oli 5,05 m maapinnast, ehk absoluutkõrgusel 62,95 m. Pumbatava puuraugu P-III-PP tootlikkuseks oli 0,93 l/s ehk 80,35 m³/ööp, ja puuraugu erideebit (q) oli 0,32 l/s·m. Hüdrodünaamiliste parameetrite arvutustulemused on esitatud tabelis 5.1.

Tabel 5.1. Hüdrodünaamilised parameetrid katsepumpamise põhjal (väljavõtte lisast 12)

Pa nr	Pa sügavus, m	Pa. suudme abs.k., m	Staatilise veetaseme abs.k., m	Deebit, $Q, l/s$	Alandus S, m	Erideebit $q, l/s \cdot m$	Filtratsiooni-moodul, $K, m/ööp$; alanemisel / taastumisel	Veejuhtivus $km, m^2/ööpäevas$		Taseme-juhtivus $a, m^2/ööp$; taastumisel
								pumpa-misel	taastu-misel	
P-III-PP	27,30	70,6	68,36	0,93	2,88	0,32	1,05 / 1,02	20		81
P-III-VP	27,30	70,6	68,35						19	

Arvestades kasuliku kihi paksuseks keskmiselt 22 m on uuringuruumi 36,02 ha suuruse teenindusala piires hinnanguline maavara kogus ca 7930 tuh m^3 , mis kaevandatakse ära 30. aasta jooksul. Arvutuslikult teeb see kaevandamise keskmiseks aastamahuks ca 264150 m^3 . Kuna kasuliku kihi lamami pind jääb abs kõrgusele keskmiselt 42,09 m ning maksimaalne veetase absoluutkõrgusele 65,7 m (PA 4, 2025), tuleb kaevandamisel veetaset alandada maksimaalselt 22 m. Lisas 12 on toodud põhjavee juurdevoolu arvutamine eelpoolnimetatud karjääri töötamise 1. aasta, 15. aasta, mil kaevandatud on ca pool mäeeraldise mahust ja lõpuaasta (30.) kohta.

1. tööaasta lõpuks, kui kaevandatud on ca 1,2 ha ja veetaset alandatud 11 m, on väljapumbatava vee maksimaalne kogus (s. o. kevadisel lumesulamisperioodil (lumesulamisvesi + põhjavesi)) 2771 $m^3/ööp$, keskmiselt on aga väljapumbatava vee kogus 1333 $m^3/ööp$. 15. tööaasta lõpuks, kui kaevandatud on ca 18 ha ja veetaset alandatud 19 m, on väljapumbatava vee maksimaalne kogus (s. o. kevadisel lumesulamisperioodil) 2983 $m^3/ööp$, keskmiselt on aga väljapumbatava vee kogus 1891 $m^3/ööp$. Karjääri ammendamise ajaks on väljapumbatava vee kogused sarnased 15. aasta kaevandamise veekogustega: maksimaalne – 3192 $m^3/ööp$ ja keskmine – 2100 $m^3/ööp$. Karjääri laienedes tuleb arvestada sademete ebaühtlusega, mille muutustest sõltuvalt võib aasta keskmine juurdevool muutuda 1,3–1,5 korda. Kokkuvõtlikult on arvutuste tulemused esitatud tabelis 5.2.

Tabel 5.2. Vee juurdevoolu arvutuslikud tulemused (väljavõtte lisast 12)

Vee juurdevool karjääri, $m^3/ööp$	1. aasta $F \sim 12007 m^2$	15. aasta $F \sim 180100 m^2$	30. aasta $F \sim 360200 m^2$
sademevesi	565	565	565
lumesulamisvesi	1657	1657	1657
põhjavesi	768	1326	1535
keskmine	1333	1891	2100
maksimaalne	2425	2983	3192

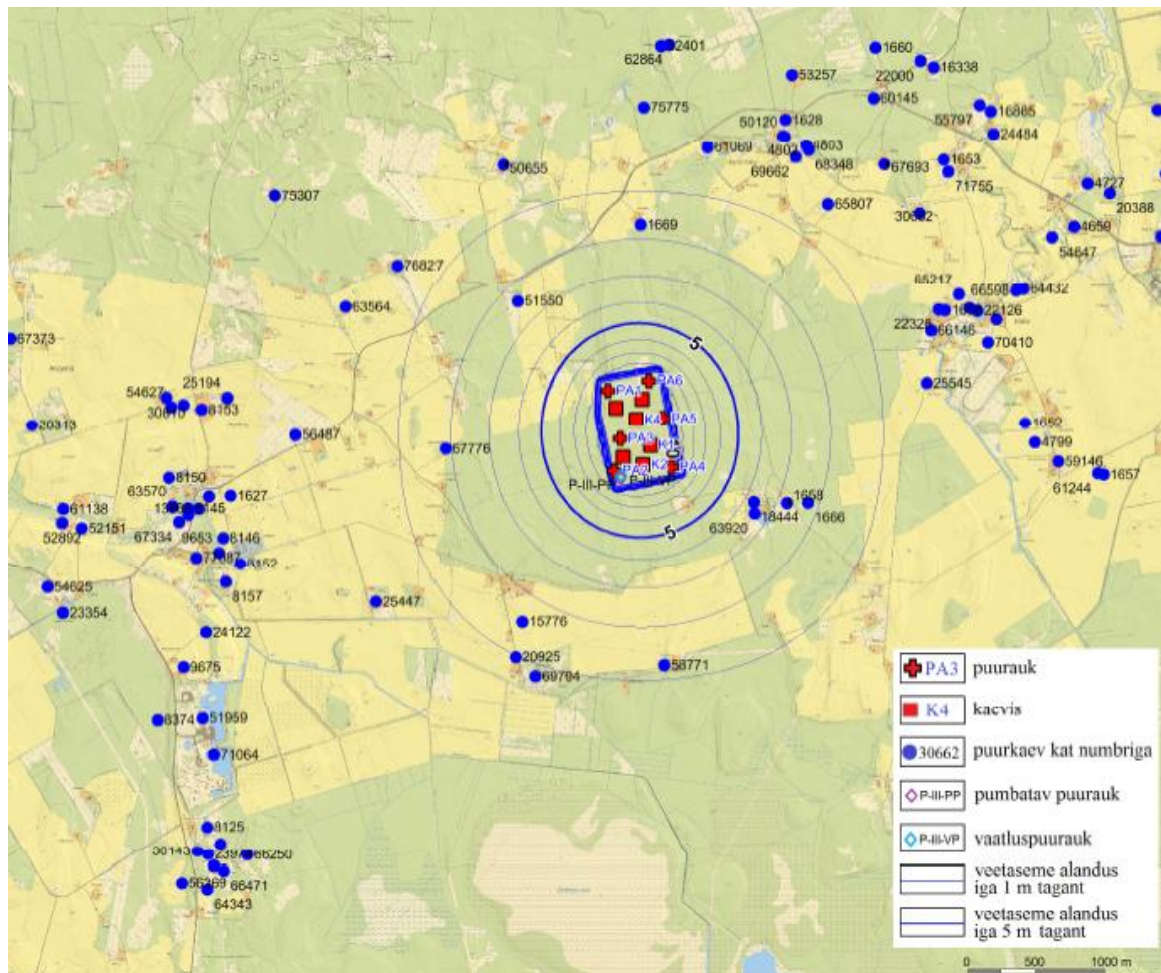
Veealanduse arvutuslik mõjuraadius

Põhjavee väljapumpamisega kaasneb veetaseme alanemine ja kujuneb alanduslehter. Veealanduse mõju ligilähedane raadius erinevate sügavuste (11 m, 19 m ja 22 m) korral on lisas 12 esitatud arvutuste kohaselt vastavalt 258 m, 999 m ja 1413 m.

Veealanduse modelleeritud mõjuraadius

Pahkla III uuringuruumi kohta on koostatud ülevaatlik mudel kui veetaset on alandatud 22 m (allolev joonis 5.1). Hüdrogeoloogilise mudeli koostamisel võeti arvesse piirkonna hüdroloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused, geoloogiline ehitus ja aluspõhjakiivimite reljeef. Jões, ojad ja maaparandussüsteemid on mudelil kujutatud pinnavett ärajuhtivate

dreeneidena. Hüdrogeoloogilised parameetrid on võetud uuringutöö katsepumpamise tulemuste ja väljapoole uuringuruumi jäävate tarbepuurkaevude andmete põhjal. Sademete hulgaks on võetud Tallinna ja Kuusiku ilmajaama andmete keskmised näitajad. Töös hinnati katsepumpamise andmete alusel uuringuruumi vee-eemalduse mõju ulatust kui veetaset alandatakse 22 m. Ülesanne lahendati veetaseme alandamisega uuringuruumil saadud veetasemete algseisust USAs väljatöötatud programmi GMS 3. variandi abil. Modelleeriti veetaseme alandamist Pahkla III uuringuruumi alal täieliku ammendamise korral.



Joonis 5.1. Ammendatud Pahkla III uuringuala modelleerimise tulemused veetaseme alandusel $S = 22$ m.

Modelleerimise tulemus andis sama tulemuse, mis saadi ka arvutuslikult. Vee-eemalduse alanduslehti ulatus katsepumpamisel saadud hüdrodünaamiliste parameetrite alusel ulatub ca 1,4 km uuringuruumi piirist.

Teadaolevalt käsitlevad kaevandamise arendajad oma projektides mitmeid võimalusi, kuidas hoida karjääri ümbritseval alal põhjavee taset üleval. Ühe meetmena vee sissevoolu vähendamiseks rajatakse katendi setetest barjäärid mäeeraldiste nõlvadele. Nii takistatakse vee sissevoolu karjääri ning vähendatakse alanduslehti ulatust.

Pahkla III karjääri vee saab juhtida 0,3 km või 0,6 km kaugusel asuvasse kraavi, mis suubub Tuhala jõkke. 2025. a vaatluse ajal 0,3 km ja 0,6 km kaugusel asuvates kraavides veevool puudus, kraavid vajavad puhastamist.

Elanikkond saab tarbevee enamasti 22–60 m sügavustest puurkaevudest. Majapidamiste kaevude seisundit hinnati kuni 1,5 km raadiuses Pahkla III uuringuruumist. Enamus puurkaevudest on arvel keskkonnaregistris. Mitmed puurkaevud on suletud kapitaalselt ja neis ei olnud võimalik veetaset mõõta.

6. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Kaevandamise mäetehnilised tingimused on tavapärased, olles iseloomulikud Põhja-Eestis paiknevatele lubja- ja dolokivikarjääridele, kus varu paikneb valdavalt põhjavee tasemest madalamal ja kvaternaarisetete paksus on võrdlemisi õhuke. Pahkla III uuringuruumis on kvaternaarisetete paksus keskmiselt 1,3 m ja koorimist vajab kohati ka murenenud lubjakivi, mis on arvatud katendi hulka. Põhjavee tase jääb keskmiselt ~2 m sügavusele maapinnast.

Uuringuloa omanikul, AS-il Kiirkandur on pikaajaline kaevandamiskogemus, sealhulgas ka karbonaatkivimite veealusel kaevandamisel.

Käsitletav ala paikneb metsaga kaetud alal, millel on osaliselt teostatud raiet. Seetõttu on enne kaevandamisega alustamist vaja alalt raadata mets ja juurida kändud ning koorida katend (muld, moreen ja kohati ka murenenud lubjakivi). Mäeeraldise piires eemaldatakse kattepinna järk-järgult vastavalt mäetööde edenemisele. Kasvukiht ladustatakse moreenist ja murenenud lubjakivist eraldi. Kaks viimast on koostiselt suhteliselt sarnased ja nende koorimine ja ladustamine eraldi ei ole vajalik. Kasvukihi keskmine paksus on 0,3 m ja selle maht 93 tuh m³. Kuna kaevandatud ala korrastatakse veekoguks, ei kuulu kasvukiht kogumahu karjääri korrastamiseks. Täpsed mahud arvutatakse korrastamisprojekti koostamisel. Karjääri piirile vallitunud moreenpinna ja rajatud piirdekraavid aitavad vähendada ümbritsevatelt aladelt karjääri valguva vee kogust. Samas on katendivallid müra- ja tolmutõkkeks. Moreeni ja murenenud lubjakivi maht on kokku 539 tuh m³.

Kasuliku kihi keskmine paksus on 22,2 m, millest enamus jääb põhjavee tasemest madalamale. Kaevandamise korral on vajalik vee väljapumpamine karjäärist. Hüdrogeoloogilise aruande kohaselt saab Pahkla III karjääri vett juhtida 0,3 km või 0,6 km kaugusel asuvasse kraavi, mis suubub Tuhala jõkke. 2025. a vaatluste ajal olid kraavid kuivad ja vajaksid puhastamist. Enne karjäärivee kraavi juhtimist tuleb veel lasta settebasseinis selgineda. Karjäärivee vee-eemaldus lahendatakse kaevandamise projektis.

Karjääri valguva vee koguse vähendamiseks võib rakendada veetõkke rajamist karjääri välisperimeetrile kaevandamisel teisaldatavast moreenpinnasest. Väikese veejuhtivusega pinnasest veetõkke takistab külgsuunast tuleva põhjavee karjääri imbumist. Põhjavee sissevoolu vähenemise tõttu väheneb sellevõrra ka väljapumbatava vee kogus, koormus äravooluteele ja põhjavee alanduse ulatus. Kaevetööde lõppedes peatatakse vee välja pumpamine karjäärist. Põhjavee eeldatav tase pärast maavara ammendamist jääb eelduslikult ligikaudu 62 m abs tasemele.

Pahkla III uuringuruumis lasuvad üksteise kohal erineva kvaliteediga maavara plokid. Kaevandades maavara plokkide/kvaliteedi kaupa, kujuneks 3 kaeveastet, kus esmalt kaevandatakse keskmiselt 9,0 m paksuselt plokki 4 madalamargilist lubjakivi (absoluutkõrguseni 55,3 m), seejärel 3,7 m paksust kõrgemargilist ehituskivi plokist 5 (absoluutkõrguseni 51,6 m). 3 astme kõrgus on 9,5 m, kust kaevandatakse madalamargilist ehituslubjakivi (absoluutkõrguseni 42,1 m). Kui plokkide kaupa väljamine ei ole vajalik, võib kaeveastmed valida ka muudel alustel, nt kahe astmega, jagades kogu kasuliku kihi kaheks, mis on mäetehniliselt ja majanduslikult otstarbekam.

Mäetööde põhiprotsessiks on tootsa kihindi kobestamine lõhkamise abil ning kobestatud mäemassi töötlemine purustus-sorteerimissõlmes. Pahlk III kivimi sobivamaks kobestusviisiks on puur-lõhketööd, mis kaasaegses mäetööstuses on kaljuste kivimite kobestamise levinum moodus. Kaevis purustatakse ja sorteeritakse (sõelutakse) karjääri territooriumile paigaldatud mobiilse purustus-sorteerimissõlme abil, mis kaevandamise edenedes paigutatakse karjääri süvendisse. Tarbimiseks ettevalmistatud toodangu ladustamine kuhilatesse (või vahetult tellijate kalluritele) ja kuhilatest kalluritele toimub kopplaaduri või ekskavaatori abil. Transpordivahenditena kasutatakse kaasaegseid kallurautosid.

Peale keskkonnaloa väljastamist tuleb koostada kaevandamise projekt detailsema kaevandamise tehnoloogia määramiseks ning rajada karjäärile ligipääs. Riigi kõrvalmaantee Vaida-Urge tee 11202 jääb uuringuruumist 1 km kaugusele põhja poole, millega korralikku teeühendust alal pole.

Võimalikud keskkonnamõjud

Uuringuruum ei jää Natura 2000 ega looduskaitsealadele, samuti ei ole sellel registreeritud looduskaitseobjekte. Küll jääb aga Pahlk III uuringuruumi idaservast ~0,5 m kaugusele metsa vääriselupaik VEP nr.207492 (Eesti looduse infosüsteemi kood VEP207492; männikud ja männisegametsad) ja III kategooria kaitsealuse liigi *Tetrastes bonasia* (laanepüü; Eesti looduse infosüsteemi kood KLO9131328) leiukoht. Lisaks asub uuringuruumi põhjaservast vähemalt 4,1 m ja idaservast vähemalt 78 m kaugusel projekteeritav metsaalade looduskaitseala. Kaevandusloa menetluse käigus hinnatakse mõju VEP-ile ja laanepüü leiukohale ning planeeritakse meetmed nende seisundi säilimiseks.

Maavara kaevandamisega mõjutatakse alati suuremal või vähemal määral keskkonda. Karbonaatkivimite kaevandamisel on peamiseks keskkonda mõjutatavateks teguriteks müra, tolm, puur-lõhketöödest põhjustatud maavõnked ning mõju pinna- ja põhjaveele.

Peamiseks tolmuallikaks lubjakivi kaevandamisel on karjäärisisesed- ja väljaveoteed, purustussõlmed ning kaevandatud materjali laadimisprotsess. Tolmu levik mäetööde juures on üldjuhul lokaalne, vajadusel on võimalik kasutada leevendusmeetmeid leviku tõkestamiseks. Karjäärisiseseid teid, väljaveoteid ja lao platse tuleb kuiva ilmaga niisutada. Kasutades mobiilset purustus-sorteerimissõlme, mille konveierid on kaetud, siis tolmu praktiliselt ei teki.

Puur-lõhketööde peamiseks negatiivseks mõjuks on vibratsioon, mis on lühiajaline ning püsivat mõju keskkonnale ei oma. Lööklaine mõju kõrvaldamiseks ning vähendamiseks kasutatakse sobiva pikkusega topist. Lõhketöid viib läbi vastavat litsentsi omav ettevõtte, kelle poolt koostatakse nõuetele vastav puur-lõhketööde projekt, milles arvestatakse mäeeraldise geoloogiaga ja maapinna võngete suhtes tundlike objektide kaugusega. Lõhketööde parameetrid ja kasutatavad kaitsevahendid valitakse selliselt, et on välistatud lõhketöö ohualasse jäävate ehitiste ja seadmete kahjustamine lööklaine, kildude laialipaiskumine ning seismilise võnkumise mõjud.

Kaevandamisega kaasneb alati müra, mida tekitavad nii mäetööde masinad (ekskavaator, buldooser, laadur, kallurauto, purmasin, purustus- ja sorteerimissõlm ning lõhketööd) kui

ka maavara transpordiks kasutatavad masinad. Purustus-sorteerimissõlme paigutamine rajatava karjääri põhja vähendaks oluliselt mõju lähimatele taludele. Samuti oleks abi teenindusalale rajatavatest müratõkkevallidest. Oluliselt vähendab mürataset ja tolmuhulka rajatava karjääri ja talude vahele jäävad metsaribad. Lähimad talud jäävad uuringuruumi teenindusala kagunurgast ~240 m kaugusel Raiesmiku ning loodeservast ~300 m ja ~385 m kaugusel vastavalt Lõuna-Vainumäe ja Nurmiku katastriüksustele.

Karjääri põhjale kütte- ja määrideõlide sattumist välditakse, kasutades korras rasketehnikat, mis on läbinud perioodilise tehnilise ülevaatuse. Korras mäetööde masinate kasutamine tagab ka normipiiresse jääva heitgaaside heite õhku. Mäetööde tehnilise avarii korral, kui pinnasele või karjäärivette satub nafta- või õliprodukte, on kaevandaja kohustatud viivitamatult keskkonnareostuse likvideerima.

Arvutuste kohaselt ulatub kogu kasuliku kihi kuivendamise korral (alandus 22 m) alanduse mõju ~430 m kaugusele karjääri servast. Antud mõjuraadiusesse jäävad 3 talu: Nurmiku ja Lõuna-Vainumäe loode suunas ja Raiesmiku kagusse. Kui kaevandamise tulemusena karjääri mõjupiirkonnas olevates kaevudes alaneb veetase tarbimist mittevõimaldavale tasemele või vee kvaliteet halveneb, tuleb arendajal need asendada sügavamatest veekihtidest toituvate kaevudega.

Karjäärist väljapumbatav vesi tuleb enne äravoolu suunamist puhastada settetiigis ning veekvaliteeti tuleks kavandatava tegevuse käigus perioodiliselt seirata.

Üks karjääriga kaasnevaid keskkonnamõjusid on maastiku visuaalne muutumine. Viimane on aga maavara kaevandamise juures paratamatu ning mõju on leevendatav ala kaevandamisjärgse korrastamisega, mis tulenevalt seadusandlikust korrast on kaevandajale kohustuslik. Ammendatud kaevealale kujuneb ligikaudu 20 m sügavune veekogu, mida tulevikus võib kasutada puhke-, kalamajanduse või muul eesmärgil. Kaevandamisega rikutud maa korrastatakse korrastamisprojekti alusel, mille koostamisel lähtutakse Keskkonnaameti, kohaliku omavalitsuse ja maaomaniku poolt esitatud tingimustest. Korrastamisprojekti koostamisel lähtutakse konkreetse ala iseärasustest ja võimalustest ning leitakse karjääri korrastamiseks läbimõeldult mõistlikud lahendused.

7. VARU ARVUTUS

Maavaravaru arvutuse aluseks on topograafiline plaan mõõtkavas 1:2000, mis on koostatud ala topo-geodeetilise mõõdistuse tulemusel seisuga 26.03.2025. a. Varu arvutus on tehtud kolmes plokis, pindalal **36,02 ha**. Varu arvutuse ploki piiri puhul lähtuti uuringuruumi ja kehtivatest katastripiiridest. Mudeltasapindade koostamisel lähtuti puuraukude andmetest. Kasuliku kihi lasumi ehk katendi lamami mudeltasapinna koostamisel on lähtutud uuringupunktide andmetest. Varu arvutus tehti kombineeritult mudelarvutuse teel programmis Bentley PowerCivil for Baltics V8i ja moodustatud varuplokkide paksuste alusel (lisa 13, lisa 11). Ala uurituse tase, hüdrokeoloogilised ja mäenduslikud tingimused võimaldavad varu klassifitseerida aktiivse tarbevaruna.

Maavaravaru mahtude arvutamiseks konstrueeriti järgmised mudelid või tasapinnad:

1. maapinna mudel (kasutatud on käesoleva uuringu käigus teostatud topograafilise mõõdistamise andmeid);
2. katendi lamami ehk kasuliku kihi lasumipind (kasutatud on käesoleva töö käigus rajatud puuraukude ja kaevandite andmeid, mis on ära toodud uuringupunktide kataloogis lisa nr 2);
3. mullakihi lamam;
4. moreenikihi lamam;
5. Ploki 4 kasuliku kihi lamami tasapind (55,3 m abs kõrgus).

Vastavalt maavara kvaliteedile moodustatakse kolm üksteise kohal paiknevat varuplokki. Kuna mäetehniliselt on kaevandamisel lihtsam järgida ühte püsivat taset, on moodustatud plokkide lamamiks võetud horisontaaltasapinnad kindlatel absoluutkõrgustel:

1. Ploki 4 lamamiks on abs kõrgus 55,3 m, mis on Kõrgessaare kihistu lamami keskmine abs kõrgus;
2. Ploki 5 lamamiks on abs kõrgus 51,6 m. Lamamiks olev horisontaaltasapind valiti selliselt, et plokis tervikuna vastaks lubjakivi keskmistelt näitajatelt kõrgemargilise ehituslubjakivi nõuetele;
3. Ploki 6 lamamiks on abs kõrgus 42,1 m – keskmine abs kõrgus, milleni lubjakivi käesoleva uuringu käigus uuriti (puuraukudes avati). Ehkki kõik puuraugud ei ulatu antud tasemeni, siis uurimistulemused näitasid, et uuringuruum on geoloogiliselt ehituselt väljapeetud (nii kihistute litoloogia kui ka paksused) ning Saunja kihistu on antud tasemeni kvaliteetne kogu uuringuruumi piires, mis võimaldab varu anda kohati sügavamal, kui uuringupuuraugud ulatusid.

Plokkide nummerdamisel lähtuti Pakkla maardla olemasolevate plokkide numeratsioonist, millest tulenevalt moodustati plokid 4 aT, 5 aT ja 6 aT.

7.1. Katendi maht

Katend ei levi kogu uuritud ala piires ühtlase paksusega kihina. Katendi paksus on suurem uuringuruumi põhjaosas – pinnakatte paksus suureneb uuringuruumi loodeosas (PA1) ja murenenud lubjakivi paksus on suurim puuraugus PA6. Eelnimetatud puuraugus on murenenud lubjakivis (kuni 3,4 m sügavuseni) savise täitega vahekihid, mistõttu on see katendi hulka arvestatud. Katend koosneb peamiselt mullast koos kasvukihiga, moreenist ja mergli vahekihtidega murenenud lubjakivist.

Maavara katendi maht on mudelarvutuse järgi **632 tuh m³**.

Kogu katendi keskmine paksus on järelikult: $632 \text{ tuh m}^3 / 36,02 \text{ ha} = 1,75 \text{ m} \approx 1,8 \text{ m}$.

Mulla maht on mudelarvutuse järgi **93 tuh m³**.

Mulla keskmine paksus on järelikult: $93 \text{ tuh m}^3 / 36,02 \text{ ha} = 0,26 \text{ m} \approx 0,3 \text{ m}$

Murenenud lubjakivi maht katendis on mudelarvutuse järgi **164 tuh m³**.

Murenenud lubjakivi keskmine paksus on järelikult: $164 \text{ tuh m}^3 / 36,02 \text{ ha} \approx 0,5 \text{ m}$

Moreeni maht on: $632 \text{ tuh m}^3 - 93 \text{ tuh m}^3 - 164 \text{ tuh m}^3 = \mathbf{375 \text{ tuh m}^3}$.

Moreeni keskmine paksus on järelikult: $375 \text{ tuh m}^3 / 36,02 \text{ ha} \approx 1,0 \text{ m}$

7.2. Maavara maht

Ploki 4 aT varu arvutus (madalamargiline ehituslubjakivi)

Uuritud kivim vastab kaalutud keskmiste näitajate järgi madalamargilisele ehituslubjakivile. Ploki lamam paikneb kõrgusel 55,30 abs m.

Ploki 4 aT maht on mudelarvutuse järgi: **3239 tuh m³**.

Ploki keskmine paksus on järelikult: $3239 \text{ tuh m}^3 / 36,02 \text{ ha} = \mathbf{9,0 \text{ m}}$.

Ploki 5 aT varu arvutus (kõrgemargiline ehituslubjakivi)

Uuritud kivim vastab kaalutud keskmiste näitajate omaduste järgi kõrgemargilisele ehituslubjakivile. Ploki lamam ja lasum paiknevad vastavalt 51,60 ja 55,30 abs m kõrgustel.

Ploki maavarakihi paksus on **3,7 m**.

Järelikult on ploki maht maavarakihi paksuse järgi: $36,02 \text{ ha} * 3,7 \text{ m} = \mathbf{1333 \text{ tuh m}^3}$.

Ploki 6 aT varu arvutus (madalamargiline ehituslubjakivi)

Uuritud kivim vastab kaalutud keskmiste näitajate omaduste järgi madalamargilisele ehituslubjakivile. Ploki lamam ja lasum paiknevad vastavalt 42,10 ja 51,60 abs m kõrgustel.

Ploki maavarakihi paksus on **9,5 m**.

Järelikult on ploki maht maavarakihi paksuse järgi: $36,02 \text{ ha} * 9,5 \text{ m} = \mathbf{3422 \text{ tuh m}^3}$.

Plokkide 4, 5, 6 maht on kokku 7994 tuh m³, sealhulgas madalamargilist ehituslubjakivi 6661 tuh m³ (plokid 4 ja 6) ja kõrgemargilist ehituslubjakivi 1333 tuh m³ (plokk 5).

Käesoleva töö tulemusena esitatakse maavarade registri vastutavale töötajale seisuga 01.07.2026. a Pahkla maardlas (registrikaart nr 615) kinnitamiseks järgmised maavaravarud:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 3239 tuh m³ (plokk 4);
- kõrgemargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 1333 tuh m³ (plokk 5);

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 3422 tuh m³ (plokk 6).

Tabel 7.1. Uuringuruumi maavara koguse koondtabel.

Ploki nr, pindala	Maavara nimetus	Katendi maht, tuh m ³ / keskmine paksus, m	sh kasvukiht, tuh m ³ / keskmine paksus, m	Maavaravaru, tuh m ³ / keskmine paksus, m
4 aT, 36,02	madalamargiline ehituslubjakivi	632 / 1,8	93 / 0,3	3239 / 9,0
5 aT, 36,02	kõrgemargiline ehituslubjakivi			1333 / 3,7
6 aT, 36,02	madalamargiline ehituslubjakivi			3422 / 9,5

KOKKUVÕTE

AS Kiirkanduri tellimisel on läbi viidud geoloogiline uuring Keskkonnaameti väljastatud uuringuloa nr L.MU/518921 alusel.

Pahkla III uuringuruumi teenindusala pindalaga 36,02 ha asub osaliselt Harju maakonnas Kose vallas Tammiku külas riigile kuuluval katastriüksusel Paunküla metskond 130 (tunnus: 33701:001:0355) ja osaliselt Rapla maakonnas Kohila vallas Pahkla külas riigile kuuluval katastriüksusel Vahastu metskond 68 (tunnus: 31701:003:1266). Geoloogilise uuringu eesmärgiks oli täpsustada Pahkla III uuringuruumis esineva lubjakivi kvaliteeti ja kogust, et selle tulemusel kinnitada maavarade registris Pahkla maardlas karbonaatkivimi aktiivne tarbevaru.

Töö eesmärgiks oli hinnata maavara kvaliteeti keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 esitatud nõuetest lähtuvalt. Maavara kvaliteedi hindamisel on kasutatud 2024.-2025. aastal tehtud geoloogiliste välitööde andmeid.

Välitööde käigus puuriti kuus puurauku ja võeti proovid puursüdamikust. Kokku tehti katsed 40 proovist, kus määrati killustiku külmakindlust (EVS-EN 1367-1), purunemiskindlust Los Angelese meetodil (EVS-EN 1097-2) ning kivimi keemilist koostist (EVS-EN 196-2:2013).

Uuringuruumi piires on kasulik kiht esindatud Ülem-Ordoviitsiumi ladestiku Vormsi lademe Kõrgessaare kihistu (O3ks) ja Nabala lademe Saunja (O3sn) kihistu lubjakiviga.

Töö tulemusena moodustati kolm varu arvutuse plokki. Plokid 4 ja 6 liigituvad keskmise purunemis- ja külmakindluse (4. plokil LA31/F₄ ja 6. plokil LA 32/F₁) alusel madalamargiliseks ehituslubjakiviks. Eelnimetatud plokkide vahel paikneb plokk 5, mis on keskmiste purunemis- ja külmakindluse (LA30/F₁) näitajate alusel kõrgemargiline ehituslubjakivi. Plokid paiknevad üksteise kohal ja nende pindala on 36,02 ha. Kasulikku kihti katab 1,8 m keskmise paksusega kattekiht ja kasuliku kihi keskmine paksus on kokku 22,2 m.

Maavarade registri vastutavale töötlejale esitatakse seisuga 01.07.2026 Pahkla maardlas kinnitamiseks järgmised maavaravarud:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 3239 tuh m³ (plokk 4);
- kõrgemargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 1333 tuh m³ (plokk 5);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 36,02 ha, mahus 3422 tuh m³ (plokk 6).

KASUTATUD ALLIKAD

1. Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrus nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöo 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 arvele võtmiseks”.
2. Tuuling, T., 2021. Sutlema lubjakivimaardla maavara kvaliteedi ümberhindamise seletuskiri (varu seisuga 30.09.2021). EGF 9542
3. Korbut, S., Peikre, R. ja Savitski, L., 2007. Harjumaa Nabala lubjakivimaardla Tammiku uuringuruumi geoloogiline uuring (varu seisuga 01.01.2007). EGF 7849
4. Suuroja, K., jt, 2005. Baaskaardi Vaida (6341) lehe geoloogilise kaardikomplekti koostamine ja digitaalse andmebaasi loomine. Geoloogilise baaskaardi Vaida (6341) lehe gravimeetrilise teemakihi täiendamine. EGF 7594
5. Maardla registrikaart nr 615. Pahkla
6. Saadre, T., jt, 1976. Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. EGF 3420
7. Einmann, A., 2006. Aruanne Raplamaal Kohila vallas Pahkla uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 01.08.2006). EGF 7813