

**OÜ J. Viru Markšeideribüroo**

Töö nr 23106

**Aruanne**

**Lääne maakonnas Kaopalu V uuringuruumis  
tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 09.05.2023)**

Tallinn 2023

## ANNOTATSIOON

Nirgi, T. 2023. **Aruanne Lääne maakonnas Kaopalu V uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 09.05.2023)**. Teksti 21 lk, 16 tekstilisa, 2 graafilist lisa. OÜ J.Viru Markšeideribüroo.

Kaopalu V uuringuruum pindalaga 10,87 ha asub Lääne maakonnas Lääne-Nigula vallas Allikmaa külas. Tegemist on vana ja osaliselt korrastatud karjäärialaga, kus kasulik kiht ei ole täielikult ammendatud. Käesolevaga on teostatud alal geoloogiline uuring, et selgitada välja seal leviva materjali omadused (kvaliteet, kogus ja kaevandamistingimused) tasemel, mis lubaks hinnata maavara aktiivse tarbevaruna.

Geoloogilise uuringu käigus viidi läbi ala topograafiline mõõdistamine ning rajati 12 kaevandit, millest võeti proove materjali terastikulise koostise hindamiseks. Uuringuruumi piires levib valdavalt põimjas- kuni horisontaalkihiline kruusaste vahekihtidega liiv, mida iseloomustab varieeruv peenosisesisaldus. Kohati esineb ka täiesti kruusavaba peeneteralist massiivset liiva. Maapinna reljeef ning sellest tulenevalt ka maavarakihi paksused on üsna muutlikud. Lähtudes keskmisest põhjaveetasemest (33,3 abs m) tehti varu arvutus kahes üksteise peal paiknevas plokis. Maavaravaru maht arvutati arvutiprogrammiga 3D-mudelite abil.

Käesolevas töös käsitletava ala uurituse tase, materjali kvaliteet, topograafiline alus, majanduslik otstarbekus ja mäenduslikud tingimused võimaldavad sealse varu klassifitseerida täiteliiva aktiivse tarbevaruna.

**Kaopalu V uuringuruumi geoloogilise uuringu tulemusena esitatakse maavarade registri vastutavale töötlejale Kaopalu maardlas kinnitamiseks (seisuga 09.05.2023) järgmised maavaravarud:**

- **täiteliiva aktiivne tarbevaru pindalal 7,16 ha mahus 402 tuh m<sup>3</sup> (plokk 17);**
- **täiteliiva aktiivne tarbevaru pindalal 7,16 ha mahus 187 tuh m<sup>3</sup> (plokk 18, allpool keskmist põhjaveetaset).**

*/allkirjastatud digitaalselt/*

Koostas

T. Nirgi

Võtmesõnad: Lääne maakond, Lääne-Nigula vald, Kaopalu maardla, Kaopalu V uuringuruum, täiteliiv, aktiivne tarbevaru

## SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA VARASEM UURITUS .....	6
2. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD .....	8
2.1 Kaevandite rajamine .....	8
2.2 Proovide võtmine .....	8
2.3 Laboratoorsed uuringud .....	8
2.4 Topotööd .....	9
2.5 Kameraaltööd .....	9
2.6 Reostuse võimalikkuse hindamine .....	9
3. UURINGURUUMI GEOLOOGILINE EHITUS .....	12
4. MAAVARA KVALITEET .....	15
5. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED .....	16
6. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED JA KESKKONNAKAITSE .....	17
7. VARU ARVUTUS .....	19
KOKKUVÕTE .....	20
KASUTATUD ALLIKAD .....	21

## TEKSTILISAD

1. Geoloogilise uuringu luba nr L.MU/334591
2. Uuringupunktide kataloog
3. Uuringupunktide geoloogiline kirjeldus
- 4.1. AS Teede Tehnokeskuse labori katseprotokoll
- 4.2. 2020. a katseprotokoll
- 4.3. 1980. a katseprotokoll
5. Loodusliku materjali terastikuline koostis
6. Looduslikust materjalist väljasõelatud liiva omadused
7. Uuringupunktide likvideerimise akt
8. Keskkonnaameti otsus kaeveõõnte likvideerimise akti heakskiitmise kohta
9. Maavara lamami konstrueerimisel kasutatud andmed
10. Mahu arvutuste väljavõte
11. Geodeetiliste tööde seletuskiri
12. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskuse labori katseprotokoll
13. Keskkonnaameti tingimused kaitsealuste liikide alal tegutsemisele
14. Elektriliini valdaja kiri
15. Tellija arvamus tehtud tööde kohta
16. Maa-ameti otsus

## GRAAFILISED LISAD

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan M 1:1000;
2. Geoloogilised läbilõiked I-I'–III-III' M<sub>hor</sub> 1:1000, M<sub>vert</sub> 1:200.

### **ELEKTROONILISED LISAD**

1. Maavara plokkide ruumikuju ala-tüüpi ruumiobjektina (.dgn);
2. Maavara lamami samakõrgusjooned joon-tüüpi ruumiobjektina (.dgn);
3. Topograafiline ja varu arvutuse plaan TIFF-formaadis;
4. Geoloogilised läbilõiked TIFF-formaadis.

*\* Tööle ei ole lisatud katendi samakõrgusjoonte ruumiobjekte, kuna tegemist on kunagise karjäärimaastikuga, kus looduslik katend on kooritud ja maavara paljandatud.*

## SISSEJUHATUS

OÜ J. Viru Markšeideribüroo teostas geoloogilise uuringu Läänemaal Kaopalu V uuringuruumis Keskkonnaameti maapõuebüroo juhataja 02.06.2020. a korraldusega nr 1-3/20/586 Hoovivara OÜ-le väljastatud geoloogilise uuringu loa nr L.MU/334591 alusel (Lisa 1). Käesoleva töö eesmärgiks on välja selgitada uuringuruumis (pindala 10,87 ha) leviva materjali omadused (kvaliteet, kogus ja kaevandamistingimused) tasemel, mis lubaks hinnata seda aktiivse tarbevaruna. Aktiivse tarbevaru kinnitamisel soovitakse taotleda alale maavara kaevandamise luba.

Uuringu käigus võeti proovid materjali granulomeetrilise koostise hindamiseks. Proove analüüsiti AS 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”. Varu arvutati kahes plokis tulenevalt maavara paiknemisest keskmise põhjaveetaseme suhtes. Plokkide piiride koostamisel arvestati Keskkonnaameti 14.06.2023. a kirjas nr DM-124866-2 esitatud piiranguid seoses kaitsealuste liikide elupaikadega.

Geoloogilise uuringu loas oli täiendava tingimusena nõutud käsitletaval alal kunagi paiknenud, kuid tänaseks likvideeritud asfalditehase masuudihoidla piirkonnas reostuse võimalikkuse uurimist. Seega selgitati antud töö käigus välja kunagise masuudihoidla asukoht ning selle ümbrusest võeti pinnaseproovid, et hinnata neis naftasaaduste esinemist. Üks proov võeti sama eesmärgiga ka likvideeritud bituumenihoidla lähedusest. Proove analüüsiti OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus (EKUK) laboratooriumis.

Kaopalu V uuringuruumi geodeetiline mõõdistus teostati OÜ J. Viru Markšeideribüroo poolt (Lisa 11). Mõõdistuse alusel valmis ala topograafiline plaan, mis võeti aluseks uuringuruumi varu arvutuse plaani koostamisel. Geoloogilised välitööd (sh proovide võtmine) viis läbi geoloog T. Nirgi, kes koostas ka aruande teksti, tabelid ja graafilised lisad. Maavaravaru mahu arvutamisel lähtuti geoloogilise uuringu käigus kogutud andmetest, sh varasemate uuringute andmetest.

## 1. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS JA VARASEM UURITUS

Kaopalu V uuringuruum pindalaga 10,87 ha asub Lääne maakonnas Lääne-Nigula vallas Allikmaa külas maaüksusel Kaopalu karjäär (tunnus: 77601:003:0580). Nimetatud maaüksus kuulub eraomandisse ja selle omanik on OÜ Hoovivara (registrikood: 14251355).

Kaopalu karjääri maaüksus hõlmab endist karjäärialala ja tootmismaad, kus kunagi töötas asfalditehas. Läänes, lõunas ja osaliselt ida pool on külgnemine maaüksusega Piirsalu metskond 57 (tunnus: 77601:003:0287). Põhja pool ja osaliselt idas külgnneb uuringuruum Kaopalu kruusakarjäär 3 maaüksusega (tunnus: 44101:001:1538), kus asub Kaopalu kruusakarjäär (kaevandab Lääne Teed OÜ loa nr L.MK/330426 alusel). Käsitletav uuringuruum külgnneb idas nimetatud karjääri teenindusmaaga ning Kaopalu maardla (registrikaart nr 317) ehitusliiva aktiivse tarbevaru (aT) plokkidega 2 ja 14 ning täiteliiva plokkidega 15 ja 16 aT. Ligikaudu 250 m kaugusel kirde pool asub Kaopalu III kruusakarjäär, kus kaevandab Kiirkandur AS loa nr KL-511998 alusel, ning ca 600 m kaugusel ida pool asub Kaopalu VI uuringuruum, kus Lääne Teed OÜ-le on geoloogilise uuringu tegemiseks väljastatud luba nr L.MU/516120 (Joonis 1).



Joonis 1: Kaopalu V uuringuruumi asukohaskeem. Taustaks Maa-ameti põhikaart.

Uuringuruumi keskel on mõned vanade tootmishoonete jäänukid (Foto 1) ning mööda ala lääneserva kulgeb hooneteni vana likvideerimata keskpinge elektriõhuliin (VID kood: FID274004; kaitsevöönd liini teljest 10 m), mis ei ole kasutuses. Liin lõpeb alajaamaga KAOPALU (VID kood: FID120347; kaitsevöönd objektist 2 m), kuid maaomaniku sõnul on alajaama sisemus rüüstatud. Liini valdaja sõnul ei ole alajaamal ja liinil liitumispunkte ning võrguvara on lahti ühendatud (Lisa 14). Uuringu käigus ei tehtud sellegipoolest elektrirajatiste kaitsevöönditesse uuringupunkte. Ligikaudu 3,6 m pikkuse lõiguna ulatub uuringuruumi põhjaosale Kaopalu metsatee ots (tee nr 7760327), jätkudes siis erateena, mis ei ole avalikus kasutuses. Tee kulgeb samuti vanade tootmishooneteni.



Foto 1: Vaade uuringuruumi keskosale läänest. Näha on endiste tootmishoonete jäänukid, kõvakattega platsid jm (väljavõte Maa-ameti kaldaerofotost ID6701730\_2023-04-08).

Uuringuruumi edelanurgast mõne meetri kaugusel paikneb geodeetiline märk nimega 2 (tunnus: 26546) ning läänepiirist ~45 m kaugusele jääb Kaopalu kruusamaardla ehitusliiva aktiivse reservvaru (aR) plokk 3. Lähimad eluhooned asuvad uuringuruumist enam kui 800 m kaugusel põhja ja lääne pool. Uuringuruumi ja elumajade vahele jääb valdavalt mets.

Lõunaosas kattub uuringuruum III kategooria kaitsealuste liikide *Euphydryas aurinia* (teelehe-mosaiikliblikas) ja *Euphydryas maturna* (suur-mosaiikliblikas) elupaigaga. Lisaks kasvavad mitmes kohas uuringuruumis ja selle lähikonnas II kategooria kaitsealused taimed: karvane lipphernes (*Oxytropis pilosa*; keskkonnaregistri koodid: KLO9338994, KLO9338993, KLO9338992, KLO9328874, KLO9328867 ja KLO9322827), sile tondipea (*Dracocephalum ruyschiana*; keskkonnaregistri kood KLO9322775) ja püst-linalehik (*Thesium ebracteatum*; KLO9345808). Nimetatud taimed eelistavad kasvukohana tihtipeale just hõreda taimkattega vanu karjäärinõlvu. Keskkonnaamet on seadnud piirangud kirjeldatud liikide elupaikade alal tegutsemisele (Lisa 13).

Kaopalu kruusamaardlat on korduvalt uuritud. Esimene uuring pärineb 1978-79. aastast, mil Eesti NSV Geoloogia Valitsus teostas Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnangulisi töid (Sinisalu 1980; EGF 3729). Uuringu käigus rajati Kaopalu maardla piires hulgaliselt puurauke, kuid enamus neist, mis jäävad taotletavale alale, on proovimata. Neid puurauke, millest on proovid võetud ja dokumenteeritud, on ka käesolevas uuringus kasutatud.

Hiljem on tehtud geoloogilisi uuringuid Kaopalu V uuringuruumist kirde pool, kus praegu asub Kaopalu kruusakarjäär (Kattai 1998; Sinisalu 2004; Sinisalu 2008; Sinisalu 2011 jm).

Viimane geoloogiline uuring viidi Kaopalu maardlas läbi 2020. aastal OÜ Inseneribüroo STEIGER poolt (Mötus jt 2022; EGF 9674). Nimetatud töö käigus uuriti põhjalikult praeguse Kaopalu kruusakarjääri ümbrust ja rajati mitu kaevandit ka käesolevas töös käsitletava ala lähedale.

## **2. TÖÖDE METOODIKA JA MAHUD**

### **2.1 Kaevandite rajamine**

Geoloogilise uuringu välitööde käigus 09.05.2023. a. rajati 12 kaevandit sügavusega 2,9–8,8 m, üldmetraažiga 68,5 m (Lisa 2 ja 3). Kaevandid rajati ratasekskavaatoriga Volvo EW140C (kopp mahuga 1,0 m<sup>3</sup>), mille tegelik kaevesügavus on kuni 6,0 m. Juhul kui kaevandi vahetus läheduses asus vana karjäärinõlv või -aste, pikendati uuringupunkti ulatust nõlvapuhastuse võrra (näiteks kaevandi K01 sügavus 8,8 m = 3,3 m nõlvapuhastust + 5,5 m kaevand nõlva jalamil). Kaevanditevahelised kaugused jäid üldjuhul vahemikku 75–150 m. Uuringupunktide rajamisel ei ületatud maksimaalset lubatud uuringusügavust ega seadusega ettenähtud punktide vahekaugust. Kaevandite rajamisel paigutati tõsted maapinnale kaevandi kõrvale, proovimiseks vajalikud tõsted asetati eraldi. Kasulikust kihist võeti proovid materjali granulomeetrilise koostise analüüsimiseks. Põhjavesi avati ja selle tase fikseeriti seitsmes uuringupunktis (pt 5; Lisa 2).

Kaevandid likvideeriti vahetult pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja proovide võtmist väljatõstetud materjaliga. Uuringupunktide ümbrus korrastati uuringueelsesesse seisundisse ning selle kohta koostati vastavasisuline akt (Lisa 7), mis Keskkonnaameti 31.05.2023 korraldusega nr DM-124790-1 heaks kiideti (Lisa 8).

### **2.2 Proovide võtmine**

Proovid võeti kõigist rajatud kaevanditest. Proovid võeti vahedeta kogu kasuliku kihi ulatuses. Ekskavaator kaevas materjali 0,5–1 meetri kaupa ja asetaski iga kaevatud intervalli materjali maha eraldi proovimiseks. Seda korraldati avatava kasuliku kihi lõpuni. Eraldi tõstetud proovitav materjal vähendati kvarteerimise teel. Litoloogiliselt ühtlase koostisega tõstete vähendatud materjal ühendati koondprooviks. Materjali granulomeetrilise koostise määramiseks võeti kokku 29 proovi üldmetraažiga 64,8 m. Proovide pikkus varieerus vahemikus 1,1–3,0 m. Algproovi võeti kogu materjal valitud intervallist ja seda vähendati kvarteerimismeetodil 3–5 kg-ni. Proovimisest üle jäänud materjal kasutati kaevandite likvideerimiseks.

### **2.3 Laboratoorsed uuringud**

Geoloogiliste välitööde käigus võetud proovid viidi analüüsimiseks AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumisse. Proovide lõimise määramisel ja laboriandmete töötlemisel 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”.

Materjali granulomeetrilise koostise määramiseks (lõimiseanalüüsiks) kasutati järgmist sõelrida: 125, 80, 63, 40, 31,5, 20, 16, 12,5, 8, 6,3, 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 ja 0,063 mm. Sõelumine tehti märjalt (akrediteeritud katse) kogu proovi materjalist. Laboratooriumi katseprotokoll on toodud tekstilis 4.

## **2.4 Topotööd**

Topograafiline mõõdistamine Kaopalu V uuringuruumis teostati 09.05.2023. a OÜ J. Viru Markšeideribüroo poolt (kinnitaja: T. Kattel, markšeideri kutsetunnistus nr 146483). Mõõdistamine teostati GPS-iga reaajas mõõdistamise teel ning selleks kasutati liikuvjaama Trimble R8 GNSS. Koordinaadid on L-Est'97 süsteemis ja kõrgused EH2000 süsteemis. Mõõdistamisel kasutati Trimble VRS Now püsijaamade võrku.

Topograafiline ja varu arvutuse plaan mõõtkavas 1:1000 on tehtud arvutiprogrammiga Bentley PowerCivil for Baltics V8i. Sama programmiga koostati maapinna 3D mudel triangulatsiooni interpoleerimismeetodiga, kasutades ala mõõdistuse andmeid. Täiendavaid andmeid uuringuruumi topotööde kohta on võimalik saada geodeetiliste tööde seletuskirjast (Lisa 11).

## **2.5 Kameraaltööd**

Kameraaltööde käigus töötati läbi välitöödel kogutud andmed ja laborianalüüside tulemused. Kuna välitööde käigus ei õnnestunud enamikes kaevandites maavara lamamit avada, kaasati käesolevasse uuringusse ka varasemate geoloogiliste uuringute andmeid (Sinisalu jt, 1980; Mõtus jt, 2022). Varasemate uuringute andmeid kasutati ka uuritava materjali kaalutud keskmise terastikulise koostise hindamisel. Sealjuures tuli 1980. aasta (EGF nr 3729) analüüsidele teha kaks teisendust: esmalt tuli liiva sõelrida arvutada ümber kogu loodusliku materjali sõelreale vastavaks ning seejärel teisendati andmed Keskkonnaministri 17.12.2018. a määruse nr 52 § 48 kohaselt EVS standardi järgsesse süsteemi. Viimase teisenduse jaoks kasutati Maa-ameti loodud lõimiseandmete arvutusliku teisendamise näidisarvutuste faili.

Maavara granulomeetrilise koostise näitajad uuringupunktides arvutati kaalutud keskmise meetodil. Kaalutud keskmised näitajad arvutati keskmisest pinnaseveest kõrgemal ja madalamal paikneva maavaravaru kohta eraldi. Uuringupunktide andmestik on esitatud lisades 2 ja 3 ning laborianalüüside tulemuste keskmiste arvutuste andmed on esitatud tekstilisades 5 ja 6. Kasuliku kihi materjali kvaliteeti hinnati vastavalt keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 kinnitatud sätetele. Maavaravaru maht arvutati kahes ploki tulenevalt paiknemisest keskmise põhjaveetaseme suhtes. Plokkide 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. Maavara lamami mudeli koostamisel on kasutatud valdavalt triangulatsiooni interpoleerimismeetodit, kuid mõnel pool uuringuruumi servades ka andmete ekstrapoleerimist. Lamami konstrueerimisel kasutatud andmed on esitatud tekstilisas 9.

## **2.6 Reostuse võimalikkuse hindamine**

Likvideeritud masuudihoidla lähiste rajati kolm ca 1 m sügavust kaevandit, mille seinad puhastati ning seinast võeti vaomeetodil pinnaseproovid naftasaaduste sisalduse analüüsimiseks. Lisaks rajati üks meetrine kaevand kunagise bituumenihoidla kõrvale, kust võeti samuti pinnaseproov võimaliku naftasaaduste sisalduse kindlakstegemiseks.



*Foto 2: Likvideeritud masuudihoidla. Ümbritsetud asfaltkattega platsiga*



*Foto 3: Likvideeritud bituumenihoidla asukoht.*

Proovid viidi analüüsimiseks Eesti Keskkonnauuringute Keskuse laboratooriumisse, kus neid analüüsiti lähtudes standardist EVS-EN ISO 16703. Labori katseprotokoll on esitatud aruande lisas 12. Tulemuste interpreteerimisel lähtuti keskkonnaministri 11.08.2010 määrusest nr 38 „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“.

Lisaks jälgiti ka kõigi teiste kaevandite puhul, kas pinnases esineb reostustunnuseid nagu lõhn, tumenenud pinnas või on avatud pinnasevee kihil nähtav õlikile. Reostustunnuste ilmnemisel oleks tulnud töö peatada ja reostusohu likvideerida. Selliseid reostustunnuseid aga töö käigus ei ilmnenu.

### 3. UURINGURUUMI GEOLOOGILINE EHITUS

Kaopalu V uuringuruum paikneb Ellamaa-Risti-Palivere oosil, mis kujunes viimase liustiku taandumisel Palivere servamoodustiste vööndis. Maapinna absoluutkõrgused ulatuvad ~34 meetrist vana karjääri põhjas kuni ~47 meetrini ala lääne- ja põhjaosas, vana karjääri servades (nõlvadel). Kasuliku kihi moodustavad Võrtsjärve alamkihistu glatsiofluviaalsed setted (liiv ja kruus), mida iseloomustab kihilisus ja muutlik lõimis. Materjal varieerub väga peeneteralisest liivast munakaterikka kruusani. Maa-ameti 1:400 000 mõõtkavas geoloogilise kaardi kohaselt moodustab aluspõhja Ordoviitsiumi-Siluri üleminekul kujunenud Juuru lademe lubjakivi (O<sub>3</sub>-S<sub>1jr</sub>).

Uuringuruum paikneb vanal karjäärialal, mis on valdavalt silutud, aga kohati esineb ka järske kaeveastanguid ning uuringuruumi lõunaosas on mitu madalat veesilma (Foto 4).



*Foto 4. Vaade veesilmadele uuringuruumi lõunaosas.*

Katend on uuritaval alal valdavalt eemaldatud ning kasulik kiht paljandub otse maapinnal. Siin seal on paljandatud aladele kujunenud aga õhuke kasvukiht ja tekkinud taimkate (Q2<sub>s</sub>). Sellistel aladel on kasvukihi paksuseks üldiselt 0,1–0,2 m. Uuringuruumi keskel, kunagise asfalditehase ning selle abihoonete ja -rajatiste alal, esineb katendina ka tehnogeenset täitematerjali (segi pööratud kruus-liiv, kohati veidi mullasegune; Q2<sub>t</sub>). Näiteks tabati kaevandiga K06 umbes 1,3 m sügavusel vana kaablit. Selle kohal oleva täitematerjali (liiva-kruusa tagasitäide) koguulatus oli 1,6 m sügavuseni. Teistes kunagisele tootmisalale paigutatud kaevandites oli täitematerjali paksus 0,4–0,6 m.

Kasuliku kihi moodustab glatsiofluviaalne, paiguti kruusane liiv (Q1jrVr\_fg). Glatsiofluviaalsele lasundile omaselt vahelduvad uuritud alal erineva terasuuruse ja sorteeritusega kihid, mis on kujunenud vastavalt kunagise liustikujõe voolu iseloomule (Fotod 5–6). Ka materjali peenosisesisaldus on mõnevõrra muutlik. Kasuliku kihi paksus jäi uuringupunktides vahemikku 2,9–8,5 m. Mitmes kaevandis avanes väga ühtlane keskmise- kuni väga peeneteralise liiva lasund (nt K05 ja K08), kuid mõnel pool oli ka arvestatava kruusasisisaldusega kihte (nt K03 ja K04).



*Foto 5. Kaevand K03, kus on näha diagonaalne kruusakiht ja avatud pinnasevesi.*



*Foto 6. Kaevandist K07 välja tõstetu Kaopalu V uuringuruumile tüüpiline peenekihiline sõmer liiv, mis on vähese peenosisesisaldusega.*

Kasuliku kihi lamamiks on hallikaspruun, tiheplastne, karbonaatset jämepurdu sisaldav saviliivmoreen. (Q1jrVr\_g; Fotod 6 ja 7). Lamami pealispinna kõrgused avati käesoleva uuringu käigus vaid kahes kaevandis (K10 ja K11), kõrgustel 31,09–31,92 abs m. Varasemate uuringute käigus on aga lamami pealispind avatud veel kolmes punktis, kõrgustel 29,10–32,76 abs m.



*Fotod 6 ja 7: Lamami materjal kaevandites K10 ja K11.*

#### 4. MAAVARA KVALITEET

Kasuliku kihi materjali kvaliteedi hindamiseks on kasutatud geoloogilise uuringu välitööde käigus võetud proovide laborianalüüside tulemusi. Kvaliteeti hinnati Keskkonnaministri 17.12.2018. a määruse nr 52 alusel. Laborianalüüside tulemused on näha tekstilisades 4 ja 5.

Nõuded ehituskruusale:

- osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm ei tohi olla alla 35%
- osakesi läbimõõduga alla 0,063 mm ei tohi olla üle 12%
- purunemiskindluse kategooria Los Angelese katsel 35 või väiksem

Nõuded ehitusliivale:

- osakesi läbimõõduga alla 0,063 mm ei tohi olla üle 5%
- osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm peab olema alla 35%

Materjal, mis ei vasta ülalpool toodud nõuetele, loetakse eriotstarbeliseks materjaliks (täiteliiv või täitekruus)

Materjali granulomeetrilise koostise hindamiseks võeti käesoleva uuringu käigus kokku 29 proovi (üldmetraažiga 64,8 m). Lisaks kasutati 16 varasemaste uuringute käigus kogutud proovi andmeid (EGF 3729 ja 9674). Seega kasutati kokku 24 proovi andmeid (üldmetraaž 119,2 m), millest 80,25 m jagu proove kirjeldab keskmisest põhjaveetasemest kõrgemal olevat materjali. Materjali omadused on esitatud tabelis 4.1 ning tekstilisades 5 ja 6.

**Tabel 4.1 Uuritud maavara kvaliteedi põhinäitajad**

Näitajad:	Min	Max	Kaalutud keskmine
<i>Ülalpool keskmist põhjaveetasest</i>			
Kruusafraktsiooni sisaldus ( $\geq 31,5$ mm), %	0,0	38,6	10,7
Liivafraktsioon koos peenosisega ( $\leq 31,5$ mm), %	61,4	100,0	89,3
Peenosise sisaldus ( $< 0,063$ mm), %	1,1	18,2	<b>6,0</b>
Peenosise % ainult liivafraktsioonist	1,5	18,2	6,7
<i>Allpool keskmist põhjaveetasest</i>			
Kruusafraktsiooni sisaldus ( $\geq 31,5$ mm), %	0,0	38,6	11,4
Liivafraktsioon koos peenosisega ( $\leq 31,5$ mm), %	61,4	100,0	88,6
Peenosise sisaldus ( $< 0,063$ mm), %	0,3	14,5	<b>6,4</b>
Peenosise % ainult liivafraktsioonist	0,5	14,5	7,3

Kaopalu V uuringuruumist võetud proovide seas esineb nii täiteliivale, ehitusliivale kui ka ehituskruusale vastava terastikulise koostisega materjali. Kuna erinevate omadustega materjalide levikus ei ole kindlat seaduspära, on keeruline neid eraldi plokkidena kontuurida. Seega lähtuti käesolevas uuringus materjali kaalutud keskmistest omadustest. Eraldi vaadeldi keskmisest põhjaveetasemest (33,3 abs m) kõrgemal ja madalamal paiknevat varu.

Kaalutud keskmiste omaduste alusel on Kaopalu V uuringuruumi loodusliku materjali puhul tegemist **täiteliivaga**.

## 5. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Kaopalu V uuringuruumis levib vabapinnaline Kvaternaarisetete veekompleks, mille veepidemeks on liivakihi lamamis olevad savikad setted. Veetaseme kallakus on põhja poole, kus Kaopalu V uuringuruumist umbes 770 m kaugusel voolab Taebla jõgi.

Hüdrogeoloogiliste tingimuste hindamiseks Kaopalu V uuringuruumis fikseeriti 09.05.2023. a toimunud geoloogiliste välitööde käigus veetaseme kõrgused kaevandites. Veetase avati ja mõõdeti seitsmes uuringupunktis: K01, K03, K04, K08, K10, K11 ja K12. Mõõdetud veetasemed on toodud järgmises tabelis 5.1. Tabelis ei ole näidatud nende uuringupunktide andmeid, kus veetaset ei avatud, ega ka varasemate uuringupunktide andmeid, kuna need peegeldavad teistsuguse perioodi seisu. Täpsemad andmed kõigi uuringupunktide kohta on esitatud lisas 2.

**Tabel 5.1 Veetaseme mõõtmisandmed Kaopalu V uuringuruumis.**

Uuringu- punkt nr	Suudme kõrgus, abs m	Katendi paksus, m	Kasuliku kihi paksus, m	Veetaseme sügavus maapinnast, m	Veetaseme kõrgus, abs m
K01	39.36	0.3	8.5	6.8	32.56
K03	34.13	0.0	5.5	1.1	33.03
K04	36.38	0.1	6.1	3.2	33.18
K08	34.53	0.1	5.4	1.0	33.53
K10	34.89	0.0	3.8	1.5	33.39
K11	36.02	0.0	4.1	2.4	33.62
K12	38.03	0.0	5.2	4.4	33.63
				<b>Keskmine:</b>	<b>33,3</b>

Käesoleva uuringu raames avati ja mõõdeti veetase kõrgustel 32,56–33,63 abs m. Kogu uuringuruumi keskmiseks veetasemeks mõõdeti kaevandites **33,3 abs m**. Ka Kaopalu V uuringuruumi kõrval paikneva Kaopalu kruusakarjääri alal teostatud geoloogilise uuringu käigus mõõdeti sarnane keskmine veetase, *ca* 33 abs m.

Kaopalu V uuringuruumi lõunaosas paiknevates veesilmades mõõdeti pinnaseveetase kõrgustel 33,59–33,73 abs m.

## 6. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED JA KESKKONNAKAITSE

Vaadeldaval alal on soodsad mäenduslikud tingimused, kuna tegemist on vana karjäärialaga, kus on juba ära tehtud palju kaevandamiseks vajalikke ettevalmistustöid. Juurdepääs alale on hea. Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla maanteelt (tee nr 9) viib uuringuruumi kruuskattega Kaopalu metsatee (tee nr 7760327).

Enne kaevandamise alustamist tuleb mõnes kohas raadata puud-põõsad ning koorida õhuke, paiguti tehnogeenne kattekiht. Kuna vaadeldaval alal on mitmeid kõvakattega platse ja hoonete varemeid, tuleb need likvideerida, et saaks ammendada ka nende all paikneva osa kasulikust kihist. Ehitiste, sh kunagiste masuudi- ja bituumenihoidlate jäänukite likvideerimisel tuleb avatavat pinnast pidevalt jälgida ning pinnase reostustunnuste (lõhn, tumenenud pinnas, pinnasevee kihil õlikile vm) ilmnemisel võtta kasutusele vastavad abinõud. Käesoleva uuringu käigus võeti neli pinnaseproovi, milles EKUK laboris määrati naftasaaduste (süsivesinikud C<sub>10</sub>–C<sub>40</sub>) sisaldus. Kunagise masuudihoidla ümbrusest võetud proovides LP2–LP4 mõõdeti naftasaaduste sisalduseks <20 kuni 25 mg/kg ning kunagise bituumenihoidla juures, proovis LP1, 170 mg/kg (Gr lisa 1; Lisa 12). Keskkonnaministri 11.08.2010 määruse nr 38 „Ohtlike ainete sisalduse piirväärtused pinnases“ lisa kohaselt on naftasaaduste piirarvuks elamumaal 500 mg/kg ja tööstusalal 5000 mg/kg. Piirarv näitab ohtliku aine sellist sisaldust pinnases, millest suurema väärtuse korral loetakse pinnas saastunuks. Seega käesoleva töö käigus Kaopalu V uuringuruumis reostust ei tuvastatud.

Mööda uuringuruumi lääneserva kulgeb keskpinge elektriõhuliin (VID kood: FID274004; kaitsevöönd liini teljest 10 m), mis lõpeb alajaamaga KAOPALU (VID kood: FID120347; kaitsevöönd objektist 2 m). Elektrirajatiste haldaja, Imatra Elekter AS esindaja sõnul ei ole nimetatud elektrirajatistel liitumispunkte, võrguvara on lahti ühendatud ning rajatised on plaanis likvideerida vastavalt võimalustele tulevaste investeeringuprogrammide rakendamise käigus (Lisa 14). Kuna hetkel taolisi investeeringuid antud võrguosas käimas ei ole, saab maaomanik vajadusel taotleda alajaama ja haruliini demontaaži. Tööde planeerimisel tuleb võtta ühendust elektrirajatiste haldajaga, tegevused kooskõlastada ning toimida vastavalt väljastatud tingimustele.

Kasuliku materjali moodustab uuringuruumi piires glatsiofluviaalne muutlike omadustega lasund, mille hulgas leidub nii peenosisevaest kruusa ja kruusliiva kui ka ühtlase sorteeritusega kõrge peenosisesisaldusega peeneteralist liiva. Selline materjal sobib kasutamiseks üld- ja teedehituses. Keskmiste omaduste poolest vastab materjal täiteliivale. Kasuliku kihi uuritud paksus varieerub vahemikus 2,9–13,0 m (keskmine 8,2 m). Sealjuures jäävad kõige madalamad lamami kõrgused uuringuruumi keskele.

Maavara saab kaevandada kahe astmega, esmalt keskmisest põhjaveetasemest kõrgemal ja siis sellest madalamal paiknev varu. Veetasemest madalamal oleva maavaravaru paksus ulatub kuni 4,8 m (puuraugu PA286 juures), aga keskmine paksus on ca 2,6 m. Kogu varu saab väljata veetasel alandamata. Seega ei mõjutata tulevikus kaevandamisega pinnase- ega põhjaveerežiimi.

Geoloogilise uuringuga keskkonnale olulist negatiivset mõju ei kaasnenud. Geoloogilise uuringu teostamisel järgiti kõiki keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõudeid. Uuringupunktide rajamiseks kasutati korras tehnikat, mis on läbinud perioodilise tehnilise ülevaatuse. Töötamisel ei kasutatud keskkonda reostavaid materjale. Uuringu tarbeks rajatud kaevandid likvideeriti vahetult pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist ja proovide võtmist väljatõstetud materjaliga. Uuringupunktide ümbrus korrastati korrastati uuringueelsesesse seisukorda. Geoloogilise uuringuga ei mõjutatud negatiivselt uuringuruumis olevaid kaitsealuseid liike, sest uuring toimus lühiajaliselt ning kaevandeid ei rajatud kaitsealuste taimede kasvualale. Tulenevalt alal esinevatest kaitsealustest liikidest on varu arvutuse plokkide moodustamine kooskõlastatud Keskkonnaametiga (Lisa 13).

## 7. VARU ARVUTUS

Käesolevas aruandes arvutati maavaravaru maht Kaopalu V uuringuruumis. Varu arvutuse plokist jäeti välja Keskkonnaameti 14.06.2023. a kirjas nr DM-124866-2 kirjeldatud alad, mis tuleb jätta kaitsealustele liikidele levimiseks (Lisa 13). Seega arvutati varu pindalal 7,16 ha.

Katendi ja maavara mahtude arvutuse aluseks on geodeetilise mõõdistuse andmed ning rajatud kaevandite andmete järgi moodustatud 3D mudeltasapinnad. Maavaravaru arvutati kahes plokis, nr 17 ja 18<sup>1</sup>, vastavalt paiknemisele põhjaveetaseme suhtes. Mahuarvutused teostati arvutiprogrammiga Bentley PowerCivil for Baltics V8i triangulatsiooni interpoleerimis-meetodiga (servades on andmeid kohati ekstrapoleeritud), sama programmiga saadi ka varu arvutuse plokkide pindalad. Maavaravaru on arvutatud aktiivse tarbevaruna geoloogilise välitöö seisuga.

### Katend:

Looduslik kattekiht Kaopalu V uuringuruumis valdavalt puudub, kuna tegemist on vana karjäärimaastikuga. Kunagise karjääri paljandatud aladel ei ole uut mullakihti kujunenud, kohati kasvavad taimed otse liivasel või sammaldunud pinnasel. Õhukese mullakihi alad jäävad valdavalt nendele aladele, mis tuleb Keskkonnaameti kooskõlastuse kohaselt varu arvutusest välja jätta. Uuringuruumi keskel, kunagise asfalditehase alal esineb aga ka tehislikku katendit erinevate platside (nt betoneeritud või asfaltkattega) ja tootmishoonete jäänukite näol. Kuna sellise katendi täpset mahtu on keeruline määrata, on käesolevas töös arvestatud kogu varu arvutuse ala piires keskmiselt 10 cm paksuse katendiga.

Katendi maht on seega:  $7,16 \text{ ha} \cdot 0,1 \text{ m} = \mathbf{7 \text{ tuh m}^3}$ .

### Plokid 17 ja 18:

Varu arvutati kahes plokis, pindalal 7,16 ha. Maavara paikneb valdavalt põhjaveetasemest (33,3 abs m) kõrgemal, plokis 17, kuid osaliselt ka madalamal, plokis 18.

Mudelarvutuse tulemusena on kogu materjali maht varu arvutuse alal *ca* **596 tuh m<sup>3</sup>**. Lahutades sellest maha katendi mahu, saab maavaravaru mahuks **589 tuh m<sup>3</sup>**. Keskmisest põhjaveetasemest kõrgemale jääb **402 tuh m<sup>3</sup>** ja madalamale **187 tuh m<sup>3</sup>**.

Kasuliku kihi keskmine paksus plokis 17 on seega:  $402 \text{ tuh m}^3 / 7,16 \text{ ha} \approx 5,6 \text{ m}$ .

Kasuliku kihi keskmine paksus plokis 18 on seega:  $187 \text{ tuh m}^3 / 7,16 \text{ ha} \approx 2,6 \text{ m}$ .

**Käesoleva töö tulemusena esitatakse maavarade registri vastutavale töötajale Kaopalu maardlas kinnitamiseks (seisuga 09.05.2023) järgmised maavaravarud:**

- täiteliiva aktiivne tarbevaru pindalal 7,16 ha mahus **402 tuh m<sup>3</sup>** (plokk 17);
- täiteliiva aktiivne tarbevaru pindalal 7,16 ha mahus **187 tuh m<sup>3</sup>** (plokk 18, allpool keskmist põhjaveetaset).

---

<sup>1</sup> Numeratsioon arvestades Kaopalu maardla olemasolevate varuplokkidega

## KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli Hoovivara OÜ tellimusel selgitada välja Lääne maakonnas Lääne-Nigula vallas Allikmaa külas Kaopalu V uuringuruumi piires paikneva maavara kvaliteet, kogus ja sobivus kasutamiseks. Maavara uurimiseks võeti proovid materjali granulomeetrilise koostise hindamiseks ning teostati veetaseme mõõtmisi uuringupunktides. Proove analüüsiti AS Teede Tehnokeskuse laboratooriumis. Uuringu tegemisel juhinduti Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52.

Kasuliku kihi moodustavad liivakad setted, mille lamamiks on lillaka varjundiga pruun tihke liivsavi. Kaalutud keskmiste omaduste poolest liigitub maavara täiteliivaks. Maavaravaru mahu arvutamisel kasutati uuringuruumi topograafilise mõõdistuse (sisuga 09.05.2023. a) ning alale rajatud kaevandite ja varasemate puuraukude andmete põhjal loodud mudeltasapindu. Varu on arvutatud kahes plokis, pindalal 7,16 ha.

**Kaopalu V uuringuruumi geoloogilise uuringu tulemusena esitatakse maavarade registri vastutavale töötlejale Kaopalu maardlas kinnitamiseks (sisuga 09.05.2023) järgmised maavaravarud:**

- **täiteliiva aktiivne tarbevaru pindalal 7,16 ha mahus 402 tuh m<sup>3</sup> (plokk 17);**  
**täiteliiva aktiivne tarbevaru pindalal 7,16 ha mahus 187 tuh m<sup>3</sup> (plokk 18, allpool keskmist põhjaveetaset).**

## KASUTATUD ALLIKAD

1. Keskkonnaministri 17.12.2018 määrus nr 52. Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks. RT I, 02.03.2021, 16.
2. Maa-ameti geoportaali kaardirakendused.
3. Maardla registrikaart nr 317. Kaopalu. Maavarade register.
4. Mõtus M.-A., Vohta A., Mikkelsaar K. 2022. Kaopalu kruusamaardla Kaopalu IV uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.01.2022). OÜ Inseneribüroo STEIGER. EGF 9674.
5. Sinisalu, R., Pärnamäe, M. ja Kukk, M. 1980. Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Geoloogia Valitsus. EGF 3729.
6. Sinisalu R. 2011. Kaopalu kruusamaardla Kaopalu III uuringuruumi geoloogiline uuring Läänemaal (varu seisuga 01.10.2011. a.). Eesti Geoloogiakeskus. EGF 8347.