

OÜ Inseneribüroo STEIGER

**Hällimäe kruusmaardla
Hällimäe karjääri mäeeraldise
jääkvaru hindamine**
(varu seisuga 04.05.2023)

Töö nr 22/4157

Tallinn 2024

OÜ Inseneribüroo STEIGER
Männiku tee 104/1
11216 Tallinn

Tel 668 1011
E-mail: info@steiger.ee
www.steiger.ee

Äriregistrikood 11206437
a/a EE701010220051598014
SEB Pank, kood 401

Kinnitan:

Helis Pormeister
Juhatuse liige

/allkirjastatud digitaalselt/

Seletuskirja koostas:

Tiia Tuuling
Geoloogiainsener

/allkirjastatud digitaalselt/

Kaja Paat
Joonestaja

/allkirjastatud digitaalselt/

ANNOTATSIOON

Hällimäe kruusamaardla Hällimäe karjääri mäeeraldisel jääkvaru hindamine (varu seisuga 04.05.2023).

Aruanne ühes köites, teksti 33 lk, 17 tekstilisa, 2 graafilist lisa, 9 elektroonilist lisa. OÜ Inseneribüroo STEIGER, aadress: Männiku tee 104, 11216 Tallinn, 2023.

Hällimäe karjääri mäeeraldisel jääkvaru hindamine tehti OÜ Revelstok tellimisel, kes kaevandab antud mäeeraldiselt ehituskruusa keskkonnaloa L.MK/317719 alusel.

Hällimäe kruusakarjääri mäeeraldis ja selle teenindusmaa pindalaga 15,57 ha (sealhulgas mäeeraldisel pindala 14,61 ha) asuvad Järva maakonnas Järva vallas Aruküla külas katastriüksusel Hällimäe karjäär (katastritunnus 31401:002:2970).

Kaevandamise tulemusel on selgunud ja sellele on tähelepanu pööratud ka 2014. a kontrollmarkseidermõõdistusel, et mäeeraldisse jäävad lisaks kruusasetetele ka aluspõhjakivimid. Täiendava geoloogilise uuringu eesmärgiks oligi saada selgust mäeeraldisel geoloogilisest ehitusest, mäeeraldisel piires lasuvate maavarade kasutusalaadest ja nende mahtudest.

Välitööde käigus 2022. a aprillis puuriti mäeeraldisel piires 4 puurauku aluspõhjakivimitesse ja juulis rajati ekskavaatoriga 19 kaevandit kvaternaarisetetes. Lubjakividest võeti 4 proovi killustiku purunemis- ja külmakindluse katseteks ja 6 proovi keemilise koostise määramiseks. Kvaternaarisetete lõimise määramiseks võeti 14 proovi, kruusa purunemiskindluse katsed tehti 3 proovist.

Mäeeraldisel kasuliku kihi moodustavad oosisetted, milleks on valdavalt jäme veeriselise kruus, kohati ka liiv (Q1jr_fg) ja nende lamamis olevad Siluri ladestu Raikküla kihistu lubjakivid (S1rk). Lõimiselt vastaksid purdsetted ehituskruusa nõuetele, milles jämepurru ($\geq 31,5$ mm) sisaldus on 47,33% ja savi- ja tolmuosakeste ($< 0,063$ mm) sisaldus 5,55%, kuid kruusa purunemiskindlus on LA36 ja selle järgi vastab kruus täitekruusa nõuetele. Lubjakivi purunemiskindlus on LA39 ja külmakindluse kategooria F4 (kaalukadu 2,6%), vastates täitelubjakivi nõuetele.

Varu arvutati 10,04 ha pindalal. Varu arvutusest jäeti välja olemasoleva mäeeraldisel idakaguosa, kus paiknevad harivesiliku ja rabakonna sigimis- ja talvitusala. Moodustati 3 varuplokki:

- plokk 1 (pindala 10,04 ha) täitekruusa aktiivse tarbevaruga 63 tuh m³ (veepealne), kasuliku kihi keskmise paksusega 0,6 m;
- plokk 3 (pindala 10,04 ha) täitekruusa aktiivse tarbevaruga 82 tuh m³ (veealune), kasuliku kihi keskmise paksusega 0,8 m;
- plokk 4 (pindala 10,04 ha) täitelubjakivi aktiivse tarbevaruga 256 tuh m³ (veealune), kasuliku kihi keskmise paksusega 2,6 m.

Varu arvutuse aluseks olid mõõdistusandmed seisuga 04.05.2023, seepärast esitatakse ka varu kinnitamiseks seisuga 04.05.2023.

Võtmesõnad: Hällimäe maardla, Hällimäe karjääri mäeeraldis, jääkvaru hinnang, OÜ Revelstok, Järva maakond, Järva vald, Aruküla küla, oosisetted, Siluri ladestu, Raikküla kihistu, aktiivne tarbevaru, täitekruus, täitelubjakivi.

Koostas:

Tiia Tuuling

SISUKORD

ANNOTATSIOON.....	3
1. SISSEJUHATUS	6
2. MÄEERALDISE ÜLDISELOOMUSTUS	9
3. GEOLOOGILINE UURITUS	12
4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT	14
4.1. Puuraukude ja kaevandite rajamine ning proovide võtmine.....	14
4.2. Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd	15
4.3. Topograafilised tööd	16
4.4. Kameraaltööd	16
4.5. Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale.....	17
5. GEOLOOGILINE EHTUS	18
6. MAAVARA KVALITEET	25
6.1. Kruusliiva kvaliteet	25
6.2. Kivimi kvaliteet	26
7. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED	28
8. VARU ARVUTUS.....	29
8.1. Plokk 1 aT varu arvutus.....	30
8.2. Plokk 3 aT varu arvutus.....	30
8.3. Plokk 4 aT varu arvutus.....	31
9. KOKKUVÕTE	32
10. KASUTATUD KIRJANDUS.....	33

TEKSTILISAD

1. Keskkonnaluba L.MK/317719.....	34
2. Kaevandite ja puuraukude kataloog	37
3. Proovide kataloog	39
4. Kaevandite ja puuraukude kirjeldused	41
5. Katseprotokoll 22-3400 K (lõimise).....	58
6. Lõimise kaalutud keskmiste arvutused	60
7. Lõimise põhinäitajate kaalutud keskmiste arvutused varuplokis.....	61
8. Kruusa LA katseprotokollid.....	62
9. Katseprotokoll 23-6491 K (lubjakivi LA ja F)	74
10. Lubjakivi (plokk 4) füüsikalise-mehaaniliste omaduste kaalutud keskmiste arvutused	76
11. Katseprotokoll nr 837/22 (lubjakivi keemia).....	77
12. Lubjakivi (plokk 4) keemilise koostise kaalutud keskmiste arvutused	78
13. Katte- ja kasuliku kihi paksused	79
14. Mahtude arvutused	80
15. Hällimäe karjääri harivesiliku ja rabakonna eksperthinnang 2019.....	84
16. Topograafilise mõõdistamise seletuskiri.....	91

17. Tellija arvamus.....	92
--------------------------	----

Maa-ameti peadirektori käskkiri varu kinnitamise kohta

GRAAFILISED LISAD

1. Topograafiline ja varu arvutuse plaan. Mõõtkava 1 : 1000
2. Geoloogilised läbilõiked I - I'...IV - IV'. Mõõtkava hor 1 : 1000, vert 1 : 100

ELEKTROONILISED LISAD

1. Varuplokkide ruumikujud.dgn
2. Isojooned kruusa lasum_EH.dgn
3. Isojooned lubjakivi lasum_EH.dgn
4. Puursüdamike fotod ja kataloog
5. Katseprotokoll 22-3400 K.asice
6. Katseprotokoll 23-6488 K.asice
7. Katseprotokoll 23-6491 K.asice
8. Katseprotokoll 837/22.asice
9. Tellija arvamus.asice

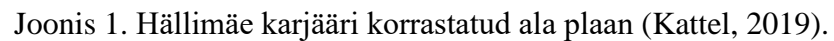
1. SISSEJUHATUS

Hällimäe karjääri mäeeraldisel jääkvaru hindamine tehti OÜ Revelstok tellimisel, kes kaevandab antud mäeeraldiselt ehituskruusa keskkonnala L.MK/317719 alusel (lisa 1).

Kaevandamise loa endine omanik oli Transpordiamet, kes 2021. a loovutas Hällimäe karjääri maavara kaevandamise loa nr L.MK/317719 OÜ-le Revelstok. Kaevandamise luba kehtib 23.05.2030. aastani. Mäeeraldisel jääkvaru maht 247,6 tuh m³ kanti kaevandamise loale OÜ J. Viru Markšeideribüroo poolt 2012. ja 2015. a mäeeraldisel teostatud markšeidermöödistuse (Ridalaan jt, 2012, 2015) ning OÜ Eesti Geoloogiakeskuse poolt 2014. a teostatud kontrollmarkšeidermöödistuse (Põldvere, 2014) andmete alusel. Viimati nimetatud töös tehti ettepanek mäeeraldisel piires ehituskruusa varu selgitamiseks teha täiendav uuring, kuna pole täpselt selge mäeeraldisel geoloogiline ehitus. Sama soovitus oli Keskkonnaametil, kus 10.02.2021. a korralduses „Hällimäe karjääri maavara kaevandamise keskkonnala nr L.MK/317719 ümberregistreerimine“ märgitakse, et: „*Tegelik ehituskruusa jääkvaru ning mäeeraldisel piiresse jääva dolokivi varu tuleks selgitada täiendava geoloogilise uuringu või jääkvaru ümberhindamise käigus. Vastavalt tulemustele tuleb muuta ka kaevandamis-luba*“. Kaevandamisloa uus omanik sooviski täiendava geoloogilise uuringuga saada selgust mäeeraldisel geoloogilisest ehitusest, mäeeraldisel piires lasuvate maavarade kasutusalaadest ja nende mahtudest.

Mäeeraldisel geoloogilisest ehitusest täiendava informatsiooni saamiseks rajati mäeeraldisel piires 19 kaevandit, kirjeldati paljandeid ja puuriti 4 puurauku aluspõhjakiivimitesse. Setetest ja kivimist võeti proovid, millest tehti katsed keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 esitatud nõuetest lähtuvalt (setete lõimis standardi EVS-EN 993-1, täitematerjali purunemiskindluse määramine Los Angelese katsel katsestandardi EVS-EN 1097-2 järgi ning külmakindluse määramine EVS-EN 1367-1 kohaselt). Laboratoorsed tööd tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER akrediteeritud ehitusmaterjalide laboratooriumis, kivimi keemiline koostis määrati Teede Tehnokeskuse laboratooriumis. Mäeeraldisel möödistati OÜ Inseneribüroo STEIGER poolt instrumentaalselt 04.05.2023. a markšeidermöödistuse raames, möödistusandmete alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 1000.

Hällimäe karjääri mäeeraldis ja selle teenindusmaa kattuvad II kategooria kaitsealuse liigi harivesilik (*Triturus cristatus*; keskkonnaregistri kood KLO9118059) ja III kategooria kaitsealuse liigi rabakonn (*Rana arvalis*; keskkonnaregistri kood KLO9118013) elupaigaga. Liigi eksperdi hinnangul tuleb kaevandustegevusest puutumata jätta mäeeraldisel ida- ja kaguosa, kus paiknevad harivesiliku ja rabakonna sigimis- ja talvitusala. Seepärast jääkvaru uuringuid nimetatud mäeeraldisel osades ei tehtud. Uue varuala kontuurimisel võeti aluseks J. Viru Markšeideribüroo poolt 2019. a valminud Hällimäe karjääri korrastatud ala plaan (joonis 1), mille koostamisel on arvestatud MTÜ Põhjakonn töös „Eksperthinnang Hällimäe kruusakarjääri harivesiliku ja rabakonna populatsiooni kaitsmiseks kaevandamistegevuse ajal ja ala korrastamise soovitusel liikidest lähtuvalt“ toodud soovitustega (lisa 15). Mäeeraldisel ida- ja kaguosa jäävad endiselt mäeeraldisel teenindusmaa hulka, kus kaevandajal säilib maa-ala korrastamise kohustus. Samuti korregeeriti mõningaid varuploki nurgapunkte, viies need vastavusse katastripiiride nurgapunktidega.



Välitöid planeeris ja teostas ning aruande koostas geoloogiainsener Tiia Tuuling. Puurtööd toimusid OÜ Inseneribüroo STEIGER puurimise osakonna juhataja Meelis Peetrise juhtimisel. Graafilised lisad vormistas ja varu arvutas joonestaja Kaja Paat. Fotode autor on T. Tuuling.

Geoloogiline uuring tehti vastavalt 17.12.2018. a määrusele nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”.

2. MÄEERALDISE ÜLDISELOOMUSTUS

Hällimäe kruusakarjääri mäeeraldis ja selle teenindusmaa pindalaga 15,57 ha (sealhulgas mäeeraldisel pindala 14,61 ha) (graafiline lisa 1) asuvad Järva maakonnas Järva vallas Aruküla külas katastriüksusel Hällimäe karjäär (katastritunnus 31401:002:2970), mille sihtotstarve on 100% mäetööstusmaa. Katastriüksuse omanik on Kliimaministeerium ja volitatud asutus Maa-amet.

Hällimäe kruusakarjäär asub Koeru alevikust ca 1 km kaugusel lõuna-kagu suunas ja Ervita külakeskusest ca 2,1 km loode pool (joonis 2.1). Mäeeraldisest ida poole jääb kruuskattega Santovi tee (tee nr 3140030), millelt algab karjääri teenindav tee (kulgeb üle Uue-Puusepa maaüksuse).

Mäeeraldisel teenindusmaa piirneb eraomandisse kuuluvate katastriüksustega: läänes Kruusa (31401:002:2860), põhjas Kõrtsimäe (31401:002:0108) ja Kõrtsi (31401:002:0107), mis jäävad Aruküla külla ning Santovi külla jääv Uue-Puusepa (31401:002:2900); kagus Kaasiku (25501:001:0160), lõunas Kasepaku (25501:001:1094), Kasepaku mets (25501:001:1095), Uue-Otsa (31402:002:0721), mis jäävad Ervita külla ning Otsa (31401:002:1250), mis jääb Aruküla külla. Ümbritsevate maade puhul on tegu maatulundusmaadega, mis on kasutuses valdavalt haritava maana, vähem metsamaana.

Lähimad elamud paiknevad mäeeraldisel lõunapiirist ~115 m kaugusel Kasepaku (katastritunnus 31402:002:0800) kinnistul, idapiirist ~230 m kaugusel Kaasiku (katastritunnus 31402:002:0630) kinnistul, läänepiirist ~210 m kaugusel Pargi (katastritunnus 31401:002:2690) kinnistul ja idapiirist ~250 m kaugusel Veeru (katastritunnus 31401:002:1210) kinnistul.

Mäeeraldis ja selle teenindusmaa kattuvad Pandivere ja Adavere-Põltsamaa nitraaditundliku alaga (keskkonnaregistri kood LTA1000001). Kaitstavatest loodusobjektidest on mäeeraldisel territooriumil registreeritud III kategooria kaitsealuse rabakonna (*Rana arvalis*) (KLO9118013) ja II kategooria kaitsealuse harivesiliku (*Triturus cristatus*) (KLO9118059) elupaik. MTÜ Põhjakonn poolt 2019. a koostatud ekspertarvamuses on öeldud, et rabakonna sigimis- ja elupaikade säilimiseks tuleb jätta kaevandustegevusest puutumata karjääri ida- ja kaguosa. Seepärast mäeeraldisel ida- ja kaguosas täiendavat uuringut ei tehtud ja jäeti varu arvutusest välja.

Mäeeraldisel kommunikatsioonid puuduvad.

Geomorfoloogiliselt paikneb Hällimäe karjäär Pandivere kõrgustiku lõunaserval, loode-idasuunaliselt kulgeva aluspõhja paekividesse lõikunud Väinjärve tunnelorgu kuhjunud oosisüsteemil.

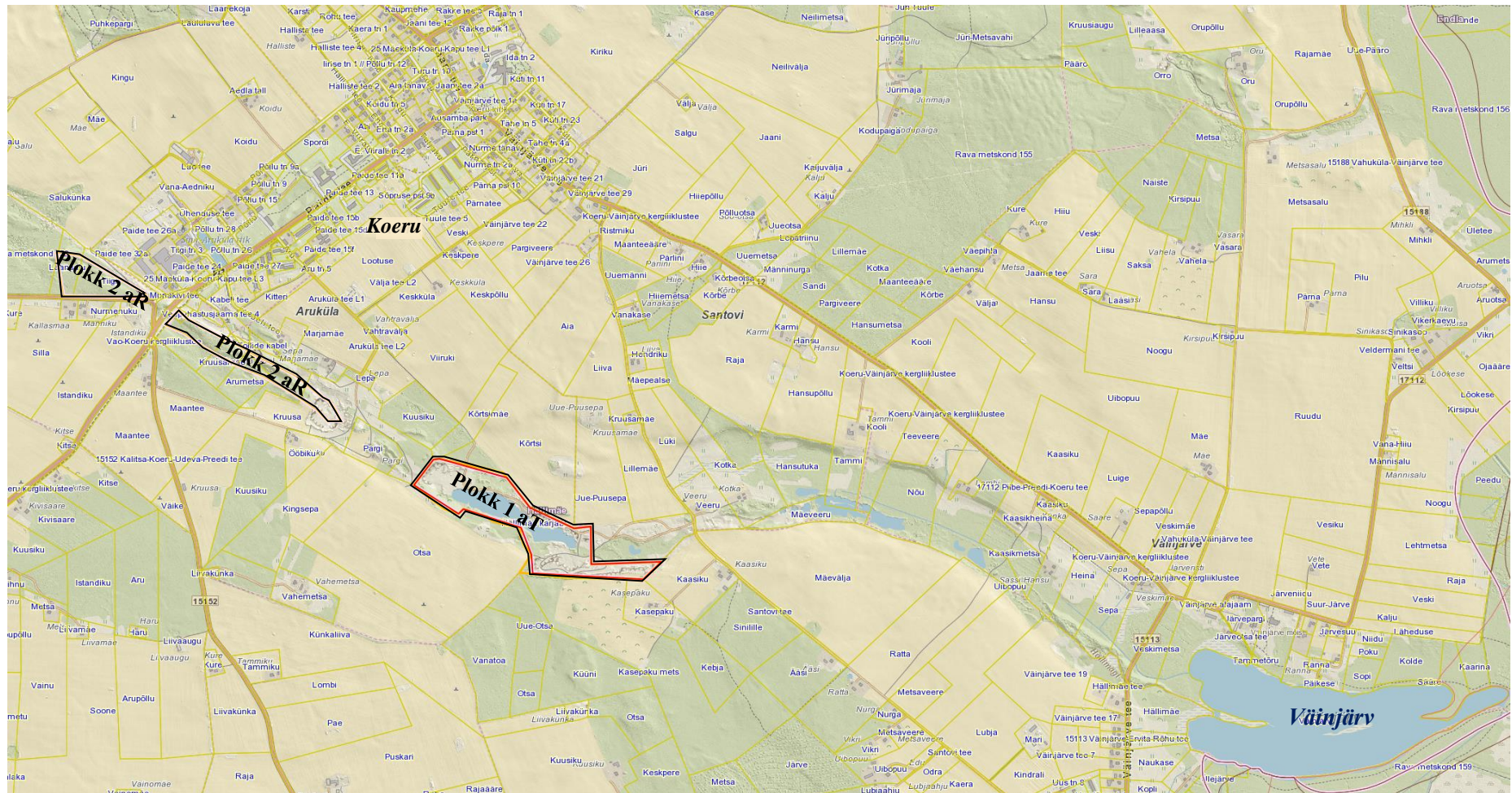
Praeguseks on mäetöid teostatud kogu Hällimäe karjääri mäeeraldisel alal. Reljeef karjäärialal on väga muutlik – karjääri lõunanõlva ülaserv jääb ~87 m abs kõrgusele ning veekogu põhjas on abs kõrguseks mõõdetud ~76 m. Kaevandamise käigus on karjääri keskele kujunenud ~3 ha suurune veekogu (kuni ~550 m pikkune ja ~80 m laiune), mille sügavus on kohati kuni 4 m (enamasti 2 m), sõltuvalt veetasemest. Veetase jäi kaevandite tegemise ajal (13.07.2022) ~80,1 m abs kõrgusele, kuid kevadise suurvee ajal, mil puuriti ka aluspõhja puuraugud, mõõdeti veetaseme abs kõrguseks maksimaalselt 81,21 m.

Samas oli 2013. a kaevandamise loa taotluses märgitud põhjavee tasemeks 78,84 m (EH2000).

Looduslikest veekogudest on lähim Väinjärv, mis jääb karjäärist 2,7 km kaugusele kagu suunas (joonis 2.1).

Hällimäe karjääri mäeeraldis jääb Hällimäe kruusamaardla (registrikaart 179) kagupoolsele lahustükile (joonis 2.1). Maardla pindala kokku on 23,6 ha. Hällimäe karjäärist loode poole jääb kahest lahustükist koosnev maardla plokk 2 pindalaga 8,99 ha, milles on arvel ehituskruusa aktiivset reservvaru 516 tuh m³ (2005. a määrus nr 44). Seisuga 29.09.2023 on maavarade registri andmeil Hällimäe karjääri mäeeraldisel ehituskruusa jääkvaru 238,006 tuh m³ (2005. a määrus nr 44).

OÜ Inseneribüroo STEIGER
Hällimäe kruusamaardla Hällimäe karjääri mäeeraldise jääkvaru hindamine



- Hällimäe karjääri mäeeraldis
- Hällimäe kruusamaardla

Joonis 2.1. Hällimäe karjääri mäeeraldise asukohaplaan. Plaani koostamisel on kasutatud Maa-ameti kaardirakendust

3. GEOLOOGILINE UURITUS

1959 - 61. a teostas ENSV MN ja Geoloogia ja Maapõuevarade Kaitse Valitsus kruusa- ja liivaleiukohtade luuretöid Paide tööpiirkonnas (Saarelaid, 1961, EGF 1833). Üheks uuringualaks oli ka Hällimäe-Aruküla leiukoht, kus uuringuobjektiks oli ligikaudu 4,5 km pikkune ja 30 - 70 m laiune oosiahelik Mäeküla-Koeru teest Väinjärveni. Tookord kirjeldati pinnavormi kui liustiku serva ette kuhjunud otsmoreeni. Tehnilistel põhjustel ei õnnestunud uuringu käigus kogu kruusa-liivakihti läbida. Šurfide sügavus oli ligikaudu 1 m, puuraukudel 3 - 4 m. Setetest kirjeldati jämedateralist kruusa, mis sisaldas rohkesti munakaid ja rahne (kuni 40 - 45% materjalist ja nende läbimõõdud ulatusid 45 - 50 sentimeetrit). Kruus oli valdavalt karbonaatne, keskmiselt kuni halvasti kulutatud. Oosi Väinjärve poolses osas oli juba tegutsev karjäär.

1970. a teostas Eesti Geoloogia valitsus Paide rajoonis kruusa-liiva segu otsimistöid (Voolma, 1970 EGF 3114), kus üheks objektiks oli ka Hällimäe maardla. Maardlat moodustanud liustikujärelisest loode-kagu suunalisest seljandikust olid säilinud vaid äärealad ja loodepoolne osa, kuna suurem osa seljandikust oli juba karjääridega välja töötatud. Piirkonda puuriti karjääri laiendamisevõimaluste selgitamiseks kokku 19 puurauku. Tõdeti, et varude laiendamine karjäärist lõuna ja põhja suunas ei ole võimalik.

Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde käigus 1976 - 1977. a uuriti ka Paide rajooni (Saadre jt, 1978, EGF 3506). Karjääride laiendamisevõimaluste selgitamiseks puuriti Hällimäe kruusliiva leiukohas oosiseljandiku jalamile 11 puurauku ja võeti 4 proovi. Tööde tulemused näitasid, et karjääride laiendamine seljandiku jalamil suunas pole võimalik, kuna kogu alal levis liivsaavi- või savimoreen, mis vaid kohati oli kaetud 1,5 - 7,0 m paksuste ülipeeneteraliste savikate liivadega. Kuna liivad levisid põllumaadel, siis ei soovitatud nende kasutusele võtmist. Olemasolevate karjääride revisjoni käigus toodi esile ka Hällimäe karjäär, mis oli korratu ning risustatud.

1974. a teostas geoloogilise uuringu PI „Eesti Maanteeprojekt“. Nimetatud uurimistöö käigus puuriti puuraugud ja võeti proovid lõimise ja filtratsiooniteguri määramiseks. Aruannet geoloogiafondis ei ole, kuid antud aruande põhjal arvutati 1994. a Hällimäe karjääri jääkvaru 14,61 ha pindalal (Tipp, 1994, EGF 4846) (ligikaudu käesolevas töös käsitletava mäeeraldise kontuuris). Karjäärialala haaras osaliselt 1965., 1966., 1970., 1980. ja 1986.a. mäeeraldisi (ülejäanud olid ammendatud ja rekultiveeritud). Jääkvaru hindamiseks karjäär 1992. a oktoobris mõõdistati ning koostati maa-ala plaan mõõtkavas 1 : 1000. Puuraugud kanti plaanile Eesti Maanteeprojekti poolt koostatud „Hällimäe karjääri pass ja tehniline rekultiveerimine“ projekt nr 1054 alusel. Jääkvaru arvutati lõigete meetodil - seisuga 14.06.1994. a oli Hällimäe karjääri kruusa jääkvaru 391,5 tuhat m³. Põhjusel, et karjääri laiendada ei saa, ei arvatud jääkvaru hulka nõlvadesse jäävaid varusid (st, et aktiivne tarbevaru oli võrdne kaevandamisele kuuluva varuga). Kruus hinnati pärast purustamist sobivaks kasutada kruusaluseks ja mustkatte ehitamiseks. Kasuliku kihi lamamis kirjeldati rasket saviliivmoreeni, kattekihiks oli 0,2 m paksune kasvukiht. 27.07.1994. a Eesti Vabariigi valitsuse maavarade ja põhjavee varude komisjoni istungi protokolliga nr 205 kinnitati 01.01.1994. a seisuga Hällimäe karjääri ehituskruusa aktiivseks tarbevaruks 392 tuhat m³, sh allpool põhjavee taset 133 tuhat m³.

Kaevandamise loa taotluse esitamiseks mõõdistas OÜ J.Viru Markseideribüroo 2003. a karjääri uuesti ja koostas plaani arvutigraafikas. Varasemaid andmeid kasutades

korregeeriti plaani ja koostati ülejäänud graafiline materjal, mis oli vajalik kaevandamise loa taotlemiseks. Balti 77 kõrgussüsteemiga vastavusse viimiseks tehti andmete kõrguslik korrektuur +35,2 m. 23.05.2005. a väljastati Järva Teed AS-le luba maavara kaevandamiseks Hällimäe karjääris (luba nr 1/2005, kehtivusega 24.05.2005 a - 23.05.2015 a (2011. a muudeti loa numbrit, kehtima hakkas L.MK/317719)). Kaevandamise loa nr L.MK/317719 alusel oli Hällimäe kruusakarjääri mäeeraldisel (14,61 ha) ehituskruusa aktiivse tarbevaru ploki 1 algne varu maht 313,1 tuh m³ ja kaevandatav maht 313,1 tuh m³. Põhjavee tase asus 78,65 m absoluutsel kõrgusel. Katendi maht oli mäeeraldisel 29 tuh m³ – katend oli osaliselt kooritud ja ladustatud mäeeraldisele.

2013. a koostas Mäemees OÜ kaevandamise loa pikendamise taotluse. Vastavalt J. Viru Markšeideribüroo aruandele „Markšeidermöödistamine Hällimäe karjääris seisuga 07.11.2012. a“, kanti loale aktiivse tarbevaru jäägiks ning samas ka kaevandatavaks varuks 247,6 tuhat m³. Keskkonnaameti Harju-Järva-Rapla regiooni juhtaja 03.10.2014 korraldusega nr HJR 1-15/14/549 kinnitati Hällimäe karjääri mäeeraldisel teenindusmaa pindalaks 15,57 ha ja pikendati loa kehtivust kuni 23.05.2020. aastani.

2014. a tegi Eesti Geoloogiakeskus Keskkonnaameti tellimisel kontrollmarkšeidermöödistuse Hällimäe karjääri mäeeraldisel. Töö käigus kontrolliti ka mäeeraldisel algse varu mahtu, võttes mäeeraldisel lamamiseks kaevandamise loas märgitud 76,0 m abs kõrguse (BK) ja lasumiks maapinna kõrgusmudeli seisuga 14.10.2003. a, ning mahuks saadi 849,573 tuh m³. Samas oli kaevandamise loas (välja antud 24.05.2005) märgitud varuks 313,1 tuh m³, mis oli võetud maavaravarude bilansist 2002. a alguse seisuga (Põldvere jt, 2014). Oli selge, et mäeeraldisel sisse (76,0 m abs kõrguseni) jäävad ka karbonaatkivimid, mis paljandusid kohati karjääri nõlvades ja ka karjääris oleva veekogu põhjas. Erinevused varu numbrites olid tingitud sellest, et puudus ühene arusaam, kus reaalset ehituskruusa lamam asub. Kontrollmarkšeidermöödistuse seletuskirjas anti soovitus teha mäeeraldisel piires täiendav uuring, et selgitada välja ehituskruusa lamam ja selle tegelik maht.

2019. a esitas Maanteeamet Keskkonnaametile Hällimäe kruusakarjääri maavara kaevandamise loa nr L.MK/317719 kehtivusaja pikendamise taotluse. Keskkonnaameti 27.07.2020 korraldusega nr DM-109101-10 pikendati kaevandamise luba L.MK/317719 kuni 23.05.2030 aastani. OÜ J. Viru Markšeideribüroo poolt 2015. a tehtud markšeidermöödistuse andmeil (seisuga 21.05.2015) ei ole ajavahemikul 07.11.2012 - 21.05.2015 mäeeraldiselt maavara kaevandatud, millest lähtuvalt kanti kaevandamise loale ehituskruusa aktiivseks tarbevaruks 247,6 tuhat m³. Samas korralduses märgib Keskkonnaamet, viidates 2014. a kontrollmarkšeidermöödistusele, et lisaks ehituskruusa varule leidub mäeeraldisel piires ka dolokivi ning otstarbekas oleks teha mäeeraldisel piires ehituskruusa varu selgitamiseks täiendav uuring.

Sama soovitus oli Keskkonnaametil 10.02.2021. a korralduses „Hällimäe karjääri maavara kaevandamise keskkonnavalala nr L.MK/317719 ümberregistreerimine“, kus märgitakse, et: „*Tegelik ehituskruusa jääkvaru ning mäeeraldisel piiresse jääva dolokivi varu tuleks selgitada täiendava geoloogilise uuringu või jääkvaru ümberhindamise käigus. Vastavalt tulemustele tuleb muuta ka kaevandamisluba*“. 2021. a loovutas kaevandamise loa endine omanik, Transpordiamet, Hällimäe karjääri maavara kaevandamise loa nr L.MK/317719 OÜ-le Revelstok. Kaevandamise luba kehtib 23.05.2030. aastani.

4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT

Geoloogilise uuringu metoodikas lähtuti 17.12.2018. a määruses 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” toodud nõuetest.

4.1. Puuraukude ja kaevandite rajamine ning proovide võtmine

Välitööd tehti kahes etapis. Et selgitada välja karjääri geoloogiline ehitus kuni mäeeraldise lamamini, puuriti südamikpuurimise meetodil karjääri põhja 4 puurauku. Puuraukude asukoha valikul arvestati, et informatsiooni saaks karjääri erinevatest piirkondadest, samas ka karbonaatkivimitele ette nähtud tarbevaru uuringuvõrgust, mille puhul ei ületa puuraukudevaheline kaugus 400 meetrit, samuti sõltus puuraugu asukoht puurpingi ligipääsust planeeritavale augule. Puurimistööd tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER 18. aprillil 2022. a. Puuraugud rajati puurpingiga Massenza MI8 trosstõmbega südamikpuurimise meetodil topelt või kolmekordse toruga (nn *triple barrel wireline method*). Puurotsiku jahutamiseks ja puurtolmu väljatoomiseks kasutati vett. Puuraugud rajati kuni mäeeraldise lamamini ja nende sügavuseks oli 4,6 - 6,7 m (kokku 21,6 m). Puurimise diameeter kvaternaarisetetes oli 144 mm ja karbonaatkivimeis 123 mm. Puuraukude kirjeldused ja fotod on esitatud lisas 4.



Foto 4.1. Lubjakivi puurimine puurpingiga Massenza MI8 (foto M. Peetris 18.04.2022; N 58°57'01" ja E 26°01'34").

Kruusa jääkpaksuse kindlakstegemiseks ja kruusaproovide võtmiseks rajati mäeeraldise piires 19 kaevandit sügavusega kuni 3,1 m (kokku 32,8 jm).

Välitööde käigus võeti kaevanditest kokku 14 proovi setete terastikulise koostise määramiseks. Proovidesse võeti materjal, mille terasuurus jäi alla 80 mm. 80 millimeetrist suurema diameetriga jämepurru sisaldus määrati välitöö käigus. Proovide pikkus oli 0,4 - 2,9 m, keskmiselt 1,5 m. Proovid võeti kogu kasuliku kihi ulatuses. Karjäärist võeti lisaks 2 proovi kruusa purunemiskindluse määramiseks – proovimaterjali võeti veerised.

4.2. Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd

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

Laboratoorsed tööd tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER akrediteeritud ehitusmaterjalide laboratooriumis (EAK L202). Laboritööde puhul tehti keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 karbonaatkivimite uuringul ettenähtud katsed: killustiku purunemiskindluse katse Los Angelese meetodil ja külmakindluse katse destilleeritud vees. Katsed teostati standardite EVS-EN 1097-2 ja EVS-EN 1367-1 nõuete kohaselt. Puursüdamikud prooviti kogupaksuses. Igast puuraugust võeti 1 proov, seega võeti kokku 4 proovi killustiku purunemis- ja külmakindluse määramiseks. Proovimise intervallid jäid 2,3 - 4,2 m vahemikku, keskmine proovipikkus oli 3,6 m. Katsete jaoks vajamineva fraktsiooni saamiseks purustati puursüdamikust võetud proovid eelnevalt laboratoorses lõugpurustis. Killustiku purunemiskindlus Los Angelese katsel määrati fr 10/14 mm ja külmakindlus fr 8/16 mm. Katseprotokollid on toodud lisa 9.

Vastavalt maavara geoloogilise uuringu tegemise korrale võeti ehitusotstarbeks uuritava kivimi igast looduslikust erimist vähemalt 3 proovi lühendatud keemiliseks analüüsiks, milles määrati CaO, MgO ja 10% soolhappes lahustumatu jääk. Hällimäe karjääris võeti proovid kivimi keemiliseks analüüsiks kolmest puuraugust, igast ühest 2 proovi – prooviti eraldi läbilõike ülaossa jääv hallikasbeež ja alumisse ossa jääv sinakashall kivim. Kokku võeti 6 proovi. Proovimise intervallid jäid 1,1 - 3,0 m vahemikku, keskmine proovipikkus oli 1,8 m. Kivimi keemilised analüüsid tehti Teede Tehnokeskuse laboratooriumis (akrediteerimistunnistus L036) ja analüüsides tulemused on toodud tekstilis 11.

Purdsetete terastikuline koostis määrati 13 proovis. Sõelanalüüsiks kasutati standardile EVS-EN 993-1 vastavaid ja uuringukorras nõutavaid sõelu (sõelte komplekt avadega 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). Laborisse viidi analüüsimiseks proovid, millest >80 mm purdosad olid välja sõelutud (nende osakaal oli määratud välitöötl). Laboriprotokollis toodud andmetes on arvestatud ka terasuurustega >80 mm. Osajääkide sisalduste ümberarvutused protokollis on tehtud geoloogi poolt esitatud andmete põhjal. 11 proovi väljasõelutud kruusast moodustati 1 koondproov, millest määrati kruusa purunemiskindlus. Et iseloomustatud saaks ka veeriste purunemiskindlus, võeti lisaks 2 proovi karjäärist, veekogu põhjast nõrguma tõstetud materjalist, kus proovi hulka võetigi ainult veerised. Purunemiskindlus määrati Los Angelese katsel fr 10/14 mm, proovid purustati eelnevalt laboratoorses lõugpurustis (lisa 8).

4.3. Topograafilised tööd

Uuringuruumi teenindusala ja selle lähiümbruse topograafilise mõõdistuse tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER 04.05.2023. a markseidermõõdistuse raames. Mõõdistusandmete alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 1000. Mõõdistamine tehti reaalajas kinemaatilise GPS positsioneerimisega, seadmetega Trimble R8s GNSS, Trimble R12i GNSS, DJI Mavic 3E RTK ja Ohmex Sonarmite BTX. Mõõdistamise alusena kasutati Trimble VRS Now püsijaamade võrku. Mõõdistamine tehti L-Est 97 koordinaatide süsteemis, kõrgused EH2000 süsteemis. Plaan koostati ja uuringuruumi pindala määrati nurgapunktide koordinaatide alusel programmiga Bentley PowerCivil V8i (litsents 70000661800020). Varu arvutamiseks kasutati nimetatud programmi. Täpsemad andmed topograafilise mõõdistuse kohta on esitatud topograafilise mõõdistamise seletuskirjas (lisa 16, väljavõte markseidermõõdistuse seletuskirjast).

4.4. Kameraaltööd

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

Antud määruse järgi saab maavara kasutuselaks määrata ehituskruusa, kui ta vastab järgmistele põhinõuetele:

- osakeste sisaldus läbimõõduga üle 31,5 mm >35%;
- peenosiste (savi- ja tolmuosakesed läbimõõduga alla 0,063 mm) sisaldus <12%;
- purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel ≤ 35 (fraktsioonil 10/14 mm) (standardi EVS-EN 1097-2 järgi).

Maavara käsitletakse ehitusliivana, kui ta vastab järgmistele põhinõuetele:

- peenosiste (osakesed läbimõõduga alla 0,063 mm) sisaldus <5%;
- osakeste sisaldus läbimõõduga üle 31,5 mm <35%.

Eelmainitud kvaliteedinõuetele mittevastavat setendit nimetatakse täiteliivaks või täitekruusaks.

Maavara kasutuselaks on

- kõrgemargiline ehituslubjakivi, kui purunemiskindluse kategooria Los Angelese katsel on 30 või väiksem ja külmakindluse kategooria kuni F₂;
 - madalamargiline ehituslubjakivi, kui purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 31 - 35 ning külmakindluse kategooria kuni F₄;
- Täitelubjakivi ei vasta eespool kirjeldatud nõuetele.

Purdmaterjali kirjeldamisel on kasutatud Sinisalu ja Kleesmenti poolt 2002. a koostatud purdsetete klassifikatsiooni (tabel 4.1), mis on võetud aluseks ka geoloogilisel kaardistamisel mõõtkavas 1 : 50 000.

Tabel 4.1. Purdsetete klassifikatsioon (Sinisalu, Kleesment, 2002)

Terasuuruse skaala		Sette nimetus	
φ	mm		
< -9	>512	Rahn	
-8...-9	256...512	suur	Veeris
-7...-8	128...256	keskmine	
-6...-7	64...128	väike	
-5...-6	32...64	väga jäme	Kruus
-4...-5	16...32	jäme	
-3...-4	8...16	keskmine	
-2...-3	4...8	peen	
-1...-2	2...4	väga peen	
0...-1	1...2	väga jäme	Liiv
1...0	0,5...1	jäme	
1...2	0,25...0,5	keskmine	
2...3	0,125...0,25	peen	
3...4	0,063...0,125	väga peen	
4...5	0,063...0,032	väga jäme	Aleuriit
9...6	0,032...0,016	jäme	
6...7	0,016...0,008	keskmine	
7...8	0,008...0,004	peen	
8...9	0,004...0,002	väga peen	
>9	<0,002	Savi	

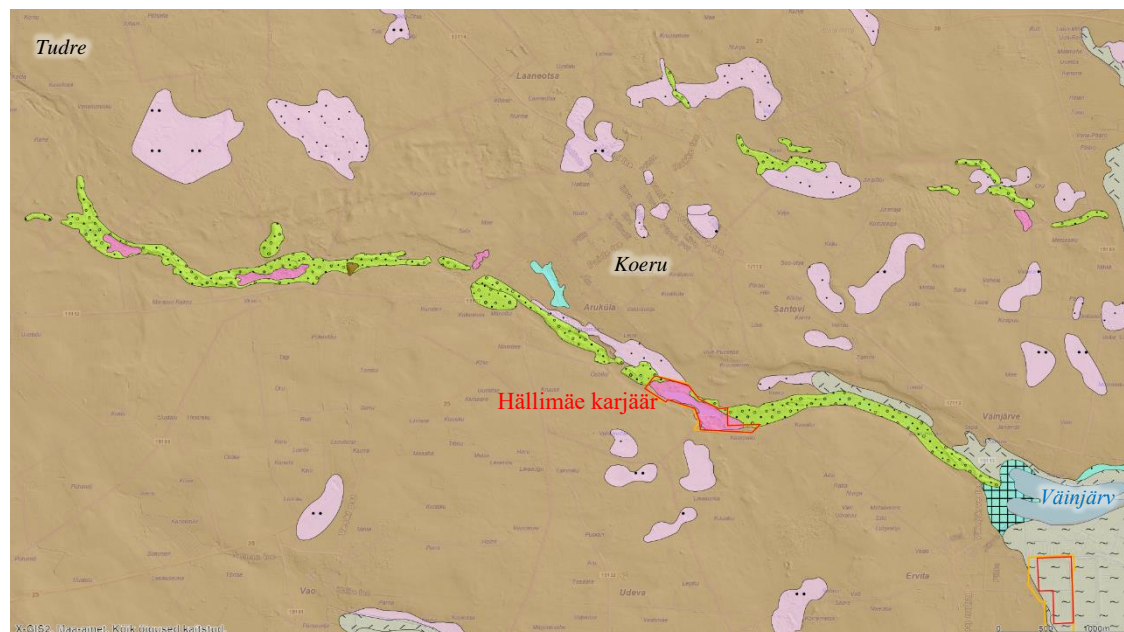
Kameraaltööde käigus koostati topograafiline ja varu arvutuse plaan, plaani juurde kuuluvad geoloogilised läbilõiked ja geoloogilise uuringu aruanne. Varu arvutuse plaan (mõõtkava 1 : 1000) ja geoloogilised läbilõiked on koostatud programmiga Bentley PowerCivil V8i (litsents 70000661800020). Plaanile on kantud käesoleva jääkvaru uuringu käigus rajatud uuringupunktid katte ja kasuliku kihi paksustega. Kaevanditele, mis tegelikult lubjakivi ei läbinud, on informatiivsuse mõttes märgitud ka täitelubjakivi paksus, mille andmed on saadud 3D mudelist. Lisaks käesoleva uuringu käigus rajatud uuringupunktilede kanti plaanile ka varasema uuringu puuraugud (PI Eesti Maantee-projekt, 1974). Kuna antud puuraukude kirjeldused puuduvad ja puurimisel läbitud kasulik kiht on valdavalt juba ära kaevandatud, siis need jääkvaru enam ei iseloomusta ning seepärast ei ole neid kasutatud ka varu arvutuses ega ära toodud kaevandite ja puuraukude kataloogis. Samas sisaldavad need informatsiooni geoloogilisest uuritusest, kunagi eksisteerinud oosi reljeefist (kahjuks mitte kaevandamiseelsest) ja setetest ning seepärast on need plaanile ikkagi märgitud. Pinnamudelid ja mahumäärangud on tehtud triangulatsiooni meetodiga. Kasuliku kihi materjali keskmiste sisalduste näitajad varuplokkides arvutati kaalutud keskmise meetodil. Kuna tegutsevas karjääris tehakse jooksvalt laborimääranguid karjääris lasuva maavara kvaliteedi kontrollimiseks, kasutatakse käesolevas töös kruusasetete maavara kasutusala hindamisel ka kaevandaja poolt tehtud kruusa purunemiskindluse katsete tulemusi (lisa 8).

4.5. Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale

Jääkvaru uuring tehti kehtiva mäeeraldise piires, kus toimub ka maavara kaevandamine. Uuringu tegemine ei põhjustanud täiendavat mõju keskkonnale.

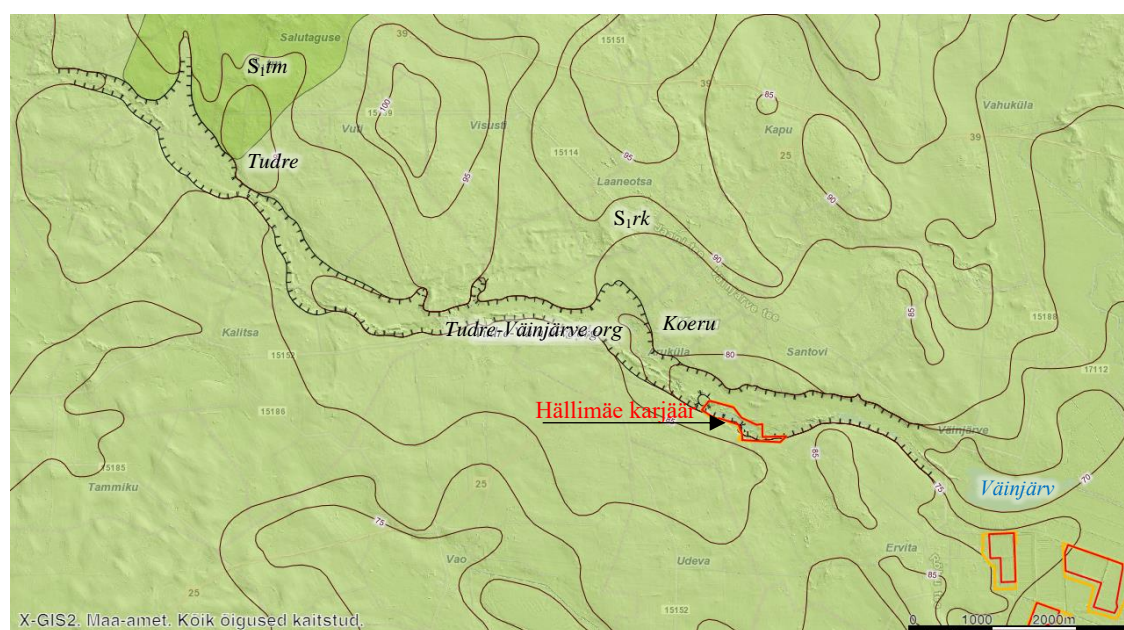
5. GEOLOOGILINE EHITUS

Hällimäe karjäär paikneb Pandivere kõrgustiku lõunaosas Tudre-Väinjärve oosiahelikul (joonis 5.1). Oosiahelik kujunes Väinjärvest Tudreni aluspõhja ja/või moreeni lõikunud vagumuses (Tudre-Väinjärve org), mida mööda liustiku sulaveed voolasid (joonis 5.2).



Q1jr_g, moreen Q1jr_lg, jäärvesetted Q1jr_fg, glatsiofluviaalsed setted
Q2_b, soosetted Q2_b, järvesetted õhukese pinnakattega ala

Joonis 5.1. Tudre-Väinjärve oosiahelik, mille keskosas paikneb Hällimäe karjäär. Praeguseks on oosisetted valdavalt ära kaevandatud ja karjääri põhjas avanevad kohati aluspõhjajakivimid. Kasutatud on Maa-ameti kaardirakendust.



Joonis 5.2. Hällimäe karjäär paikneb Tudre-Väinjärve oru lõunaservas, Raikküla kihistu (S1rk) avamusel. Kasutatud on Maa-ameti kaardirakendust (1:50 000 geoloogiline baaskaart, aluspõhja reljeef).

Mandrijää lõhed ja seega ka sulaveed kulgesid eelkõige piki oru lõunaserva, jättes maha hästi väljakujunenud oosisüsteemi. Oosivallid koosnevad/koosnesid tavaliselt kohaliku karbonaatse materjaliga rikastunud hästi ümardunud jämepurdsest materjalist (Ploom jt, 2017). Kunagi vägagi markantse Tudre-Väinjärve oosiaheliku oosid on tänaseks paljuski ära kaevandatud. Ammendatud karjääri on tekkinud tehiskäred.

Praeguseks on oosisteid säilinud karjääri nõlvades ja kohati veel karjääri põhjas. Valdavad on jämedad kruusasetted, milles on ülekaalus karbonaatsed hästi ümardatud veerisid ning esineb ka kuni meetrise läbimõõduga rahne (fotod 5.1 ja 5.2). Veeriste osakaal setetes ulatub valdavalt ~35 - 55%. Kristalliinse kruusa ja veeriste osakaal ei ületa 5%.



Foto 5.1. Veeriseline kruus on veekogu põhjast nõrguma tõstetud (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'59" ja E 26°01'48").



Foto 5.2. Rahnud karjääri idaosas (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'52" ja E 26°02'10").

Kruusasetted on kohati hästi sorteeritud, kus jälgitav on horisontaal- või kallakkihilisus (foto 5.3). Samas lasus karjääri lääneseinas (P 4 ja K 11) halvasti sorteeritud kruuspinnas (foto 5.4).



Foto 5.3. Sorteeritud horisontaalkihilised kruusasetted karjääri põhjaosas asuvas paljandis 7 (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'58" ja E 26°01'56").



Foto 5.4. Sorteerimata setted karjääri edela-lõunaosas paiknevas kaevandis K 11 (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'57" ja E 26°01'39").

Seevastu karjääri lõuna-edelanõlvas lasuvad liivasetted – esines nii puhast eriteralist liiva kaevandis K 6, kui ka aleuriitset väga savist liiva kaevandites K 4 ja K 5 (fotod 5.5 ja 5.6). Kaevandis K 4 lasus liiv 0,6 m paksuselt kruusasetetel, kaevandis K 5 aga 3 m

paksuse lasundina aluspõhjakivimitel. Viimases esines liivas rauarikkaid sooni kui ka rusikasuuruseid raua konkretsioone.



Foto 5.5. Eriteraline liiv kaevandis K 6 (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'52" ja E 26°01'58").



Foto 5.6. Savine rauarikas liiv kaevandis K 5 (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'51" ja E 26°02'01").

Oosisetete lamamiseks on Raikküla lademe Raikküla kihistu (S₁rk) lubjakivid, mis ülaosas on tugevalt lõheline ja murenenud, sarnanedes lokaalmoreeniga. Jääkvaru uuringu käigus karjääri rajatud kaevandite ja puuraukude ning kaevandamise tulemusel paljandunud lubjakivi andmeil on aluspõhja pealispinna reljeef väga muutlik (gr lisa 2). Kui karjääri lääne-loodeosas jääb paeplaatidest karjääri põhja abs kõrgus ~80 - 80,5 m tasemele (foto 5.9), siis karjääri keskel lasuvad kvaternaarisetted aluspõhja lõikunud kitsas ja järsunõlvalises süvikus, kus aluspõhja pealispind jääb süviku keskosas 76 - 77 m abs tasemele. Samuti fikseeriti 1,7 m suurune erinevus aluspõhja lasumi abs kõrgustes kaevandis K 2 (80,8 m) ja paljandis P 3 (82,51 m), mis asusid üksteisest vaid ~15 m kaugusel (fotod 5.7 ja 5.8). Täheledatav oli ka aluspõhja reljeefi langus mäeeraldise äärmises põhjaservas, kus see jäi 78,0 m tasemele kaevandis K 15. Seevastu karjääri kagu-lõunaosas, kus lubjakivid paljanduvad 3 - 4 m kõrguses seinas, jääb lubjakivi pealispind ~87 m abs kõrgusele (foto 5.10). Samuti karjäärist vahetult loodesse jääb väike aluspõhjaline põndak, mille läbilõige on avatud karjääri loodenõlvas. 8 m kõrguses seinas paljandub siin tugevalt lõheline ja murenenud lubjakivi ligikaudu 3 m paksuselt. Seina ülemise serva abs kõrgus jääb 88 - 89 m tasemele (foto 5.11).



Foto 5.7. Kaevand K 2, kus aluspõhja lasumi jäi 80,8 m abs kõrgusele (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'55" ja E 26°02'03").



Foto 5.8. Lubjakivisein karjääri sissesõidutee ääres. Lubjakivi lasumi abs kõrgus on 82,5 m (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'55" ja E 26°02'02").



Foto 5.9. Karjääri lääne-loodeosa, kus kohati paljandub lubjakivi. Aluspõhja pealispind jääb siin ~80 - 80,5 m abs kõrgusele. Tasast ala on kasutatud toodangu- ja katendikuhi ladustamiseks ning siin lasub kasulikul kihil (kruusal ja lubjakivil) keskmiselt ~0,5 m paksuselt ladude jääke. (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°57'02" ja E 26°01'35").



Foto 5.10. ~3 m kõrgune paesein karjääri lõunaosas, kus lubjakiviastangu ülemine serv jääb ~87 m abs kõrgusele (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°56'49" ja E 26°02'02").



Foto 5.11. Karjääri lääne-loodenõlv, kus paljanduvad aluspõhjapõndakut moodustavad lubjakivid. Aluspõhjativimite lasund on servadest järsult kulutatud, asendudes lateraalselt kvaternaarisetetega (märgitud valge noolega) (foto T. Tuuling; 13.07.2022; N 58°57'03" ja E 26°01'35").

Et setted/kivimid saaks uuritud mäeeraldise lamamini – 76,20 m absoluutkõrguseni (EH2000), puuriti puursüdamiku meetodil karjääri igasse serva lubjakivikihte avav puurauk. Hällimäe karjääris avanevad Raikküla kihistu lubjakivid on ülaosas beežid, allosas hallid, ebaselgelt lainjas- keskmise- kuni paksukihilised, tekstuurilt bretšalaadsed, kus savikas lubjakivis esineb erineva kuju ja suurusega nii mikrokristallilise kui ka detritse lubjakivi „tükke“ (fotod 5.12). Kohati on kivim ülaosas lõheline ja murenenud. Karjääri loodeosas asuvas puuraugus PA 1, kus lubjakivi pealispind jäi 80,38 m abs kõrgusele, avati lubjakivid 4,2 m paksuselt.



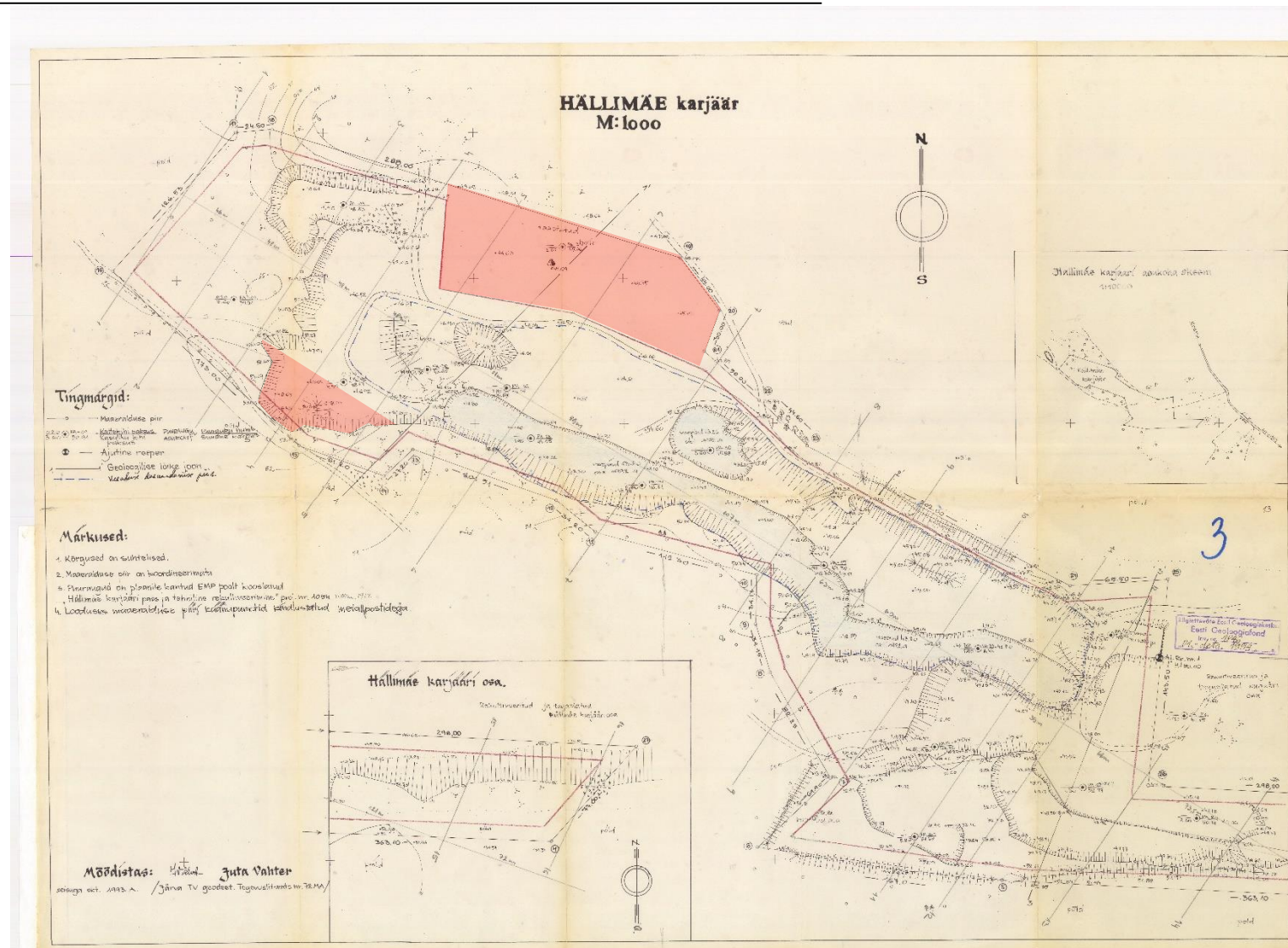
Foto 5.12. Hällimäe karjääri mäeeraldise läbilõike ülaosas on lubjakivid beežid ja allosas hallid, bretšalaadse tekstuuriga.

Hällimäe karjääris on maavara kaevandatud vaheaegadega üle 60 aasta ja katendiks olnud keskmiselt 0,2 m paksune kasvukiht on mäeeraldiselt kunagi juba eemaldatud ning ladustatud vallidesse ja hunnikutesse. Kohati on osa alasid ka katendiga tagasi täidetud. 2015. a markseidermöödistuse andmeil ei ole karjääris kaevandatud vähemalt 2012. aastast alates. 10 aasta jooksul oli kaevandatud alal tekkinud kruusale-liivale peale uus mullakiht ja kasvanud peale võsa. Seega aladelt, kust kunagi oli katend juba eemaldatud, pidi uus kaevandamisloa omanik, OÜ Revelstok, võsa raadama ja huumusekihi uuesti eemaldama, mida enamusel alal ongi juba tehtud. Kaevandite rajamise ajal 2022. a juulis oli see eemaldamata veel tehiseveekogust vahetult kagus kaevandite K 4, K 5 ja K 6 piirkonnas ning samuti mäeeraldise põhjaosas kaevandite K 8, K 14, K 15 ja K 16 ümbruses. Võttes aluseks 1992. a möödistatud plaani, on viimasena mainitud ala tagasi täidetud (joonisel 5.3 märgitud „taastatud“ ala). Loetletud kaevandid olidki sinna rajatud eesmärgiga täpsustada muuhulgas ka tehnogeense katendi paksust. Kaevandite andmeil lasus seal kasulikul kihil (kruus, lubjakivi) 0,2 - 1,4 m paksuselt tehnogeenseid setteid ning kasuliku kihi lasum jäi sellel alal 79,6 - 80,2 m abs kõrgusele. Samuti on võimalik 1992. a plaanilt välja lugeda, et tagasi oli täidetud osaliselt ka karjääri nõlv mäeeraldise piiripunktide 14 ja 15 vahel, millest andsid kinnitust ka nõlvale rajatud kaevandid K 17 ja K 18 (ehkki EGK poolt 2014. a koostatud kontrollmarkseidermöödistuse aruandes on mainitud, et antud alalt kaevandatud ei ole (Põldvere, 2014, foto 4)).

Tabel 4.1. Hällimäe karjääri mäeeraldise geoloogilise läbilõike koondtabel

Nimetus	Geoloogiline indeks	Kihi paksus (puuraukudes ja kaevandites fikseeritud), m		
		miinimum	maksimum	keskmine
Katend (kasvukiht, tehnogeensed setted)	Q2	0,0	1,3	0,4
Kruus	Q1jr_fg	0,0	2,9	1,1
Liiv	Q1jr_fg	0,0	2,7	0,3
Raikküla kihistu lubjakivi	S1rk	2,3	4,2	3,6

Ala piires levib Siluri veekompleksi Raikküla veekiht, mis koosneb lähelistest lubjakividest. Veekiht on surveta. Vältitööde tegemise ajal 13.07.2022. a jäi veetase karjääris ~80,1 m abs kõrgusele. Samas on veetase kevadise suurvee ajal olnud oluliselt kõrgemal (lubjakivi puuraukude puurimise ajal 18.04.2022. a ~80,9 - 81 m ning 3 päeva hiljem mõõdeti juba 81,2 m abs tasemel). Markseidermöödistustel on veetasemeks märgitud ka 78,84 m (EH2000). Karjääri möödistamiseks ajal 2023. a mais oli veetase karjääris 80,5 m abs tasemel. Hällimäe karjääris kaevandatakse põhjaveetasemest kõrgemal ja madalamal asuvat varu. Kaevandamise tulemusel on Hällimäe karjääri mäeeraldise alale kujunenud ligikaudu 3 ha suurune veekogu, millest on kruusa kaevandatud kuni 4 m sügavuselt (sõltuvalt veetasemest). Kaevandamise tulemusel põhjavee tase ei muutu, kuna kaevandamise käigus veetaset isevoolselt ega pumpamisega täiendavalt ei alandata. Põhjavee tase on otseses sõltuvuses sademetest, mis on põhjavee põhiliseks toiteallikaks. Seepärast võib veetase suurtes piirides muutuda aastaaegadest/sademetest sõltuvat, mida näitavad ka veetasemete mõõtmistulemused karjääris.



Joonis 5.3. 1992. a oktoobri mõõdistuste andmetel koostatud Hällimäe karjääri plaan. Punasega on märgitud tagasitäidetud alad (Tipp, 1994)

6. MAAVARA KVALITEET

Hällimäe karjääri mäeeraldisel on maavaraks nii kvaternaarisetted (valdavalt kruusasetted) kui ka aluspõhjakiivid. Alljärgnevalt on Hällimäe karjääri mäeeraldise maavara kvaliteeti hinnatud keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52 lähtuvalt, mille järgi maavara võetakse arvele:

- ehituskruusana, kui osakesi läbimõõduga üle 31,5 millimeetri on rohkem kui 35% ning osakesi läbimõõduga alla 0,063 millimeetri on kuni 12%; ehituskruusa purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 35 või väiksem (fr 10 - 14 mm; standard EVS-EN 1097-2); täitekruus on setend, mis ei vasta eespool kirjeldatud nõuetele;

- ehitusliivana, kui osakesi läbimõõduga üle 31,5 millimeetri on vähem kui 35% ning osakesi läbimõõduga alla 0,063 millimeetri on kuni 5%; täiteliiv on setend, mis ei vasta eespool kirjeldatud nõuetele;

- kõrgemargilise ehituslubjakivina, kui purunemiskindluse kategooria Los Angelese katsel on 30 või väiksem ja külmakindluse kategooria kuni F₂ ning madalamargilise ehituslubjakivina, kui purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 31 - 35 ning külmakindluse kategooria kuni F₄; täitelubjakivi ei vasta eespool kirjeldatud nõuetele.

6.1. Kruusliiva kvaliteet

Hällimäe karjääri mäeeraldise kvaternaarisetete kvaliteedi hindamisel on aluseks käesoleva jääkvaru uuringu 12 kaevandi 14 proovi andmed. Proovide laboratoorsete uuringute tulemused on esitatud tekstilis 5. Kaevandite rajamise ajal võeti proovidesse setendid terasuurusega kuni 80 mm, nendest jämedamate osade hulk määrati välitööde käigus, mille alusel arvutati laboriandmed ümber.

Nagu geoloogilise ehituse peatükis kirjeldatud, lasub mäeeraldisel valdavalt veeriseline pruunikashall kruus, milles kruusaosakeste, veeriste ja rahnude (>2 mm) sisaldus on enamasti üle 80%, sealhulgas veeriseid ja rahne keskmiselt ~50%. Liivaosist (0,063 - 2 mm) on keskmiselt 11% ning savi- ja tolmuosakesi 2,3%. Osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm oli kruusasetetes keskmiselt 61%.

Karjääri lõuna-edelaosas lasuvad liivasetted, mis avati kolmes kaevandis ja selle lõimist iseloomustavad 4 proovi. Nende andmeil on liiv valdavalt väga peeneteraline, savine, väga kõrge savi- ja tolmuosakeste sisaldusega (39 - 75%). Vaid kaevandis K 6 lasus eriteraline, valdavalt keskmiseteraline liiv, milles savi- ja tolmuosakeste sisaldus oli 2,9%. Kuna liiv on säilinud vaid enamasti karjääri nõlvatervikutes, siis seda eraldi plokki ei kontuurita ja varusid ei arvutata. Kaevandites K 4 (proov K 4-1) ja K 5 ülemises pooles (proov K 5-1) lasunud liivasetteid madala kvaliteedi tõttu uue varuploki koosseisu ei arvata (jäävad katendisse) ning seepärast ei kasutata nende lõimise andmeid ka maavara terastikulise koostise keskmiste näitajate arvutuses (lisad 6 ja 7).

Veepealse (plokk 1) ja -veealuse (plokk 3) ploki kvaliteedinäitajad arvutatakse ühiselt. Plokkide lõimise keskmiste näitajate arvutus on esitatud lisas 6 ja 7 ja tulemused koondatud alljärgnevasse tabelisse 6.1.1.

Tabel 6.1.1 Ploki lõimise põhinäitajate koondtabel

	Purdsetete klassifikatsioon (Sinisalu, Kleesment, 2002)				Maavara kasutusala (määrus nr 52)		
	veerised	kruus	liiv	peenosis	kruus	liiv	peenosis
	>64*	2...64*	0,063...2	<0,063	≥31,5	0,063...31,5	<0,063
	mm, %				mm, %		
Plokid 1 ja 3 aT	37,81	29,81	26,83	5,55	47,33	47,12	5,55

Lõimiselt vastaksid purdsetted ehituskruusa nõuetele, milles jämepurru ($\geq 31,5$ mm) sisaldus on 47,33% ja savi- ja tolmuosakeste ($< 0,063$ mm) sisaldus 5,55%. Kuid kruusa puhul on maavara kasutusala määramisel oluline ka kruusa purunemiskindlus. Kruusa purunemiskindluse hindamisel on kasutatud uuringu käigus võetud kolme proovi andmeid ning lisaks ka kaevandaja poolt kruusast tehtud katseid. Katseprotokollid on esitatud lisas 8 ja andmed koondatud allolevasse tabelisse 6.1.2.

Tabel 6.1.2. Kruusa purunemiskindlus

Proovi tähis	Proovi-materjal	Frakt-sioon*	LA tegur	LA kateg	Märkus
LA-2	looduslik	10/14	29	30	Katseprotokoll nr 23-6488 K
LA-3	looduslik	10/14	40	40	Katseprotokoll nr 23-6488 K
LA kruusaterade koondproov	looduslik	10/14	36	40	Katseprotokoll nr 23-6488 K
903	fr 16/32	10/14	42	45	Katseprotokoll nr 23/1046
904	fr 16/32	10/14	40	40	Katseprotokoll nr 23/1047
Proov 1	purukruus fr 0-32	10/14	37	40	Katseprotokoll nr 21-756 K
0-63 Proov 2	fr 0-63	10/14	37	40	Katseprotokoll nr 21-770 K
1327	killustik fr 32/64	10/14	36	40	Katseprotokoll nr 1514/21
Keskmine		10/14	37	40	

*Proovid purustati eelnevalt laboratoorses lõugpurustis

Toodud andmete põhjal on kaalukadu Los Angelese katsel 29 - 42%, valdavalt on näitajad $> 36\%$. Keskmiselt on kruusa purunemiskindluse tegur 37, vastates täitekruusa nõuetele.

6.2. Kivimi kvaliteet

Hällimäe mäeeraldise alumist osa moodustava lubjakivi (plokk 4) kvaliteeti on iseloomustatud killustiku purunemiskindluse põhjal Los Angelese (LA) katsel (EVS-EN 1097-2), külmakindlus määrati EVS-EN 1367-1 standardi järgi. Labori katseprotokollid on esitatud lisas 9.

Ploki 4 kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud 4 purunemis- ja külmakindluse proovi põhjal (lisad 9 ja 10). Lateraalselt on kivim füüsikalismehaanilistelt omadustelt küllaltki ühtlane. Killustiku purunemiskindluse katsel LA meetodil oli kaalukadu (LA tegur) 37 - 41%, keskmiselt 39%, vastates LA kategooriale LA₄₀. Killustiku külmakindluskatsel oli kaalukadu 2,3 - 3,1%, keskmiselt 2,6%, vastates külmakindluskategooriale F₄. Keskmiste näitajate põhjal, mis on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 6.2.1, vastab ploki 4 kivim täitelubjakivi nõuetele.

Tabel 6.2.1. Ploki 2 killustiku füüsikalismehaaniliste näitajate koondtabel

Plokk	Maavara	LA tegur	LA kategooria	Külmakindlus F, %	F kategooria
Plokk 4	täitelubjakivi	37 - 41/39	40	2,3 - 3,1/2,6	F₄

Nagu geoloogilise uuringu tegemise kord ette näeb, määrati käesoleva töö käigus ka kivimi keemiline koostis (lisa 11). Proovid võeti eraldi läbilõike ülaosast, kus valdav oli hallikasbeež lubjakivi ning allosas lasuvast sinakashallist lubjakivist. Laboriandmetest nähtub, et need üksteisest oluliselt ei erinenud. Samuti on kivim pindalaliselt ühtlase keemilise koostisega. Kokku on mäeeraldise kivimit iseloomustatud 6 prooviga kolmest puuraugust. Ploki 4 moodustava lubjakivi keemilise koostise kaalutud keskmiste arvutused on esitatud lisa 12 ning koondatud tabelisse 6.2.2.

Tabel 6.2.2. Kivimi keemilise koostise koondtabel

Plokk	CaO, %			MgO, %			Lahustumatu jääk, %		
	min	max	keskmine	min	max	keskmine	min	max	keskmine
Plokk 4	40,19	44,79	43,26	5,02	7,37	5,86	8,85	12,07	9,69

Ülaltoodud andmetest nähtub, et Hällimäe karjääri mäeeraldise kontuuri jääv lubjakivi ei vasta tehnoloogilise lubjakivi nõuetele. Vastavalt 17.12.2018 määrusele nr 52 ei tohi tehnoloogilise lubjakivi puhul olla CaO sisaldus alla 50%.

Vastavalt Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusele nr 52 esitatakse Hällimäe karjääri mäeeraldise.

- läbilõike ülemises osas lasuv kruus (plokid 1 ja 3) kinnitamiseks täitekruusana, milles osakeste $\geq 31,5$ mm sisaldus on keskmiselt 47,33 %, $< 0,063$ mm osakeste sisaldus keskmiselt 5,55% ja LA tegur 37 ;
- läbilõike allosas lasuv lubjakivi (plokk 4) kinnitamiseks täitelubjakivina, millest valmistatud killustiku purunemiskindlus on LA₃₉ (LA kategooria LA₄₀) ja külmakindluse kategooria F₂ (keskmise kaalukadu 2,6%).

7. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Mäenduslikud tingimused on Hällimäe karjääris kaevandamiseks üldiselt soodsad, tegu on aktiivses kaevandamises oleva karjääriga, kust katend on osaliselt eemaldatud. Mäeeraldisele on juurdepääs Santovi teelt nr 3140030. Hällimäe karjääris ei ole alates 2012. aastast kuni 2021. aastani, mil mäeeraldise omanikuks sai OÜ Revelstok, kaevandamist toimunud, mille tõttu oli karjäär korratu ja risustatud ning võssa kasvanud. Kaevandamise taasalustamisel tuli osaliselt eemaldada võsa ning koorida kasvukiht.

Hällimäe karjääris ei kaevandata pidevalt vaid vastavalt nõudlusele. Tänapäevaks on karjääri keskossa kujunenud veekogu, mille sügavus võib kõrgvee perioodidel ulatuda kuni 5 meetrini, sademetevaesel perioodil ~2,5 meetrini. Tulenevalt karjääris lasuva kasuliku kihi kaevandatava jääkvaru paksusest ja võttes arvesse asjaolu, et varu asub nii peal- kui ka allpool veetasest, on maavara võimalik suuremas osas väljata kahe astanguga (vajadusel kolme astanguga). Veepealne ja -alune varu väljatakse eraldi etappides. Veetaseme alandamist ei ole Hällimäe karjääris ette nähtud.

Tulenevalt väga muutlikust veetasemest ning asjaolust, et karjäärist ei ole võimalik vett välja juhtida, on kaevandamine otstarbekas teha kuival perioodil. Veetaseme madalseisu kasutades on võimalik veealune maavaravaru väljata kuivalt kuni ~1,5 m ulatuses. Juhul, kui madalveeperioodil kaevandamine ei osutu võimalikuks, on karjäär võimalik kuivendada osade kaupa, jaotades karjääri süvendis asuv veekogu tammide abil väiksemateks osadeks. Selliselt on võimalik parasjagu töös olev esi kuivana hoida, seejuures vett mäeeraldiselt välja juhtimata. Sellist osalist karjääri kuivendamist saab teha ka kuivadel perioodidel. Lubjakivi kaevandamiseks tuleb kasuliku kihi kobestamiseks kasutada puur-lõhketöid või hüdrovasaraga kaevandamist, mille järgselt toimub kobestatud mäemassi töötlemine purustus-sorteerimissõlmes. Tarbimiseks ettevalmistatud toodang ladustatakse kuhilatesse (või vahetult tellijate kalluritele). Kuhilatest kalluritele laadimine toimub kopplaaduri abil. Kaevandamise loa muutmise taotluse koostamise etapis käsitletakse kaevandamise tehnoloogiat detailsemalt.

Pärast maavara ammendamist kujuneb kaevandatud maale veekogu. Keskkonnaamet on 2018. a väljastanud Hällimäe karjäärile korrastamistingimused, milles nähti ette, et kaevandatud maa korrastatakse üldkasutatavaks maaks ja puhkeotstarbeliseks veekoguks. Seoses kaitsealuste liikide elupaikade esinemisega karjääris, tuleb korrastamisel arvestada ka kaitsealuste liikide ja nende elupaiganõudlusega, mis on ära toodud MTÜ Põhjakonn poolt 2019. a koostatud eksperthinnangus (lisa 15). Seni uusi korrastamistingimusi pole väljastatud ja korrastamisprojekti koostatud. OÜ Revelstok arvestab juba praegu maavara kaevandamisel MTÜ Põhjakonn poolt koostatud eksperthinnanguga, järgides mäeeraldise ida-kaguosas ekspertide poolt toodud piiri, millest ida- ja kagu poole jääv ala jäetakse kaevandustegevusest puutumata. Karjääriveekogu kagu-idaserva on rajatud vall, mille eesmärgiks on vähendada karjääriveekogu mõju harivesiliku ja rabakonna elupaigale suurvee ajal, kuna oluline on välistada karjääriveekogust kalade sattumine kahepaiksete sigimisveekogudesse. Kaevandamisega rikutud maa korrastatakse korrastamisprojekti alusel, mille koostamisel lähtutakse Keskkonnaameti, kohaliku omavalitsuse, maaomaniku ning kaitsealuste liikide ekspertide poolt esitatud tingimustest.

8. VARU ARVUTUS

Käesoleva jääkvaru uuringu tulemusel arvutati Hällimäe karjääri mäeeraldise varu 10,04 ha pindalal. Kui kehtiva mäeeraldise pindala on praegu 14,61 ha, siis keskkonnakaitselistel põhjustel jäeti varualast välja olemasoleva mäeeraldise idakaguosa, kus paiknevad harivesiliku ja rabakonna sigimis- ja talvitusala. Uue varuala kontuurimisel võeti aluseks J. Viru Markseidribüroo poolt 2019. a valminud Hällimäe karjääri korrastatud ala plaan mille koostamisel on arvestatud MTÜ Põhjakonn töös „Eksperthinnang Hällimäe kruusa-karjääri harivesiliku ja rabakonna populatsiooni kaitsmiseks kaevandamistegevuse ajal ja ala korrastamise soovitud liikidest lähtuvalt“ toodud soovitud (lisa 15). Samuti korrigeeriti mõningaid varuploki nurgapunkte, viies need vastavusse katastripiiride nurgapunktidega. Varu arvutati mäeeraldise lamamini, 76,2 m abs kõrguseni (EH2000).

Samuti muutusid uuringu tulemusel oluliselt mäeeraldist moodustavate maavarade kasutusala. Lisaks mäeeraldises seni arvel olnud kruusasetetele lasuvad mäeeraldise piires ka karbonaatkivimid, mille arvele võtmiseks moodustatakse eraldi varuplokid. Kuigi pindalaliselt ei esine kruusaseteid lubjakivil kogu varu arvutuse alal (näiteks lääneservas), siis on ploki piiride lihtsustamise mõttes moodustatud kohakuti paiknevad täitekruusa ja täitelubjakivi plokid samasugusel pindalal. Tulenevalt keskkonnatasude seadusest on maavara kaevandamisõiguse tasu pealpool ja allpool põhjavee taset liiva ja kruusa kaevandamisel erinevad. Sellest tulenevalt on moodustatud eraldi ka täitekruusa veepealse ja veealuse varu plokid. Plokkide vaheliseks piiriks on uuringuaegne (18.04.2022 ja 13.07.2022) keskmine põhjavee tase (abs kõrgus 80,5 m). Samuti moodustatakse siin ploki piiride lihtsustamiseks veepealne ja -alune täitekruusa plokk ühesugusel pindalal, ehkki veepealset varu kogu varu arvutuse alal ei esine.

Nagu uurituse peatükis oli mainitud, siis mäeeraldise jääkvaru arvutuses 1994. a (Tipp, 1994) jäeti piiräärsed nõlvad (nõlvatervikud) varust välja, ehk kaevandamisele kuuluv varu oli võrdne geoloogilise varuga. Seepärast olid olemasoleva ploki 1 ja ka mäeeraldise vertikaalsed piirid kaldus. Samas ei selgu 1994. a jääkvaru arvutuse aruandest, millise kaldega olid nõlvatervikud jäetud. Ehkki hilisemalt on kaevandamise loa läbilõigetel kantud nõlva kalded, mis veepealse ja -aluse kruusalaundi puhul on püsivuse tagamiseks nõutud (vastavalt kaldega 1:1,4 ja 1:2), siis ei ole teada, kas neid kasutati ka jääkvaru arvutuses 1994. a. Kuna käesoleva töö tulemusel selgus, et mäeeraldises ei lasu ainult kruusasetted vaid maavaraks on ka lubjakivid, siis kaevandamise loa muutmise käigus tuleb mäeeraldise perimeetrile jäetavate nõlvade kalletel arvestada vastavalt mäeeraldises lasuvate setete/kivimitega ning sellest lähtuvalt arvutada nõlvatervikute mahud (maavara kaevandatavad mahud). Seepärast on uute plokkide vertikaalsed piirid moodustatud täisnurga all ehk osaliselt jäävad aruandes moodustatud plokid väljapoole olemasoleva mäeeraldise piiri. Käesoleval juhul ei ole mõistlik/võimalik arvutada ka eraldi mahtusid sealhulgas olemasolevas mäeeraldises ja väljaspool mäeeraldist (ehk nõlvatervikutes), kuna pole teada millise kaldega on nõlvatervikud arvutatud (mäeeraldise läbilõigetel on need pigem illustratiivsed). Samas pole ka selge, milline on olnud mäeeraldise varu arvutusel varu lamam, millele juhiti tähelepanu ka 2014. a kontrollmarkseidermõõdistusel (Põldvere, 2014).

Eelnevast tulenevalt moodustati vertikaalses läbilõikes 3 kohakuti paiknevat plokki:

Plokk 1 aT veepealne täitekruus

Plokk 3 aT veealune täitekruus

Plokk 4 aT täitelubjakivi (kogumahu veealune).

Plokkide koordinaadid on kantud graafilisele lisale 2. Varu arvutus on esitatud lisas 14.

Varu arvutuse plaan ja geoloogilised läbilõiked on tehtud arvutiprogrammis Bentley PowerCivil for Baltics V8i OÜ Inseneribüroo STEIGER poolt teostatud viimase markšeidermöödistuse andmetel seisuga 04.05.2023 (Koll, 2023).

Maavaravaru mahud ning plokkide pindalad on arvutatud arvutiprogrammis Bentley PowerCivil for Baltics V8i. Mahtude arvutamiseks on kasutatud sama programmi abil koostatud kolmemõõtmelisi mudeleid:

- maapinna mudel – kasutatud on 2023. a markšeidermöödistamise andmete põhjal modelleeritud maapinna mudelit (Koll, 2023).
- kruusa lasumi mudelit – kasutatud on 2022. a uuringu käigus rajatud kaevandite ja puuraukude andmeid, 2023. a möödistusandmeid, tagasitäidetud alade kontuurimisel on kasutatud varasemate möödistuste põhjal koostatud plaane (Tipp, 1994);
- lubjakivi lasumi mudelit - kasutatud on 2022. a uuringu käigus rajatud kaevandite ja puuraukude andmeid;
- varu arvutuse lamami mudelit, milleks on mäeeraldise lamam 76,2 m abs kõrgusel (EH2000);
- veepinna mudel – kasutatud on puuraukudes (18.04.2022) ja kaevandites (13.07.2022) mõõdetud veetasemete keskmist abs kõrgust, mis jääb 80,5 m abs tasemele.

Varu arvutus tugineb järgmistel materjalidel:

- varu arvutuse plaan M 1 : 1000 (gr lisa 1);
- geoloogilised läbilõiked (gr lisa 2);
- puuraukude ja kaevandite kirjeldused (lisa 4);
- laboratorsete uuringute andmed (lisad 5 kuni 12);
- katte- ja kasuliku kihi paksused (lisa 13)
- mahtude arvutused arvutiprogrammis Bentley PowerCivil for Baltics V8i (lisa 14).

Kuna varu arvutuse aluseks on viimane markšeiderimöödistus seisuga 04.05.2023, esitatakse varu kinnitamiseks antud seisuga.

8.1. Plokk 1 aT varu arvutus

Ploki 1 aT maavaraks on täitekruus, mis jääb veetasemest kõrgemale. Ploki 1 aT pindala on 10,04 ha. Veepealse kasuliku kihi lamam jääb 80,5 m abs kõrgusele.

Ploki 1 varu on 63 tuh m³, kasuliku kihi keskmine paksus on:

$$63 \text{ tuh m}^3 / 10,04 \text{ ha} = 0,6 \text{ m.}$$

8.2. Plokk 3 aT varu arvutus

Ploki 3 aT maavaraks on täitekruus, mis jääb veetasemest sügavamale.

Plokk 3 aT jääb ploki 1 lamamisse ja selle pindala on 10,04 ha.

Ploki 3 varu on 82 tuh m³, kasuliku kihi keskmine paksus on:

$$82 \text{ tuh m}^3 / 10,04 \text{ ha} = 0,8 \text{ m}$$

8.3. Plokk 4 aT varu arvutus

Ploki 4 aT maavaraks on täitelubjakivi, mis on kogumahus veealune (ehkki väikesel pindalal mäeeraldise põhjaosas jääb 600 m³ lubjakivi veetasemest kõrgemale, siis väikese mahu tõttu seda eraldi plokki ei kontuurita (lisa 14).

Plokk 4 aT jääb ploki 3 lamamisse ja selle pindala on 10,04 ha.

Ploki 4 täitelubjakivi varu on 256 tuh m³ ja kasuliku kihi keskmine paksus on:

$$256 \text{ tuh m}^3 / 10,04 \text{ ha} = 2,6 \text{ m.}$$

Maavaravaru katab 21 tuh m³ setteid (lisa 14), millest valdavad on tehnogeensed setted. Looduslikku katendit on säilinud veel tühises koguses mäeeraldise lõunaosas kaevandite K 4 ja K 5 piirkonnas, kus kattekihi hulka arvati kuni 1m paksune savise liiva kiht, mille maht on 4 tuh m³.

Maa-ametile esitatakse ümberhindamiseks Hällimäe karjääri mäeeraldise varu järgmiselt (seisuga 04.05.2023):

- täitekruusa aktiivset tarbevaru 10,04 ha pindalal 145 tuh m³, sealhulgas:
veepealset 63 tuh m³ (plokk 1)
veealust 82 tuh m³ (plokk 3);
- täitelubjakivi aktiivset tarbevaru 10,04 ha pindalal 256 tuh m³ (plokk 4, kogumahus veealune).

Tabel 8.1. Varu arvutuse koondtabel seisuga 04.05.2023

Ploki nr, pindala	Ploki pindala, ha	Maavara nimetus	Maavaravaru, tuh m ³ / keskm paksus, m	Märkused
1 aT,	10,04	täitekruus	63 / 0,6	veepealne
3 aT	10,04	täitekruus	82 / 0,8	veealune
4 aT	10,04	täitelubjakivi	256 / 2,6	veealune

2023. a II kvartalis deklareeris kaevandaja Hällimäe karjääri mäeeraldise piires ehituskruusa kaevandamist 1,465 tuh m³. OÜ Revelstok andmeil on see kogus kaevandatud pärast 04.05.2023.

Tehtud muudatustest tingitult, peab kaevandamise loa omanik pärast maavarade registris muudatuste tegemist esitama ka taotluse kaevandamise loa muutmiseks, viies selle vastavusse maavarade registris arvel olevate andmetega.

Ümberhinnatavast varualast jääb välja seni arvel olnud ploki 1 ida- ja kaguosa pindalaga 4,58 ha. Kuna keskkonnakaitselistel põhjustel ei ole seal lubatud maavara kaevandada, siis seda ala ka täiendavalt ei uuritud. Samuti ei ole varasemate uuringute andmed piisavad, et seal võiks varu kinnitada passiivse varuna ja ka arvutuslikult ei vastaks saadud mahud tegelikkusele. Seepärast esitatakse seni arvel olnud ploki 1 ida-kaguosa (4,58 ha) varu koosseisust maha kandmiseks. Mäeeraldise teenindusmaa hulka jääb antud ala endiselt, kus kaevandajal säilib maa-ala korrastamise kohustus.

9. KOKKUVÕTE

Hällimäe karjääri mäeeraldisel jääkvaru hindamine tehti OÜ Revelstok tellimisel, kes kaevandab antud mäeeraldiselt ehituskruusa keskkonnaloa L.MK/317719 alusel.

Hällimäe kruusakarjääri mäeeraldis ja selle teenindusmaa pindalaga 15,57 ha (sealhulgas mäeeraldisel pindalal 14,61 ha) asuvad Järva maakonnas Järva vallas Aruküla külas katastriüksusel Hällimäe karjäär (katastritunnus 31401:002:2970).

Kaevandamise tulemusel on selgunud ja sellele on tähelepanu pööratud ka 2014. a kontrollmarkseidermõõdistusel, et mäeeraldisse jäävad lisaks kruusasetetele ka aluspõhjakivimid. Täiendava geoloogilise uuringu eesmärgiks oligi saada selgust mäeeraldisel geoloogilisest ehitusest, mäeeraldisel piires lasuvate maavarade kasutusalaadest ja nende mahtudest.

Välitööde käigus 2022. a aprillis puuriti mäeeraldisel piires 4 puurauku aluspõhjakivimitesse ja juulis rajati ekskavaatoriga 19 kaevandit kvaternaarisetetes. Lubjakividest võeti 4 proovi killustiku purunemis- ja külmakindluse katseteks ja 6 proovi keemilise koostise määramiseks. Kvaternaarisetete lõimise määramiseks võeti 14 proovi, kruusa purunemiskindluse katsed tehti 3 proovist.

Mäeeraldisel kasuliku kihi moodustavad oosised, milleks on valdavalt jäme veeriseline kruus, kohati ka liiv (Q1jr_fg) ja nende lamamis olevad Siluri ladestu Raikküla kihistu lubjakivid (S1rk). Lõimiselt vastaksid purdsetted ehituskruusa nõuetele, milles jämepeurru ($\geq 31,5$ mm) sisaldus on 47,33% ja savi- ja tolmuosakeste ($< 0,063$ mm) sisaldus 5,55%, kuid kruusa purunemiskindlus on LA36 ja selle järgi vastab kruus täitekruusa nõuetele. Lubjakivi purunemisindlus on LA39 ja külmakindluse kategooria F4 (kaalukadu 2,6%), vastates täitelubjakivi nõuetele.

Varu arvutati 10,04 ha pindalal. Varu arvutusest jäeti välja olemasoleva mäeeraldisel idakaguosa, kus paiknevad harivesiliku ja rabakonna sigimis- ja talvitusalaad. Moodustati 3 varuplokki:

- plokk1 (pindala 10,04 ha) täitekruusa aktiivse tarbevaruga 63 tuh m³ (veepealne), kasuliku kihi keskmise paksusega 0,6 m;
- plokk 3 (pindala 10,04 ha) täitekruusa aktiivse tarbevaruga 82 tuh m³ (veealune), kasuliku kihi keskmise paksusega 0,8 m;
- plokk 4 (pindala 10,04 ha) täitelubjakivi aktiivse tarbevaruga 256 tuh m³ (veealune), kasuliku kihi keskmise paksusega 2,6 m.

Varu arvutuse aluseks olid mõõdistusandmed seisuga 04.05.2023, seepärast esitatakse ka varu kinnitamiseks seisuga 04.05.2023.

10. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Eksperthinnang Hällimäe kruusakarjääri harivesiliku ja rabakonna populatsiooni kaitsmiseks kaevandamistegevuse ajal ja ala korrastamise soovitud liikidest lähtuvalt. MTÜ Põhjakonn. Tallinn 2019.
2. Kattel, T., 2019. Hällimäe liivakarjääri kaevandamis- ja korrastamistingimused, korrastatud ala plaan. Töö nr 19263. OÜ J. Viru Markšeideribüroo. Tallinn 2019.
3. Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrus nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks”.
4. Koll, P., 2023. Hällimäe karjäär markšeiderimöödistamise seletuskiri (varu seisuga 04.05.2023). Töö nr 23/4429. OÜ Inseneribüroo STEIGER. Tallinn, 2023.
5. Põldvere, A., 2014. Hällimäe kruusakarjääri (maavara kavandamise luba nr L.MK/317719 kontrollmarkšeiderimöödistus. Seisuga 20.09.2014. Tartu, 2014.
6. Ridalaan, M., 2015. Hällimäe karjääri markšeiderimöödistamine seisuga 21.05.2015. a) Töö nr 15M057. OÜ J. Viru Markšeideribüroo. Tallinn 2015.
7. Saadre, T., Sinisalu, R., Noppel, M., 1978. Põhja-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. EGF 3506.
8. Saarelaid, H., 1961. Paide tööpiirkonna kruusa- ja liivaleiukohtade inventariseerimis-, eelluure- ja luuretöö aruanne. EGF 1833.
9. Tipp, A., 1994. Hällimäe karjäär. Geoloogilised uurimistööd karjääri jääkvarude määramiseks. EGF 4846.
10. Viru, J., 2013. Maavara kaevandamise loa pikendamise taotlus. Hällimäe karjäär. OÜ Mäemee. Töö nr 33-13. Tallinn, 2013.
11. Voolma, E., 1970. Paide rajoonis tehtud ehitusliivade ja -kruusade otsimistööde aruanne. EGF 3114.