

# **OÜ Inseneribüroo STEIGER**

**Orava lubjakivimaardla  
Orava VI uuringuruumi  
geoloogilise uuringu aruanne**  
(varu seisuga 01.12.2025)

**Töö nr 25/5285**

**Tallinn 2025**

Kinnitan:

Karel Pettai  
Geoloogiaosakonna juhataja KT

*/allkirjastatud digitaalselt/*

Geoloogilise uuringu tegid:

Mairy Tammekänd  
geoloogiainsener

*/allkirjastatud digitaalselt/*

Sven Siir  
geoloogiainsener

*/allkirjastatud digitaalselt/*

Lizet Tüvi  
hüdrogeoloog

*/allkirjastatud digitaalselt/*

Kaarel Mänd  
hüdrogeoloog

*/allkirjastatud digitaalselt/*

Tauri Põldema  
mäeinsener

*/allkirjastatud digitaalselt/*

Kaja Paat  
joonestaja

*/allkirjastatud digitaalselt/*

## ANNOTATSIOON

### **Orava lubjakivimaardla Orava VI uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne** (varu seisuga 01.12.2025).

Aruanne ühes köites, teksti 41 lk, 12 tekstilisa, 2 graafilist lisa, 4 elektroonilist lisa.  
OÜ Inseneribüroo STEIGER, aadress: Männiku tee 104/1, 11216 Tallinn, 2025.

Orava VI uuringuruumi geoloogiline uuring tehti OÜ Merko Kaevandused tellimisel. Uuringuala pindala on 24,77 ha. Uuringuala asub Rapla maakonnas Märjamaa vallas Vaimõisa külas, hõlmates osaliselt kinnistut Vardi metskond 34 (katastritunnus 50401:001:0342).

Töö eesmärgiks oli uurida maaüksusel lasuvaid maavarasid ja nende kvaliteeti detailsusega, mis lubab hinnata maavara aktiivse tarbevaruna ning võimaldab hiljem taotleda alale maavara kaevandamisluba.

Töö käigus rajati uuringuruumi 4 puurauku sügavusega kuni 15 m, millest võeti proovid materjali keemilise koostise ja füüsikalise-mehhaaniliste omaduste hindamiseks. Lisaks rajati 14 kaevandit, et täpsustada uuritava maavara kattekihi paksust ja mahtu.

Uuringuruumi kasulik kiht on esindatud Alam-Siluri Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu ja Tammiku kihistiku ning Varbola kihistu ülaosas lasuva lubjakiviga. Uuringuruumi lääneosas esineb ka Raikküla lademe Raikküla kihistu lubjakivi.

Geoloogilise uuringu tulemusena arvutati Orava VI uuringuruumi ehituslubjakivi varu uuringuruumi teenindusalal ja väljaspool teenindusala 24,95 ha pindalal, vertikaalses lõikes kahes plokis - plokk 14 aT ja 15 aT. Varuplokist jäeti välja uuringuruumi kaguosas paiknev II kaitsekategooria liigi elupaik ja Vardi looduskaitsealale jäeti 25 m ulatuses kaitsetsoon. Maavara säästvast kasutusest lähtuvalt liideti varuplokki Orava VI uuringuruumi ja Orava kruusakarjääri vaheline kitsas maariba, vältimaks varuta ala tekkimist 5 - 10 m laiusele maa-alale.

Ploki 14 aT lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 31 (kategooria LA35), külmakindlus keskmiselt 2,1% (kategooria F4), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Kasuliku kihi keskmine paksus on plokis 2,9 m. Lubjakivi varu arvutati ülevalpool uuringuaegset keskmist põhjaveetasest abs kõrgus 49,9 m. Ploki 15 aT lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 31 (kategooria LA35), külmakindlus keskmiselt 1,6% (kategooria F2), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Lubjakivi varu arvutati allpool uuringuaegset keskmist põhjaveetasest 7,5 m paksuselt abs kõrguseni 42,4 m.

Eesti Geoloogiateenistusele tehakse ettepanek liita Orava VI uuringuruumi piires hinnatud varu Orava lubjakivimaardla koosseisu (registrikaart 585), milles võtta maavaravaru arvele seisuga 01.12.2025 järgmiselt:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,95 ha pindalal 725 tuh m<sup>3</sup> (plokk 14, kogumahu veepealne);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,95 ha pindalal 1871 tuh m<sup>3</sup> (plokk 15, kogumahu veealune, ploki 14 lamamis).

Võttesõnad: geoloogiline uuring, OÜ Merko Kaevandused, Rapla maakond, Märjamaa vald, Orava lubjakivimaardla, puuraugud, kaevandid, lubjakivi, madalamargiline ehitus-lubjakivi, aktiivne tarbevaru.

Koostas:

Mairy Tammekänd

**SISUKORD**

<b>ANNOTATSIOON .....</b>	<b>3</b>
<b>1. SISSEJUHATUS .....</b>	<b>7</b>
<b>2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS.....</b>	<b>8</b>
<b>3. GEOLOOGILINE UURITUS.....</b>	<b>12</b>
<b>4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT .....</b>	<b>16</b>
4.1. Välitööd.....	16
4.2. Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd.....	17
4.3. Hüdrogeoloogilised tööd .....	18
4.4. Topograafilised tööd .....	18
4.5. Kameraaltööd .....	18
4.6. Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale .....	19
<b>5. GEOLOOGILINE EHITUS .....</b>	<b>20</b>
<b>6. MAAVARA KVALITEET .....</b>	<b>25</b>
<b>7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED .....</b>	<b>29</b>
7.1 Üldandmed .....	29
<b>8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED .....</b>	<b>31</b>
8.1. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang .....	32
8.1.1 Mõju põhja- ja pinnavee keemilisele koostisele .....	32
8.1.2 Mõju pinna- ja põhjavee režiimile .....	33
<b>9. VARU ARVUTUS.....</b>	<b>37</b>
9.1. Ploki 14 aT varu .....	37
9.2. Ploki 15 aT varu .....	38
<b>10. KOKKUVÕTE .....</b>	<b>39</b>
<b>11. KASUTATUD KIRJANDUS .....</b>	<b>40</b>

**TEKSTILISAD**

1. Geoloogilise uuringu luba L.MU/523648 .....	42
2. Uuringupunktide kataloog .....	44
3. Proovide kataloog .....	45
4. Geoloogilised kirjeldused 2025 (kaevandid ja puuraugud).....	46
5. Laboriprotokollid (2023. a ja 2025. a).....	52
6. Lubjakivi füüs-meh omaduste ja keemilise koostise keskmiste arvutused .....	60
7. Varu arvutuse tulemused .....	61
8. Topograafilise mõõdistamise seletuskiri .....	62
9. Uuringupunktide likvideerimise akt .....	63
10. KKA korraldus maa korrastamise kohta .....	67
11. Riigikaitse ehitise koostööst .....	69
12. Tellija arvamus .....	70
Eesti Geoloogiateenistuse korraldus varu kinnitamise kohta	

## **GRAAFILISED LISAD**

1. Graafiline lisa 1 (Topograafiline ja varu arvutuse plaan). Mõõtkava 1 : 2000 (.pdf .tif).
2. Graafiline lisa 2 (Geoloogilised läbilõiked I - I'...IV - IV'). Mõõtkava hor 1 : 2000, vert 1 : 100 (.pdf .tif).

## **ELEKTROONILISED LISAD**

1. Isojooned\_lbk lasum\_EH.dgn
2. Ploki piir.dgn
3. Piiripunktid (ploki piir).xls
4. Puursüdamike fotod.jpg

## 1. SISSEJUHATUS

Geoloogiline uuring Orava VI uuringuruumis tehti OÜ Merko Kaevandused tellimisel, kes tegeleb täitematerjalide kaevandamisega ja töötlemisega, et tagada AS Merko Ehitus kontsernile vajalik varustuskindlus teede- ning hoonete ehituseks. Töö eesmärgiks oli täpsustada uuringuruumis leviva maavaralasundi paksust, selle kvaliteeti ja kaevandamistingimusi detailsusega, mis lubaks hinnata maavara kogust aktiivse tarbevaruna, et hiljem taotleda sellele alale maavara kaevandamisluba.

Keskkonnaameti 02.06.2025. a korralduse nr DM-130367-17 alusel väljastati OÜ-le Merko Kaevandused Orava VI uuringuruumi geoloogilise uuringu luba L.MU/523648 kehtivusajaga kolm aastat. Geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER (Lisa 1).

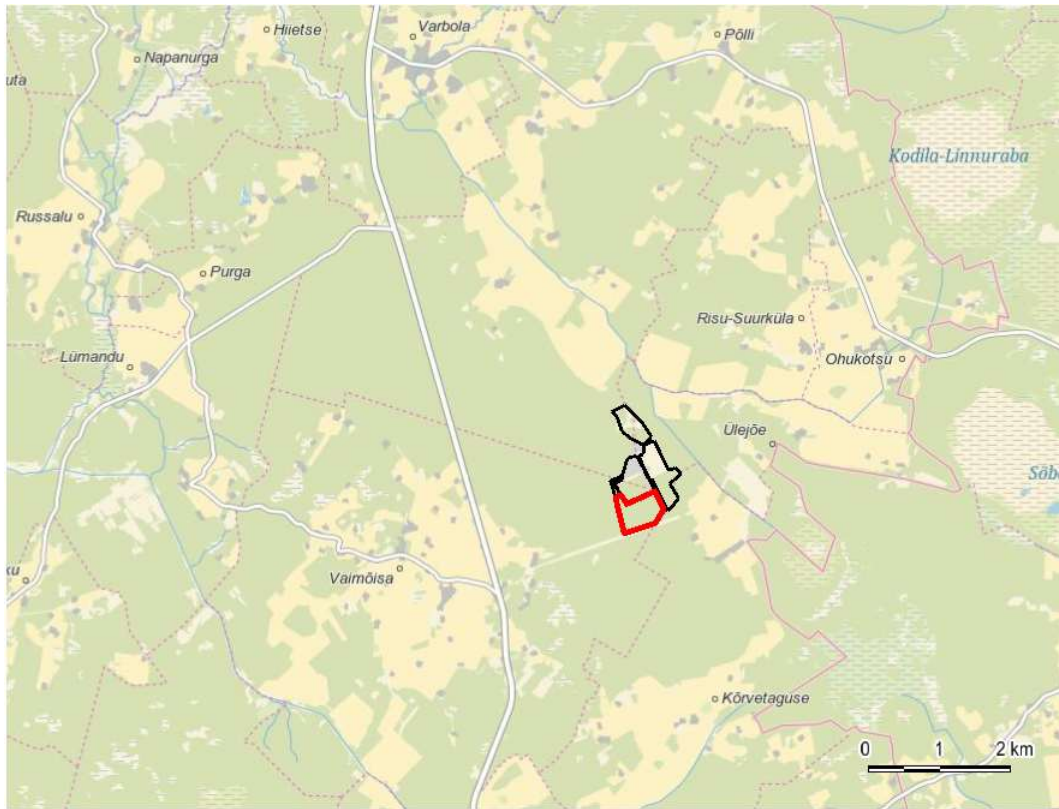
Välitööl 2025. a juulis ja augustis rajati ekskavaatoriga 14 kaevandit ja puurmasinaga 4 puurauku, millest võeti proovid materjali keemilise koostise ja füüsikalise-mehhaaniliste omaduste määramiseks. Laboratoorsed tööd tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER laboris. Kivimi keemiline koostis määrati AS Teede Tehnokeskus laboratooriumis. Uuringuala mõõdistati instrumentaalselt, mille alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000. Topograafilised tööd tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER.

Geoloogilise uuringu välitööd tegi geoloogiainsener Sven Siir, hüdrogeoloogilise hinnangu koostasid hüdrogeoloogid Lizet Tüvi ja Kaarel Mänd, mäenduslikud tingimused mäeinsener Tauri Põldema ning uuringuaruande geoloogiainsener Mairi Tammekänd. Topograafilise mõõdistamise tegi 2025. a septembris geodeet Arles Tehu. Graafilised lisad vormistas ja varu arvutas joonestaja Kaja Paat.

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

## 2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS

Orava VI uuringuruumi teenindusala pindalaga 24,77 ha asub Rapla maakonnas Märjamaa vallas Vaimõisa külas. Uuringuruumi hõlmab osaliselt kinnistut Vardi metskond 34 (50401:001:0342), mille sihtotstarve on maatulundusmaa 85% ja kaitsealune maa 15%, valitseja on Kliimaministeerium ja volitatud asutuseks Riigimetsa Majandamise Keskus (Joonis 2.1).



— uuringuruumi piir — Orava lubjakivimaardla piir (reg. kaart nr 585)

Joonis 2.1. Orava VI uuringuruumi asukoha plaan. Plaani koostamisel on kasutatud Maa- ja Ruumiameti kaardirakendust.

Uuringuruumi teenindusala piirneb kirdes avalikus kasutuses oleva kohaliku Pendi kruuskattega teega (nr 6540001), mille välimine serv asub uuringuruumi teenindusala idaservast ~18 m kaugusel. Uuringuruumist 1,8 km kaugusel edelas asub püsikattega riigi põhimaantee Tallinn - Pärnu - Ikla (nr 4).

Uuringuruumi teenindusala loode nurgast ~2 m kaugusel asub Vardi looduskaitseala (Eesti looduse infosüsteemi kood KLO1000156) ja vähemalt 550 m kaugusel lääne servast asub vääriselupaik VEP nr. 205575. Lisaks asuvad uuringuruumist ~470 m kaugusel VEP nr. 213462 ja ~50 m kaugusel VEP nr. 213463 ning ~28 m kaugusel kagus asub VEP nr. 213561. Uuringuruumi kaguosas on ~0,02 ha pindalal II kaitsekategooria *Cephalanthera rubra* (punane tolmepea) elupaik.

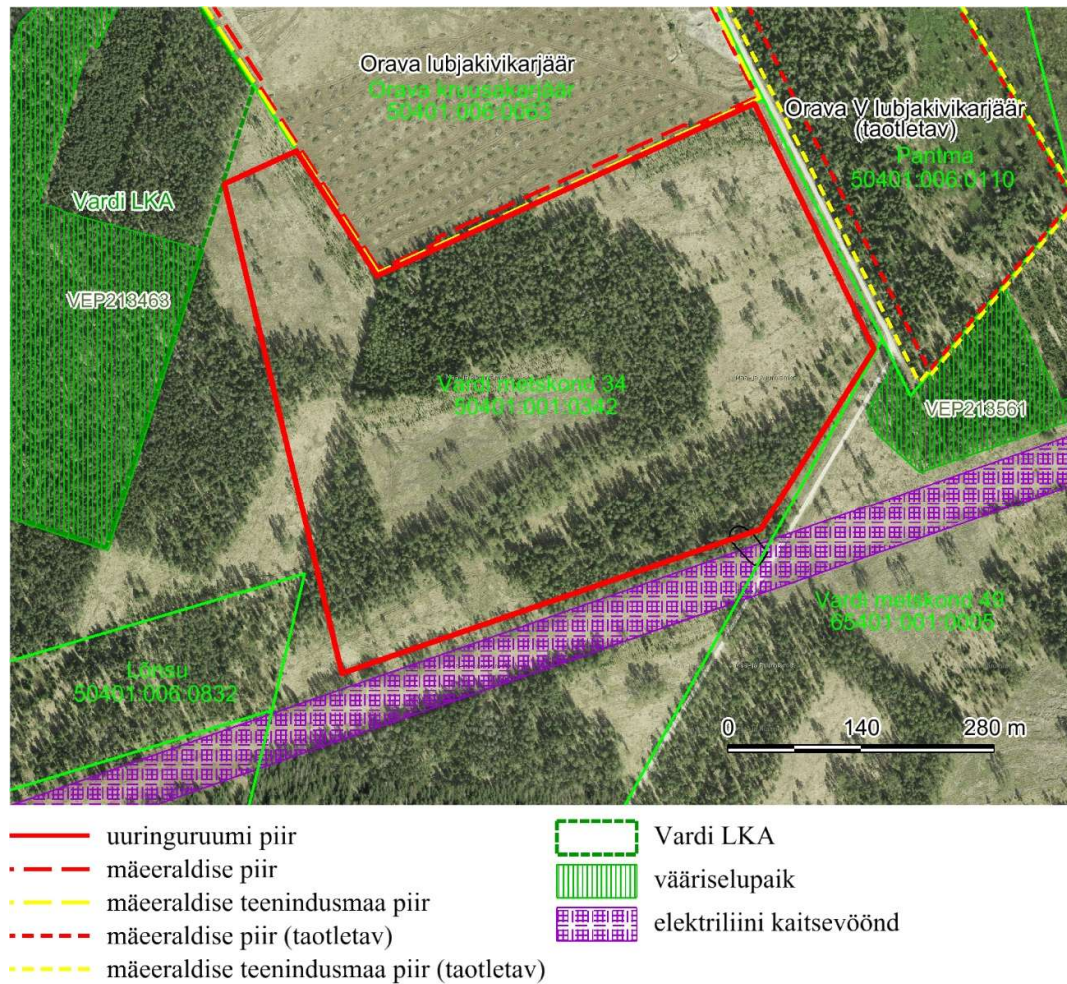
Uuringuruumi teenindusala ~1,4 km kaugusel kirde suunda jääb üle 10 ha pindalaga ja üle 25 km<sup>2</sup> valgalaga veekogu Ohukotsu jõgi (keskkonnaregistri kood VEE1107700, veekaitsevöönd 10 m ja kalda piiranguvöönd 100 m).



Uuringuruumi teenindusalast ~8 m kaugusel lõuna suunda jääb elektriõhuliin 35-110kV (kõrgepingeliin) (tunnus 1512053) kaitsevööndi laiusega 25 m.

Uuringuruum kattub tervikuna riigikaitselise ehitise Pendi lasketiiru piiranguvööndiga (id 3714794). Maavara varu arvele võtmine piiranguvööndis kooskõlastati Riigi Kaitseinvesteeringute Keskusega (Lisa 11).

Lähim üksikmajapidamine jääb uuringuruumist edela suunda linnulennult ~600 m kaugusele Metsanurga kinnistule (65401:001:0003).



Joonis 2.2. Orava VI uuringuruum ja uuringuruumi lähedusse jäävad piirangud. Plaani koostamisel on kasutatud Maa- ja Ruumiameti kaardirakendust.



Orava VI uuringuruumi maapinna reljeef on suhteliselt ebatasane, kus maapinna abs kõrgused jäävad vahemikku 53 - 60 m. Uuringuruum on osaliselt kaetud metsaga. Valdavaks metsakoosluseks on mänd.



Foto 2.1. Raiesmik Orava VI uuringuruumi idaosas K-13/25 läheduses (Foto: Sven Siir, 27.08.2025).



Foto 2.2. Raiesmik Orava VI uuringuruumi idaosas K-1/25 läheduses (Foto: Sven Siir, 27.08.2025).

Orava VI uuringuruumi teenindusala kattub osaliselt ja külgneb põhjaosas Orava lubjakivimaardlaga (maavarade registri registrikaardi nr 585). Uuringu käigus moodustatud lubjakivi varuplokid kattuvad loodeosas osaliselt ehituslubjakivi prognoosvaru plokiga 2 ning asuvad täitekruusa aktiivse tarbevaru ploki 1 all. Ühtlasi on kattuvus kehtiva kaevandamise loa Orava lubjakivikarjääri (Rapm-034, OÜ Merko Kaevandused, kehtiv kuni 26.12.2046) mäeeraldise teenindusmaaga.

Orava lubjakivimaardlas pindalaga 62,61 ha (registrikaart nr 585) on maavarade registri järgi seisuga 30.06.2025. a arvel varu järgmiselt:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 3328,8 tuh m<sup>3</sup> ja aktiivset reservvaru 617 tuh m<sup>3</sup>;
- ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 1448,665 tuh m<sup>3</sup>, aktiivset reservvaru 448 tuh m<sup>3</sup> ja prognoosvaru 5046 tuh m<sup>3</sup>;
- ehituskruusa aktiivset tarbevaru 152,03 tuh m<sup>3</sup>;
- täitekruusa aktiivset tarbevaru 154,778 tuh m<sup>3</sup>.

Hetkeseisuga on Orava lubjakivimaardlas 4 aktiivset mäeeraldist (Joonis 2.3):

1. Orava II kruusakarjäär (Rapm-109, OÜ Aigren, kehtiv kuni 02.12.2028);
2. Orava lubjakivikarjäär (Rapm-034, OÜ Merko Kaevandused, kehtiv kuni 26.12.2046);
3. Orava III lubjakivikarjäär (KL-513227, AS TREV-2 Grupp, kehtiv kuni 16.01.2051);
4. Orava IV lubjakivikarjäär (KL-516107, OÜ Aigren, kehtiv kuni 28.05.2055).



Joonis 2.3. Orava lubjakivimaardla mäeeraldised. Plaani koostamisel on kasutatud Maa- ja Ruumiameti kaardirakendust.



### 3. GEOLOOGILINE UURITUS

Esimene mäeeraldis Orava kruusamaardlal vormistati 1971. a. Aastatel 1971 - 1987 lisandus maardlal mitmeid kruusakarjääri mäeeraldisi. Ligikaudu pool karjääridele eraldatud pindalast on korrastatud, ülejäänud kaevealad on maha jäetud ning aja jooksul suures osas kattunud taimeistikuga. Mäeeraldiste geoloogilised uuringud tegi tookord PI Põllumajandusprojekt ja RPI Maanteeprojekt.

1982 - 1984. a tegi Eesti NSV Geoloogia Valitsus Rapla maakonnas kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnangulise uuringutöö, mille käigus rajati Orava maardlale 48 puurauku (Sinisalu jt., 1984). Põhitähelepanu oli pööratud geoloogilise ehituse iseloomustamisele, setete kirjeldamisele, kuid setete kvaliteedile pöörati vähem tähelepanu. Maardla varuks hinnati 81,2 ha suurusel pindalal C2 kategoorias 1948 tuh m<sup>3</sup> ja 35,6 ha suurusel pindalal prognoosset varu 605 tuh m<sup>3</sup>.

1983 - 1985 tegi Eesti NSV Geoloogia Valitsus ehituskillustiku otsinguid Rapla rajoonis (Brutus jt, 1985). Puurtöödeks valiti välja piirkonnad, kus karbonaatkivimi katend ei ületanud 10 m. Üks puuraukudest (PA 42) puuriti Orava kruusamaardlale, mis oli aluseks lubjakivi prognoosvaruploki moodustamisel 1990. a (plokk 2 P).

1988 - 1990. a tegi TK Eesti Geoloogia Orava kruusamaardla eel- ja detailuuringu, mille käigus rajati 40 puurauku, 16 šurfi ja 2 seinapuhastust, laboriuuringuteks võeti 46 proovi (Kajak jt., 1990). Kasulikuks kihiks oli veeriseline savikas kruus keskmise paksusega 1,93 m, lamamiks moreen või lubjakivi. Töö tulemusena arvutati teekateteks ja asfaltbetooni segudeks sobiva kruusa varu 21,5 ha suurusel alal B kategoorias (415,4 tuh m<sup>3</sup>), purustatult ja fraktsioneeritult vastas kruus ehituskruusa nõuetele. Sama töö käigus hinnati 59,4 ha suurusel pindalal kruusa lamamis paikneva lubjakivi prognoosvaru (8,6 mln m<sup>3</sup>). Lubjakivi kasuliku kihi paksuseks oli 14,5 m, mis määrati 1985. a uuringu käigus rajatud PA 42 põhjal (Brutus jt, 1985).

Eesti Maavarade Komisjoni 21.12.1999 protokollilise otsusega nr 99-55 kanti Orava kruusamaardla 21,52 ha suuruse pindalaga keskkonnaregistri maardlate nimistusse ja võeti arvele ehituskruusa aktiivse tarbevaruga 409 tuh m<sup>3</sup>.

2005. a väljastas Keskkonnaameti Harju-Järva-Rapla regioon OÜ-le Orgita Dolomiiditooted maavara kaevandamise loa Orgita kruusamaardla 1. plokki piires (luba Rapm-034, kehtis kuni 25.05.2020). Kaevandamise keskkonnaluba registreeriti ümber Keskkonnaameti 18.10.2021 korraldusega nr DM-117468-3 OÜ Merko Kaevandused nimele.

2014 - 2015. a tegi OÜ Mäebüroo Nord Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu (Kukk jt, 2015). Orava II uuringuruum paiknes käesolevast uuringuruumist vahetult põhjas (praegune Orava lubjakivikarjäär). Kvaternaarisetete uurimiseks rajati 24 šurfi sügavusega 0,7 - 4,6 m, laboriuuringuteks võeti 26 proovi. Lubjakivi uuringuks rajati 9 puurauku sügavusega 8,2 - 12,0 m. Lubjakivi puurimisel kvaternaarisetteid detailsemalt ei iseloomustatud – kogu katendit kirjeldati kui glatsiaalseid setteid. Purdsetendeid kirjeldati puurauku dubleeriva šurfi põhjal ning juhul kui katendi paksus šurfis ja puuraugus ei langenud kokku, võeti lubjakivi lasumipinna modelleerimisel aluseks šurfi andmed. Puursüdamikest võeti proovid kivimi keemilise koostise määranguteks ning kivimi ja sellest valmistatud killustiku füüsikalise-mehaanilisteks katsetusteks. Katsed tehti valdavalt tookord kehtinud keskkonnaministri 26.05.2005. a määruse nr 44 järgi,

kuid osadel proovidel määrati ka killustiku purunemis- ja külmakindlus EVS-EN standardite alusel. Hüdrogeoloogilised tööd seisnesid veetasemete mõõtmises puuraukudes ja lähiümbruse kraavides. Uuringu andmeil sisaldas Orava II uuringuruumi kruus jämpurdu 61,4%, savi- ja tolmuosakesi 10,4%, kruusa liivaosa oli väga peeneteraline. Kruusakihi paksus oli keskmiselt 1,6 m, katendi paksus keskmiselt 0,6 m. Uuringuruumi kruusa soovitati purustada ja rikastada, misjärel vastab see ehituskruusale esitatavatele nõuetele. Põhjavee tase jäi keskmiselt 4,5 m sügavusele (keskmine abs tase 50,9 m (EH2000)) ehituskruusa ploki lamamist. Laboriandmete põhjal tunnistati uuringuruumi lubjakivi madalamargiliseks. EVS-EN standardite alusel tehtud katsete tulemustel oli killustiku kaalukadu Los Angelese katsel 30 - 37% ja külmakindluskatsel 1,6 - 4,9%. Lubjakivi kaevandamist planeeriti teostada 3,5 m sügavuselt vee alt põhjavee taset alandamata (kuni abs kõrguseni 47,4 m, EH2000). Sellele vastavalt arvutati ka lubjakivi tarbevaru. Kaeveulatusest allapoole jääv lubjakivi hinnati reservvaruks. Säilitamaks Orava kruusakarjäärist materjali väljaveo võimalus ning teistele ümbruskonna maaomanikele juurdepääs oma maavaldustele, jäeti ehituskruusa varu arvutamisel Pendi metsatee tee servast ~3,0 m laiune kaitsetervik, lubjakivi varu arvutamisel oli metsatee kaitseterviku laiuseks 10 meetrit.

Keskkonnaministri 09.02.2016 käskkirjaga nr 1-2/16/137 kinnitati Orava II uuringuruumi maavaravaru seisuga 28.08.2014 järgmiselt:

- ehituskruusa aktiivne tarbevaru pindalal 15,17 ha – 232 tuh m<sup>3</sup> (1. plokk);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 20,38 ha – 917 tuh m<sup>3</sup> (4. plokk);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru pindalal 20,38 ha – 713 tuh m<sup>3</sup> (5. plokk, veealune, 4. ploki lamamis);
- kõrgemargilise ehituslubjakivi aktiivne reservvaru pindalal 20,38 ha – 448 tuh m<sup>3</sup> (6. plokk, 4. ja 5. ploki lamamis).

2016. a väljastati OÜ-le Orgita Dolomiiditooted Orava lubjakivikarjääri kaevandamise luba Rapi-034 ehituskruusa ja ehituslubjakivi kaevandamiseks, kehtivuse ajaga kuni 26.12.2046. Loas märgitud ehituskruusa kaevandatav varu oli 224 tuh m<sup>3</sup> ja ehituslubjakivil 1630 tuh m<sup>3</sup>. Materjali sooviti kasutada üld- ja teedehituses ning killustiku tootmiseks. Ammendatud kaeveala korrastatakse tehiseveekoguks.

Tulenevalt plokk 1 ehituskruusa madalast kvaliteedist (kõrge peenosiste sisaldus) ja muutunud nõuetest kruusa maavarana arvele võtmiseks (keskkonnaministri 17.12.2018 määrus nr 52), tegi Mäebüroo Nord OÜ 2019. a Orava lubjakivikarjääri piires täiendava geoloogilise uuringu ploki 1 materjali kvaliteedi täpsustamiseks (Kukk, 2019). Rajati 18 kaevandit, millest võeti 18 proovi setete lõimise määramiseks ja 4 proovi materjali purunemiskindluse määramiseks Los Angelese katsel. Ploki 1 lasuvad kvaternaarisetted on 2019. a uuringu andmetel esindatud nõrgalt kulutatud veeriselise savika kruusa ja moreeniga. Loodusliku materjali koostises oli kruusafraktsiooni osakeste >31,5 mm keskmine sisaldus 39,7% ning peenosiste (<0,063 mm) keskmine sisaldus 13,7%. Kruusast väljasõelatud jämpurdmaterjalist valmistatud killustiku keskmine purunemiskindluse kategooria Los Angelese katsel oli 44. Kõrge peenosiste sisalduse ja madala purunemiskindluse tõttu hinnati ploki 1 maavara täitekruusaks. Antud töö käigus ploki 1 ruumikuju ei muudetud ja varu ümber ei arvutatud. Varu esitati ümberhindamiseks maavaravarude jooksva arvestuse alusel seisuga 30.09.2019. a – täitekruusa aktiivne tarbevaru 15,17 ha pindalal 214,4 tuh m<sup>3</sup>.

2018. a esitas Aigren OÜ keskkonnavalga taotluse ehituskruusa kaevandamiseks Orava II kruusakarjääri mäeeraldisel. Taotletav mäeeraldis jäi loa taotlejale kuuluvale

katastriüksusele, hõlmates 3,27 ha suuruse pindala plokist 3 aT. Mäeeraldise varu arvutati ja setete kvaliteeti hinnati 1990. a rajatud 5 puuraugu põhjal (Kajak, 1990). Taotletava mäeeraldise maa-ala mõõdistati instrumentaalselt, mille põhjal korregeeriti ka 1990. a uuringu puuraukude suudemete abs kõrgusi tegelikkusele vastavaks. Keskkonnaministri 26.05.2005. a määruse nr 44 alusel vastas kruus ehituskruusa tingimustele, mis pärast purustamist ja fraktsioneerimist on kasutatav ehitussegudes ja teedehituses. Mäeeraldise maavara varu oli 53 tuh m<sup>3</sup>, mis arvutati ala pindala (3,27 ha) ja kasuliku kihi keskmise paksuse (1,62 m) korrutisena. Kaevandatav varu oli 51 tuh m<sup>3</sup>. Sarnaselt läänes külgneva Orava lubjakivikarjääri mäeeraldise, jäeti Pendi metsateele tee servast ~4 m laiune kaitsetervik, mida mäeeraldise ei arvatud. Keskkonnaameti 03.12.2018. a korraldusega nr 1-2/18/2885 anti OÜ-le Aigren Orava II kruusakarjääri mäeeraldise maavara kaevandamise luba Rapm-109 kehtivusajaga kuni 02.12.2028. Keskkonnaloa taotluse seletuskirjas arvutati ka mäeeraldisest välja jääva ehituskruusa maht, mis võeti maardlate registris arvele plokki 7 koosseisus.

2018. - 2019. a tegi AS TREV-2 Grupp geoloogilise uuringu Orava III uuringuruumis, mis jäi Orava VI uuringuruumist ~600 m kaugusele põhja suunda (Kask, 2019). Uuringu eesmärgiks oli killustiku tootmiseks kaevandamisväärsse lubjakivilasundi leidmine. Katendi moodustas savikas kruusliiv ning lubjakivi ja mergli tükkidega saviliiv. Uuringuruumi põhja- ja lääneossa jäid endised kruusakarjäärid, kus kvaternaarisetete looduslik lasuvus ei olnud enamasti säilinud. Uuringu raames puuriti 8 puurauku sügavusega 4,6 - 12,5 m. Puursüdamikest võeti 30 proovi kivimi keemilise koostise määramiseks ja 28 proovi kivimist valmistatud killustiku purunemiskindluse katseteks EVS-EN 1097-2 meetodil ning 18 proovi külmakindluse katseteks standardi EVS-EN 1367-1 kohaselt. Ehkki purunemiskindlusest vastasid 12 proovi andmed kõrgemargilisele ehituslubjakivile esitatud nõuetele (kategooria kuni 30), 14 juhul madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele (kategooria 31 kuni 35) ja vaid ühe katse tulemus oli sobiv täitelubjakivi kasutusala määratlemiseks (kategooria 36 või rohkem), esitati aruandes Orava III uuringuruumi varu 14,68 ha pindalal kinnitamiseks täitelubjakivina. Samuti vastas killustiku külmakindluse kaalutud keskmine näitaja 2,1% (0,7 - 5,5%) madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele (kategooria F<sub>4</sub>). Eesti Geoloogiateenistuse ja maavarade komisjoni ettepanekul võeti aruandes esitatud laboriproovide andmetest lähtuvalt maavara varu arvele siiski madalamargilise ehitus-lubjakivina. Läbilõikes eraldati 3 üksteise kohal paiknevat plokki: plokk 8 aT 234 tuh m<sup>3</sup> – veepealne varu, kus plokki alumiseks piiriks on uuringuaegse veetaseme keskmine abs kõrgus 50,2 m; plokk 9 aT 1028 tuh m<sup>3</sup> – veealune varu abs kõrguseni 43,2 m (veetaseme keskmisest abs kõrgusest on lahutatud kaeveastangu kõrgus 7 m) ja plokk 10 aR eraldati välja Varbola kihistu mergli vahekihtidega lubjakivides 39,0 m abs kõrguseni.

2021. a tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER geoloogilise uuringu Orava IV uuringuruumis, mis jäi käesolevast uuringuruumist ~200 m kaugusele põhja suunda (Tuuling, jt, 2021). Tööde käigus rajati uuringuruumi 5 puurauku sügavusega kuni 12 m. Võeti kokku 11 proovi killustiku purunemis- ja külmakindluse määramiseks, 8 proovi kivimi keemilise koostise analüüsiks ja 3 proovi kvaternaarisetete lõimise määramiseks. Väljasõelutud kruusast moodustati koondproov, millel määrati killustiku purunemiskindlus LA katsel. Töö tulemusena arvutati varu uuringuruumi teenindusala 12,52 ha pindalal. Ehituskruusa varu arvutati uuringuruumi lõunaosas ühes plokis (plokk 11), milles osakeste ≥31,5 mm sisaldus on keskmiselt 47,7%, <0,063 mm sisaldus keskmiselt 10,6% ja LA tegur 33. Ploki pindala on 0,56 ha ja ehituskruusa varu 11 tuh m<sup>3</sup>. Kasuliku kihi paksus oli keskmiselt 1,9 m. Ploki 3 kvaliteeti ümber ei hinnatud ja varu ümber ei arvutatud – plokki 3 varu jäi keskkonnaministri 26.05.2005. a määruse nr 44 alusel arvele ehituskruusa

aktiivse tarbevaruna ja selle maht maavara varude koondbilansi järgi oli 53 tuh m<sup>3</sup>. Lubjakivi varu arvutati ühes plokis (plokk 12). Ploki lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 32 (kategooria LA<sub>35</sub>), külmakindlus keskmiselt 2,2% (kategooria F<sub>4</sub>), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Ploki pindala oli 12,52 ha, madalamargilise ehituslubjakivi varu 1070 tuh m<sup>3</sup>, kasuliku kihi keskmine paksus oli 8,5 m. Lubjakivi varu arvutati abs kõrguseni 42,4 m – põhjavee keskmisest tasemest 7 m sügavamale. Põhjavee tase jääb keskmiselt 49,4 m abs kõrgusele. Keskkonnaameti 28.05.2025. a korraldusega nr DM-118712-28 anti OÜ-le Aigren Orava IV lubjakivikarjääri mäeeraldise maavara kaevandamise luba KL-516107 kehtivusajaga kuni 28.05.2055.

2023. a tegi OÜ J.Viru Markšeideribüroo geoloogilise uuringu Orava V uuringuruumis, mis jäi käesolevast uuringuruumist ~40 m kaugusele kirde suunda (Potagin, jt, 2023). Geoloogilise uuringu raames rajati alale neli puurauku, millest võeti proovid materjali keemilise koostise ja füüsikalise-mehhaaniliste omaduste hindamiseks. Lisaks rajati 9 kaevandit, et täpsustada uuritava materjali kattekihi paksust ja mahtu, ning teostati uuringuruumi geodeetiline mõõdistamine. Uuritud alal moodustasid kasuliku kihi Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu (S<sub>1</sub>tmK) ja Tammiku (S<sub>1</sub>tmT) kihistiku ning Varbola kihistu (S<sub>1</sub>vr) lubjakivid. Lubjakivi liigitus madalamargiliseks ehituslubjakiviks madala purunemiskindluse tõttu. Varu arvutus tehti ühes plokis kogu uuringuruumi ulatuses. Kasuliku kihi lamam viidi samale kõrgusele uuringuruumiga põhja pool külgneva plokiga 12 aT. Madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru pindalal 12,34 ha arvutati, mahus 1 088 tuh m<sup>3</sup>.

2024. a alustas AS TREV-2 Grupp Orava III lubjakivikarjääri (luba nr KL-513227) mulla koorimist ja juulis katendi eemaldamist. Katendi eemaldamise käigus ilmnas, et katendi lamam ulatub mäeeraldise lõunaosas kohati tunduvalt madalamale uuringu aruandes arvutatud katendi lamami kõrgustest. 2024. a. juulis tehti roomikekskavaatoriga täpsustavad kaevandid 10 punktis katendi lamami kõrguse täpsustamiseks. Maavara lasumi ehk katendi lamami pinna kõrguse erinevus oli kõige suurem mäeeraldise lõunaosas ulatudes 1,85 meetrini. Olemasolevate ja uute uuringupunktide andmetel koostati uus maavara lasumi mudel. Uue mudeliga suurenes katendi maht ja vähenes plokk 8 ja plokk 9 maht. Töö tulemusena korregeeriti antud kaevandamise keskkonnaloa varusid.

## 4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT

Keskkonnaameti 02.06.2025. a kirjaga nr DM-130367-17 väljastatud geoloogilise uuringu loas nr L.MU/523648 (kehtivusajaga 02.06.2025 - 02.06.2028) on lubatud Orava VI uuringuruumis kaevata kuni 41 kaevandit ning puurida kuni 41 puurauku sügavusega kuni 15 meetrit. Uuringuruumiga külgnevatel aladel maardlas eraldatud kruusa ja madalamargilise lubjakivi plokid lubasid eeldada sarnase kvaliteediga maavara esinemist ka Orava VI uuringuruumis.

Välitööd tehti kahes etapis: esmalt uuriti 4 puurauguga aluspõhjalisi karbonaatkivimeid ja peale seda 14 kaevandiga kvaternaarisetteid. Uuringuvõrk on piisav hindamaks Orava VI uuringuruumis levivat maavara aktiivse tarbevaruna. Maavara kvaliteedi iseloomustamisel kasutati täiendavalt varasemate uuringute (2015. a, 2021. a ja 2023. a uuringud) andmeid (Lisa 2).

Geoloogilise uuringu meetodikas lähtuti 17.12.2018. a määruse 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 arvele-võtmiseks” toodud nõuetest.

### 4.1. Välitööd

**Puurimistööd** tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER 2025. a juulis. Puuraugud rajati puurpingiga Massenza MI8 trosstõmbega südamikpuurimise meetodil topelt või kolmekordse toruga (nn *triple barrel wireline method*). Tegemist on kõige kõrgemat kvaliteeti võimaldava puurimismeetodiga, mis tagab südamiku kõrge saagise. Puurotsiku jahutamiseks ja puurtolmu väljatoomiseks kasutati vett. Puursüdamiku väljatulek karbonaatkivimite osas oligi väga kõrge, keskmiselt 98%. Puurimise diameeter kvaternaarisetetes oli 144 mm ja karbonaatkivimites 123 mm. Puuraugu püsivuse tagamiseks ja purdsetete sissevarisemise vältimiseks puuraugud kvaternaarisetete osas manteldati. Puuriti 4 puurauku sügavusega 15,0 m (kokku 60,0 m). Puuraukude vaheline kaugus oli 230 - 380 m.

**Kaevandid** rajati ekskavaatoriga 27.08.2025. a (Foto 4.1). Kaevandite sügavused uuringul ulatusid 1,1 - 2,7 meetrini, keskmiselt 1,6 m (Lisa 2). Kaevandite vaheline kaugus oli 130 - 170 m.

Kaevandid likvideeriti kohe pärast geoloogilise läbilõike kirjeldamist. Kaevanditest proove ei võetud, sest valdavalt oli tegu maavaraks mittesobiva moreeniga või väga väikeses paksuses esineva kruusaga. Kaevandite likvideerimiseks kasutati väljatõstetud materjali, maapind tasandati ning taastati uuringueelne seisund. Puuraugud likvideeriti 29.07.2025 ja 03.10.2025. a. Likvideerimiseks kasutati väljatõstetud materjali, maapind tasandati ning taastati uuringueelne seisund. Puuraugust eemaldati manteltoru ja täideti killustiku sõlmetega. Kõige ülemine osa täideti mullakihi paksuses mullaga. Uuringupunktide likvideerimise kohta on koostatud vastav akt (Lisa 9), mille on heaks kiitnud Keskkonnaamet (Lisa 10).





Foto 4.1. Kaevandi K-1/25 rajamine Orava VI uuringuruumis. (Foto: Sven Siir, 27.08.2025).

#### 4.2. Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd

Saadud puursüdamikku kirjeldati puursüdamiku tulbas. Kirjeldati kivimi värvust, struktuuri, tekstuuri ja kihilisust, puursüdamikud fotografeeriti (Lisa 4). Puursüdamike fotod on esitatud eraldi digitaalselt JPG-vormingus (Elektrooniline lisa 4).

Laboriuuringud kivimi füüsikalise-mehaaniliste omaduste selgitamiseks tehti OÜ Inseneribüroo STEIGER laboratooriumis (akrediteerimistunnistus L202). Laboritööde puhul tehti keskkonnaministri 17.12.2018. a määruses nr 52 ettenähtud katsetused: 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. Proovide võtmisel lähtuti kivimi litoloogiast. Proovid võeti litoloogiliste erimite kaupa. Reeglina võeti eraldi proovid Karinu ja Tammiku kihistiku ning Varbola kihistu osas. Uuringuruumi lääneosas puuraukudes PA-3/25 ja PA-4/25, kus ilmus ka Raikküla kihistu, võeti see ühte proovi Karinu kihistiku ülemise osaga ning Karinu kihistiku alumine osa prooviti eraldi. Seega võeti kokku 14 proovi killustiku purunemis- ja külmakindluse määramiseks. Proovimise intervallid jäid 1,7 - 5,1 m vahemikku, keskmine proovipikkus oli 3,4 m. Katsete jaoks vajamineva fraktsiooni saamiseks purustati puursüdamikust võetud proovid eelnevalt laboratoorses lõugpurustis. Killustiku purunemiskindlus LA katsel määrati fr 10/14 mm ja külmakindlus fr 8/16 mm. Katseprotokollid on toodud lisas 5.

Purunemiskindlus Los Angelese meetodil määrati proovi pööritamisel trumlis koos teraskuulidega ning seejärel kaaluti materjali jääk 1,6 mm avadega sõelal. Külmakindlus määrati atmosfäärsel rõhul vees immutatud ühtlase terasuurusega materjalil 10 külmutus-sulatustsükli jooksul. Tsüklil koosneb vees külmutamisest temperatuuril  $-17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja seejärel veevannis sulatamisest temperatuuril  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Vastavalt üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise korrale võetakse ehitusotstarbeks uuritava kivimi igast looduslikust erimist vähemalt 3 proovi lühendatud keemiliseks analüüsiks, milles määratakse CaO, MgO ja 10% soolhappes lahustumatu jääk. Orava VI uuringuruumis võeti proovid kivimi keemiliseks analüüsiks ühest puuraugust, lisaks kasutati varasemate uuringute andmeid. Puuraugu valikul arvestati sellega, et uuringuruum saaks pindalaliselt koos varasemate puuraukudega võimalikult ühtlaselt iseloomustatud. Kokku võeti 4 proovi. Proovimise intervallid jäid 1,7 - 4,2 m vahemikku, keskmine proovipikkus oli 2,7 m. Kivimi keemilised analüüsid tehti Teede Tehnokeskuse laboratooriumis (akrediteerimistunnistus L036) ja analüüside tulemused on toodud tekstilis 5.

#### **4.3. Hüdrogeoloogilised tööd**

Hüdrogeoloogilistest töödest tehti veetasemete mõõtmised rajatud puuraukudes. Lisaks kasutati olemasolevate karjääride veetasemete andmeid. Kuna olemasolevas Orava lubjakivikarjääris toimub kaevandamine vee alt ilma veetaset alandamata, siis ka Orava VI uuringuruumis kaevandamise korral toimuks see sarnase tehnoloogiaga. Seepärast katsepumpamist uuringutöodes ei planeeritud. Detailselt on piirkonna hüdrogeoloogilisi ja hüdroloogilisi tingimusi kirjeldatud 2015. a Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Kukk jt, 2015) ja Orava IV uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Tuuling jt, 2021), mille andmeid on kasutatud ka käesolevas töös. Uuringuruumi hüdrogeoloogilisi tingimusi on kirjeldatud peatükis 7.

#### **4.4. Topograafilised tööd**

Uuringuruumi teenindusala ja selle lähiümbruse topograafilise mõõdistuse tegi 2025. a septembris OÜ Inseneribüroo STEIGER, mille alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000. Mõõdistamine tehti reaajas kinemaatilise GPS positsioneerimisega, seadmega Trimble R12i GNSS. Mõõdistamise alusena kasutati Trimble VRS Now püsijaamade võrku. Mõõdistamine tehti L-Est 97 koordinaatide süsteemis, kõrgused EH2000 süsteemis. Plaan koostati ja uuringuruumi pindala määrati nurgapunktide koordinaatide alusel programmiga Bentley PowerCivil V8i (litsents 70000661800020). Varu arvutamiseks kasutati nimetatud programmi. Täpsemad andmed topograafilise mõõdistuse kohta on esitatud topograafilise mõõdistamise seletuskirjas (Lisa 8).

#### **4.5. Kameraaltööd**

Kameraaltööde käigus töötati läbi geoloogilise uuringu käigus saadud välitöö materjalid ja laboriuuringute andmed. Saamaks täiendavaid andmeid uuringuruumi ja selle lähiümbruse geoloogilisest ehitusest, töötati läbi ka varasemad geoloogiliste uuringute aruanded. Puuraugud, mida kasutati Orava VI uuringuruumi geoloogilise ehituse iseloomustamisel ja kolmemõõtmelise mudeli koostamisel, on esitatud puuraukude kataloogis (Lisa 2) ja asukohad graafilisel lisal 1. Proovide kataloogi (Lisa 3) on kantud ainult need proovid, mille andmeid on kasutatud konkreetselt antud töös (kvaliteedi keskmiste näitajate arvutuses, läbilõigetel).

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

Karbonaatkivim võetakse arvele kõrgemargilise ehituslubjakivina, kui sellest valmistatud killustiku 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 ning keemilise koostise järgi ei vasta kivim tehnoloogilise karbonaatkivimile esitavatele nõuetele.

#### **4.6 . Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale**

Orava VI uuringuruumi geoloogiline uuring tehti vastavuses keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusele nr 52 ja 07.04.2017. a määrusele nr 12: “Uuritud ning kaevandatud maa korrastamise täpsustatud nõuded ja kord, kaevandatud maa korrastamise projekti sisu kohta esitatavad nõuded, kaevandatud maa ning selle korrastamise kohta aruande esitamise kord ja aruande vorm ning maa korrastamise akti sisu ja vorm”.

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

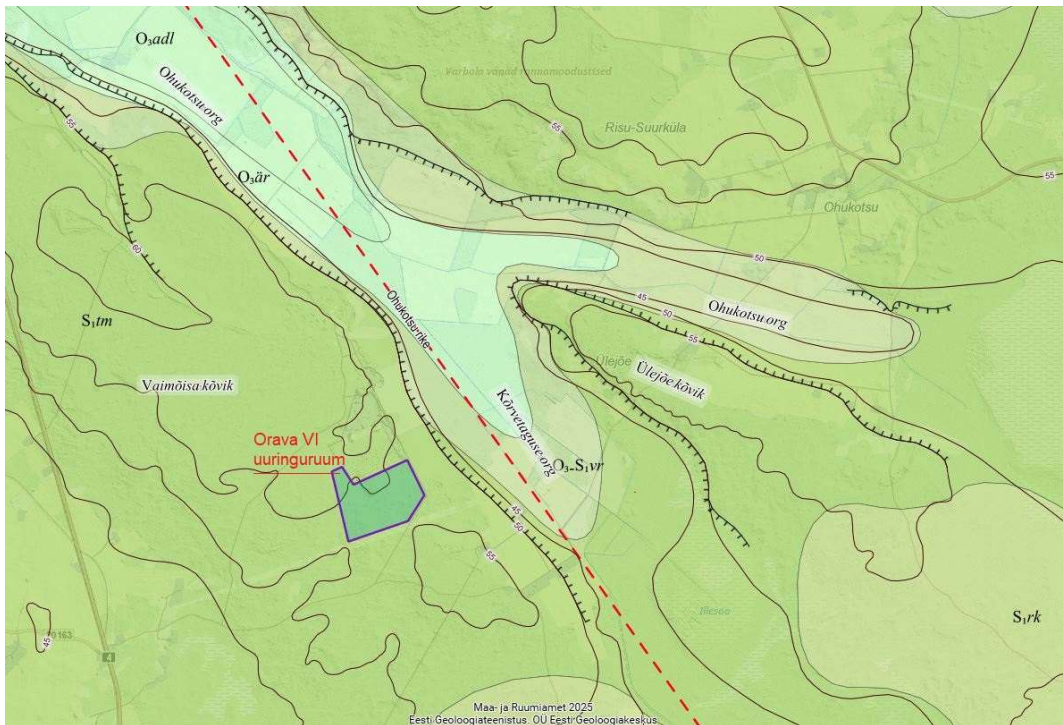
Kaevandite rajamine tehti tehniliselt korras ekskavaatoriga. Geoloogilise uuringuga järgiti rangelt kõiki keskkonnakaitse ja ohutustehnika nõudeid. Geoloogilise uuringuga ei kasutatud keskkonnaohtlikke materjale ega aineid ning ei reostatud põhjavett. Pärast kaevandite rajamise lõppu, kaevandid likvideeriti nõuetekohaselt ja taastati uuringueelne seisund. Kaevandamisjätmeid uuringu tulemusel ei tekkinud.

Koostati uuringupunktide likvideerimisakt (Lisa 9). Geoloogiliste töödega olulist mõju keskkonnale ei avaldatud.

## 5. GEOLOOGILINE EHITUS

Orava lubjakivimaardla paikneb Harju lavamaa tasase ja lainja paese aluspõhjaga ala keskosas, Vaimõisa kõviku idaservas (Joonis 5.1). Vaimõisa kõvik, 7 km pikkune ja 3 km laiune lauge aluspõhjaline kõrgendik, on toitealaks lähipiirkonna veekogudele. Orava maardlat iseloomustavad paiguti Balti jääpaisjärve rannamoodustised – rannavallid. Piirkonnas koosneb pinnakate liustikusetetest ehk moreenist ja jääjärvesetetest (saviliivast, liivsavist) ning need lasuvad valdavalt Siluri ladestu Juuru lademe Varbola ja Tamsalu kihistu lubjakividel.

Maardlas moodustavad kasuliku kihi peamiselt Alam-Siluri Juuru lademe Tamsalu kihistu ( $S_{1tm}$ ) ja Varbola kihistu ( $S_{1vr}$ ) karbonaatkivimid, aga paiguti ka Raikküla lademe Raikküla kihistu ( $S_{1rk}$ ) kivimid. Aluspõhja peal lasuvad paiguti kruus, liiv ja moreen. Orava VI uuringuruumis jäävad maapinna abs kõrgused ligikaudu 53 - 60 m tasemele. Uuringuruumist ~250 m kaugusel kirdes kulgeb loode-kagusuunaline Balti jääpaisjärve rannaastang, mille suhteline kõrgus on ~3,5 m.



Joonis 5.1. Orava VI uuringuruum jääb Juuru lademe Tamsalu kihistu avamusele. Plaani koostamisel on kasutatud Maa- ja Ruumiameti kaardirakendust

Orava VI uuringuruumi teenindusala paikneb valdavalt Alam-Siluri Juuru lademe Tamsalu kihistu ( $S_{1tm}$ ) avamusel, aga uuringuruumi lääneosa ja Raikküla lademe Raikküla kihistu ( $S_{1rk}$ ) avamusel.

Orava VI uuringuruumis katab lubjakivilasundit uuringupunktide põhjal keskmiselt 1,7 m paksuselt kvaternaarisetted (fotod 5.1...5.3), mis koosnevad kasvukihist ( $Q2_s$ ), selle all lasuvast rähksest paelahmakatest koosnevast moreenist ( $Q1jr_g$ ) ja paiguti savikast orgaanikat sisaldavast kruusast ( $Q1jr_lg$ ). Uuringuruumi loodeosas neljas kaevandis (K-1/25, K-2/25, K-6/25, K-7/25) ja ühes puuraugus (PA-3/25) avati moreeni



peal õhukese kihina savika ja orgaanikat sisaldava kruusa kiht. Kruus on valdavalt karbonaatse koostisega, kulutamata kuni keskmiselt kulutatud, sisaldab veeriseid ja paelahmakaid. Valdava enamuse kvaternaarisetetest moodustav moreen on paerähkne ning varieerub värvuselt helepruunist hallini, rohkete paekiviplaadidega. Kasvukiht on uuringuruumis uuringupunktide põhjal paksusega 0,1 - 0,4 m (keskmiselt 0,3 m), kruusakihi (esineb vaid ala loodeosas) paksus uuringuruumis 0,0 - 1,3 m (kogu ala peale keskmiselt 0,3 m) ja paerähkne moreen paksusega 0,0 - 2,3 m (keskmine 1,1 m).



Foto 5.1. Kvaternaarisetted (kruus) puuraugus PA-3/25, fotol intervall 0,0 - 2,9 m.



Foto 5.2. Paerähkne moreen kaevandis K-9/25



Foto 5.3. Savikas, orgaanikat sisaldav kruus kaevandis K-7/25. Kruus esineb lokaalselt vaid uuringuruumi loodeosas.

Noorimad aluspõhjakivimid, mis Orava VI uuringuruumis puuraukudega avati, on valdavalt Alam-Siluri Juuru lademe Tamsalu kihistu ( $S_{1tm}$ ) karbonaatkivimid, uuringuruumi lääneosas kõrgema reljeefiga alal kõviku lael ka Raikküla lademe Raikküla kihistu ( $S_{1rk}$ ) kivimid. Uuringuruumi idaosas on Raikküla lademe Raikküla kihistu ( $S_{1rk}$ ) kivimid enamasti ära kulutatud. Valdavalt moodustavad Orava VI uuringuruumi geoloogilise läbilõike Juuru lademe Tamsalu ja Varbola kihistu lubjakivid.

Aluspõhja pealispind jälgib üldiselt maapinnareljeefi ja reljeefis esilekerkivad väikesed künkad on aluspõhjalise tuumikuga. Aluspõhja ülemine osa on reeglina porsunud ja murenenud. Ehkki kaevandites avati kohati aluspõhja pealispinnaks olevad lubjakiviplaadid, siis puuraukudest saadud info alusel võib lubjakivi olla küllaltki suures paksuses murenenud ja porsunud. Seepärast kasutati monoliidse lubjakivi (lubjakivi ploki) kontuurimisel (lasumi) ainult puuraukude andmeid. On tõenäoline, et kaevandites avatud paeplaatide all on lubjakivi tugevalt murenenud ja see arvati katendisse.

Orava VI uuringuruumi geoloogilist läbilõiget on kirjeldatud alljärgnevalt (ülevalt alla).

**Raikküla lademe Raikküla kihistu ( $S_{1rk}$ )** uuritud paksus jääb vahemikku 1,4 - 2,0 m. Kivimid on esindatud vaid uuringuruumi lääneosas kahes puuraugus (PA-3/25 ja PA-4/25), Vaimõisa kõviku lael, olles uuringuruumi idaosas ära kulutatud. Kihistut iseloomustab peenekristalliline kollakas- ja pruunikahall dolomiidistunud detriitne lubjakivi, mergli lainjate vahekihtidega (foto 5.4).



Foto 5.4. Raikküla kihistu dolomiidistunud lubjakivi puuraugus PA-3/25 (fotol süg. intervall 3,9 - 4,75 m)



**Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistik (S<sub>1</sub>tmK)** võib välja eraldada litoloogiliselt kaks eriilmelist kompleksi (foto 5.5). Läbilõike ülaosas on tumehalli värvusega peenekristalliline, õhukeste tumedate lainjate mergli vahekihtidega lubjakivi. Läbilõike alumine osa on värvuselt heledam hall, mille taustal on tihedalt tumedaid merglikelmeid, mis teevad kivimi kirjuks. Esineb lausdetriitse lubjakivi kuni 10 cm paksusi vahekihte. Esineb kivistisi. Iseloomulik on suurte stromatopooride esinemine. Karinu kihistiku uuritud paksus on 4,1 - 4,9 m.



Foto 5.5. Karinu kihistiku lubjakivi puuraugus PA-1/25. Kahe eriilmelise kompleksi vahepiir sügavusel 5,0 m (fotol süg. intervall 3,7 - 5,7 m).

**Juuru lademe Tamsalu kihistu Tammiku kihistiku (S<sub>1</sub>tmT)** lubjakivi on hall, jämedetritne, valdavalt keskmisekihiline. Iseloomulik on brahhiopoodide *Borealis borealis* kodade esinemine, mille sisaldus läbilõikes on ebaühtlane (foto 5.6). Kihiti esineb *Borealis borealis* kodasid massiliselt, moodustades struktuurilt biomorfse lubjakivi. Sagedased on suured stromatopoorid ning kivimile on iseloomulikud stüloliitpinnad. Mergel esineb õhukeste lainjate vahekihtidena. Rohekashall mergel ümbritseb sageli karbipoolmeid ja stromatopooore. Tammiku kihistiku lasumipinnast ~0,7 m sügavamal on ligikaudu 10 cm paksune rohekaspruuni savimergli vahekiht (foto 5.6). Kiht fikseeriti kõigis puuraukudes ning seda on kirjeldatud ka lähedusse jäävate varasemate geoloogiliste uuringute puuraukudes. Antud kiht jääb 45,7 - 48,1 m abs kõrgusele. Tammiku kihistiku uuritud paksus on 2,8 - 3,0 m.



Foto 5.6. Tammiku kihistiku lubjakivi puuraugus PA-4/25. Savimergli vahekiht sügavusel 11,2 m (fotol süg. intervall 10,3 - 12,15 m).

**Juuru lademe Varbola kihistu (S<sub>1</sub>vr)** lubjakivi on hall, detriitne, peenekristalliline, õhukese- kuni keskmisekihiline (foto 5.7). Mergel esineb õhukeste lainjate vahekihtidena. Sügavusega muutuvad mergli vahekihid paksemaks ja sagedasemaks. Esineb stromatopooride kivistisi. Käesoleva uuringu puuraukudega avati Varbola kihistu kivim kuni 5,1 m paksuselt.



Foto 5.7. Varbola kihistu lubjakivi puuraugus PA-2/25 (fotol süg. intervall 11,4 - 13,35 m).

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

Tabel 5.1. Orava VI uuringuruumi geoloogilise läbilõike koondtabel puuraukude põhjal.

Nimetus	Geoloogiline indeks	Kihi paksus (puuraukudes ja kaevandites fikseeritud), m		
		min	max	keskmine
Kasvukiht	Q <sub>2</sub> s	0,1	0,4	0,3
Kruus	Q <sub>1</sub> jr_lg	0,0	1,3	0,3
Moreen	Q <sub>1</sub> jr_g	0,0	2,3	1,1
Lubjakivi, dolomiidistunud, detriitne	S <sub>1</sub> rk	0,0	2,0	1,6
Lubjakivi, detriitne	S <sub>1</sub> tmK	4,6	4,9	4,8
Lubjakivi, <i>Borealis borealis</i> kodadega	S <sub>1</sub> tmT	2,8	3,0	2,9
Lubjakivi, mergli vahekihtidega	S <sub>1</sub> vr	1,7+	5,1+	3,5+



## 6. MAAVARA KVALITEET

Orava VI uuringuruumi kvaternaarisetted on esindatud peamiselt rähkse paeplaatidest koosneva moreeniga, vaid uuringuruumi loodeosas esineb õhukese kihina savikat kruusa, mis sisaldab orgaanikat. Kuna kvaternaarisetete paksus on väike ning maavarana arvele võtmiseks see ei kvalifitseeru, siis ei iseloomustata ka selle kvaliteeti.

Orava VI uuringuruumis moodustavad kasuliku kihi Raikküla lademe Raikküla kihistu (vaid ala lääneosas), Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu ja Tammiku kihistiku lubjakivi ning Varbola kihistu lubjakivi.

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

- tehnoloogilise lubjakivi puhul ei tohi olla CaO sisaldus alla 50% ega lisandite ja lahustumatu jäägi ( $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$ ) sisaldus üle 10%;
- tehnoloogilise dolokivi puhul ei tohi olla MgO sisaldus alla 18% ega lisandite ( $\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$ ) sisaldus üle 5%;
- kõrgemargilise ehituslubjakivi ja kõrgemargilise ehitusdolokivi puhul on purunemiskindluse kategooria Los Angelese katsel 30 või väiksem ja külmakindluse kategooria kuni F2 ning madalamargilise ehituslubjakivi ja madalamargilise ehitusdolokivi purunemiskindluse kategooria on Los Angelese katsel 31–35 ning külmakindluse kategooria kuni F4;
- viimistlusdolokivi ja viimistluslubjakivi on dekoratiivne ja poleeritav ning vastab kõrgemargilise karbonaatkivimi nõuetele;
- täitedolokivi ja täitelubjakivi ei vasta käesoleva lõike punktides 1 - 3 nimetatud nõuetele ega sobi viimistluskiviks.

Geoloogilise uuringu eesmärgiks oli uurida Orava VI uuringuruumis lasuvate karbonaatkivimite sobivust ehituskillustiku toormeks. Kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud killustiku purunemiskindluse põhjal Los Angelese (LA) katsel (EVS-N 1097-2), mis on Eesti Vabariigi standardite järgi jämetäitematerjali purunemiskindluse hindamise põhimeetodiks. Killustiku külmakindlus määrati EVS-EN 1367-1 standardi järgi.

Proovimise meetodikat on kirjeldatud peatükis 4. Proovid võeti litoloogiliste erimite kaupa. Reeglina võeti eraldi proovid Karinu ja Tammiku kihistiku ning Varbola kihistu osas. Uuringuruumi lääneosas, kus puuraukudes PA-3/25 ja PA-4/25 oli esindatud ka Raikküla kihistu, võeti see ühte proovi Karinu kihistiku ülemise osaga ning Karinu kihistiku alumine osa prooviti eraldi. Uuringuruumi idaosas on Raikküla kihistik valdavalt ära kulutatud. 2023. a geoloogilise uuringus on proovitud valdavalt Karinu ja Tammiku kihistikku koos ning eraldi Varbola kihistut (Nirgi, 2023).

Alljärgnevalt on iseloomustatud loetletud kivimkomplekside füüsikalisi-mehaanilisi omadusi. Kaalutud keskmiste arvutused on esitatud lisas 6 ja andmed koondatud tabelisse 6.1. Kasutati ka 2023. a uuringu puuraukude PA1/22 ja PA3/22 andmeid (Nirgi, 2023). Labori katseprotokollid on esitatud lisas 5. Andmed on koondatud proovide kataloogi (Lisa 3).

**Karinu kihistik (S<sub>1tmK</sub>) koos Raikküla kihistikuga (S<sub>1rk</sub>)**

Kihistikku on iseloomustatud 6 puuraugu andmeil (8 purunemiskindluse ja 8 külmakindluse katset, sh kahes proovis on koondatud Karinu kihistik Raikküla kihistikuga ja ühes proovis Karinu kihistik koos Tammiku kihistikuga). Proovide LA kategooria varieerub LA30 kuni LA40 – kaalukadu LA katsel oli 27 - 37%, keskmiselt 31%. Külmakindluskatsel oli kaalukadu 1,2 - 3,2%, keskmiselt 1,9%, andes külmakindluskategooriaks F2.

**Tammiku kihistik (S<sub>1tmT</sub>)**

Kihistikku on iseloomustatud 6 puuraugu andmeil (5 purunemiskindluse ja 5 külma-kindluse katset, sh ühes proovis on koondatud Tammiku kihistik Karinu kihistikuga). Proovide LA kategooria varieerub LA30 kuni LA40 – kaalukadu LA katsel oli 30 - 37%, keskmiselt 33%. Külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,7 - 1,9%, keskmiselt 1,2%, andes külmakindluskategooriaks F2.

**Varbola kihistu (S<sub>1vr</sub>)**

Kihistut on iseloomustatud 6 puuraugu andmeil (7 purunemiskindluse ja 7 külma-kindluse katset). Proovide LA kategooria varieerub LA30 kuni LA35 – kaalukadu LA katsel oli 28 - 35%, keskmiselt 31%. Külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,8 - 4,3%, keskmiselt 2,4%, andes külmakindluskategooriaks F4.

Tabel 6.1. Orava VI uuringuruumi kivimist valmistatud killustiku füüsikalis-mehaanilised näitajad litoloogiliste erimite lõikes

Kivimkompleks	LA tegur	LA kategooria	Külmakindlus F, %	F kategooria
<b>S<sub>1tmK</sub> (+S<sub>1rk</sub>)</b>	27 - 37/31	<b>LA35</b>	0,7 - 3,2/1,9	<b>F2</b>
<b>S<sub>1tmT</sub> (+S<sub>1tmK</sub>)</b>	30 - 37/33	<b>LA35</b>	0,7 - 1,9/1,2	<b>F2</b>
<b>S<sub>1vr</sub></b>	28 - 35/31	<b>LA35</b>	0,8 - 4,3/2,4	<b>F4</b>

Orava VI uuringuruumist vahetult põhja suunas paiknevas Orava karjääris rakendatakse veealust kaevandamist ilma veetaset alandamata. Seepärast moodustatakse Orava VI uuringuruumis vertikaalses läbilõikes kaks aktiivse tarbevaru plokki – veepealne (plokk 14 aT) üleval pool uuringuaegset keskmist veetaset abs 49,9 m ja veealune kuni 7,5 m paksuselt (plokk 15 aT) kuni abs kõrguseni 42,4 m. Varu arvutuse plokkide kaalutud keskmiste näitajate arvutus on esitatud lisas 6 ja koondatud tabelisse 6.2.

Tabel 6.2. Orava VI uuringuruumis moodustatud lubjakivi plokkide füüsikalis-mehaaniliste näitajate koondtabel

Plokk	Maavara	LA tegur	LA kat	Külmakindlus F, %	F kat
Plokk 14 aT	madalamargiline ehituslubjakivi	28 - 37/31	LA35	0,7 - 3,2/2,1	F4
Plokk 15 aT	madalamargiline ehituslubjakivi	27 - 37/31	LA35	0,7 - 4,3/1,6	F2

**Ploki 14** kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud 6 purunemiskindluse ja 6 külmakindluse proovi põhjal (Lisa 6). Killustiku purunemiskindluskatsel LA meetodil oli kaalukadu (LA tegur) 28 - 37%, keskmiselt 31%, vastates LA

kategooriale LA35. Killustiku külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,7 - 3,2%, keskmiselt 2,1%, vastates külmakindluskategooriale F4.

**Ploki 15** kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud 20 purunemiskindluse ja 20 külmakindluse proovi põhjal (lisa 6). Killustiku purunemiskindluskatsel LA meetodil oli kaalukadu (LA tegur) 27 - 37%, keskmiselt 31%, vastates LA kategooriale LA35. Killustiku külmakindluskatsel oli kaalukadu 0,7 - 4,3%, keskmiselt 1,6%, vastates külmakindluskategooriale F2.

Keskmete näitajate põhjal, mis on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 6.2, vastab ploki 14, 15 kivim madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele.

**Kivimi keemilise koostise** iseloomustamisel Orava VI uuringuruumis on kasutatud lisaks käesoleva uuringu käigus tehtud analüüsidele puuraugust PA-4/25 ka 2015. a uuringu (Kukk, 2015) PA-2/15, PA-3/15, PA-4/15, PA-5/15 ja 2023. a uuringu PA1/22 vastavaid andmeid (Lisa 3).

Kokku on uuringuruumi kivimit iseloomustatud 22 prooviga kuuest puuraugust. Proovid on võetud litoloogiliste erimite kaupa. Karinu kihistikul on eraldi iseloomustatud ülemist ( $S_{1tm}K_1$ ) ja alumist poolt ( $S_{1tm}K_2$ ), mis erinevad savikuselt. Proovides määrati CaO, MgO ja lahustumatu jäägi sisaldus. Kivimi keemilise koostise arvutused puuraukude ja litoloogiliste erimite lõikes ning varuplokkis on esitatud lisa 6 ning koondatud tabelisse 6.3.

Uuringuruumi kivim on valdavalt esindatud lubjakiviga, mis vertikaalses läbilõikes on küllaltki muutlik. CaO sisaldus varieerub ~34 - 53%, olles kõrgem Tammiku kihistikus ja Varbola kihistu alumises osas; MgO ~1 - 16%, olles madalam Karinu kihistiku ülemises osas ja lahustumatu jäägi sisaldus Karinu kihistiku ülemises osas, ulatudes veidi üle 10%.

Uuringuruumis moodustatud **plokk 14 aT** koosneb valdavalt Raikküla kihistu ja Karinu kihistiku ülemise osa lubjakivist, milles CaO sisaldus on 33,90 - 52,48% (keskmine 46,32%), MgO 0,91 - 16,36% (keskmine 4,69%) ja lahustumatu jäägi 2,18 - 11,96% (keskmine 6,15%). **Plokk 15 aT** koosneb valdavalt Karinu kihistiku alumise osa, Tammiku kihistiku ja Varbola kihistu lubjakivist, milles CaO sisaldus on 44,83 - 51,84% (keskmine 48,35%), MgO 1,48 - 4,44% (keskmine 3,15%) ja lahustumatu jäägi 3,24 - 9,04% (keskmine 5,89%).

Kivimi keemiline koostis litoloogiliste erimite lõikes ja varuplokkides on koondatud tabelisse 6.3. Andmetest nähtub, et Orava VI uuringuruumi kivim ei vasta tehnoloogilise karbonaatkivimi nõuetele. Vastavalt 17.12.2018 määrusele nr 52 ei tohi tehnoloogilise lubjakivi puhul olla CaO sisaldus alla 50% ega lisandite ja lahustumatu jäägi ( $SiO_2 + R_2O_3$ ) sisaldus üle 10% ja tehnoloogilise dolokivi puhul ei tohi olla MgO sisaldus alla 18% ega lisandite ( $SiO_2 + R_2O_3$ ) sisaldus üle 5%.

Praktiliselt kogu uuringuruumi karbonaatkivim vastab lubjakivi nõuetele, välja arvatud üksikproov puuraugus PA-3/15, kus Raikküla kihistu proov viitab kivimi dolomiidistumisele (MgO 16,36%). Tehnoloogilise lubjakivi nõuetele vastab kivim üksikutes proovides: 4/25-1k; PA1-4K; PA1-5K; K13. Tegemist on kaootilise esinemisega, mis ei ole seotud geoloogiliste kihistike ega geograafilise asetusega. Seega

võib keemilise koostise näitajate keskmiste väärtuste alusel nimetada Orava VI uuringuruumi piires kivimi ehitusotstarbeliseks lubjakiviks.

Tabel 6.3. Kivimi keemilise koostise koondtabel

Kihistu	CaO, %			MgO, %			Lah. jääk		
	min	max	kesk	min	max	kesk	min	max	kesk
S <sub>irk</sub>	33,90	50,07	43,32	3,93	16,36	8,31	2,56	4,96	3,88
S <sub>1tmK<sub>1</sub></sub>	42,04	52,48	46,71	0,91	6,52	3,72	2,18	11,96	7,35
S <sub>1tmK<sub>2</sub></sub>	46,42	49,96	48,92	2,07	2,94	2,65	4,22	9,04	6,12
S <sub>1tmT</sub>	46,49	50,55	48,82	2,86	4,44	3,46	3,24	6,42	4,41
S <sub>1vr</sub>	44,83	51,84	49,44	1,48	3,45	2,25	5,54	8,82	6,66
Madalamargiline lubjakivi (plokk 14 aT)									
Plokk 14 aT	33,90	52,48	46,32	0,91	16,36	4,69	2,18	11,96	6,15
Madalamargiline lubjakivi (plokk 15 aT)									
Plokk 15 aT	44,83	51,84	48,35	1,48	4,44	3,15	3,24	9,04	5,89

## 7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Orava lubjakivimaardlas kaevandatakse lubjakivi veealuse kaevandamise meetodil põhjavee taset alandamata. Sama meetodit on plaanis kasutada maavara kaevandamisel taotletavas Orava VI lubjakivikarjääris. Detailselt on piirkonna hüdrogeoloogilisi ja hüdroloogilisi tingimusi kirjeldatud 2015. a Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Kukk jt, 2015) ja Orava IV uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Tuuling jt, 2021), mille andmeid on kasutatud ka käesolevas töös.

### 7.1 Üldandmed

Orava VI uuringuruum paikneb Rapla maakonnas, Märjamaa vallas, Harju lavamaa keskosas asuval Vaimõisa kõvikul. Uuringuruum paikneb kõviku idaservas, kus reljeef langeb lõuna ja kagu suunas. Vaimõisa kõvik on ligikaudu 7 km pikk ja kuni 3 km lai lauge aluspõhjaline kõrgendik, mille suhteline kõrgus on kuni 20 m (keskosas absoluutkõrgus kuni 66,6 m). Kõvik kuulub Matsalu vesikonna koosseisu ja on toitealaks paljudele piirkonna vooluveekogudele: idas-kirdes Kõrvetaguse peakraavile (VEE1107800) ja Ohukotsu jõe (VEE1107700), põhjas Vardi jõe (VEE1107500), lõunas ja läänes Konnaveski jõe (VEE1108000) ning loodes Kasari jõe (VEE1107000).

Orava maardlale lähimas meteoroloogiajaamas, Kuusikul, on viidud läbi ilmavaatlusi alates 1920. aastast. Nende andmete põhjal saab öelda, et Raplamaa kliima on kontinentaalsele kliimale iseloomulik. 1991 - 2020 perioodi sademete hulk on võrreldes Eesti keskmiste näitajatega kõrgem (keskmiselt 730 mm/a) ning temperatuurid madalamad (keskmiselt 6,4 °C) (Kliimanormid, Keskkonnaagentuur 2025).

### 7.2 Hüdrogeoloogiline üldiseloostus

Orava VI uuringuruum paikneb Alam-Siluri ladestiku Juuru lademe avamuslalal. Kasuliku kihi moodustavad Tamsalu ja Varbola kihistu lubja- ja dolokivid. Kasuliku kihi lamamiseks on Varbola kihistu alumises osas lasuvad sagedaste mergli vahekihtidega lubja- ja dolokivid.

Lubjakivi katvad purdsetted, paksusega kuni 3,3 m, on kuivad, moodustamata iseseisvat veekihti. Põhjavesi on vabapinnaline, surveta. Orava VI uuringuruumi veetase on otseses sõltuvuses sademetest, mis on vabapinnalise veekihi peamiseks toiteallikaks. Põhiline toitumine toimub kevad-sügisel perioodil, st lumesulamise ajal (märts - aprill) ja sügis-perioodil (oktoober - november). Suvised sademed kuluvad suures osas aurumisele ja pindmisele äravoolule. Rapla kaardilehe (6314) hüdrogeoloogilise kaardistamise andmeil võib põhjavee taseme muutuste amplituud aasta lõikes ulatuda 1 - 2 m, harvem 3 meetrini (Männik jt, 2020). Põhjaveevoolu regionaalne suund on läände, Lääne-Eesti madalikule.

Orava kruusamaardla Orava IV uuringuruumi geoloogilise uuringu (Tuuling jt, 2021) käigus mõõdeti põhjavee tase veebruaris (04.02.2021) 1,5 - 7,2 m sügavusele maapinnast, absoluutkõrgusetele 48,8 - 49,6 m. Samuti mõõdeti ka veetase Kõrvetaguse kraavis, kuna põhjavesi liigub selle suunas. 26.03.2021 mõõdetuna jäi veetase kraavis absoluutkõrgusele 46,55 m. 2015. a Orava kruusamaardla Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu käigus (Kukk jt, 2015) mõõdeti veetasemeid kolme kuu vältel (veebruar kuni aprill) ning saadi veetasemete muutuseks ~1 m. Keskmise põhjaveetase

oli 50,7 m abs. Põhjaveekogumite 2018. a seire andmetel on Siluri-Ordoviitsiumi Matsalu põhjaveekogumi veetaseme muutuste aastane amplituud 1 - 1,9 m (Marandi jt, 2019). Seega tuleb arvestada sarnase veetaseme amplituudiga ka Orava VI uuringuruumis.

Orava VI uuringuruumi põhjavee tase jäi mõõdetuna 2025. a juulis 4,6 - 7,5 m sügavusele maapinnast, absoluutkõrgusele 48,9 - 51,5 m, järgides maapinna reljeefi (maapinna absoluutkõrgused on vahemikus 53 - 60 m, tabel 7.1). Puuraukudest mõõdetud uuringuaegne keskmine põhjavee tase oli seega absoluutkõrgusel 49,9 m, mis on siin ka veepealse ja -aluse varu piiriks. Kaevandaja soovil on veealuse aktiivse tarbevaru lamam keskmisest veetasemest 7,5 m allpool absoluutkõrgusel 42,4 m, et kivimi väljamiseks oleks võimalik rakendada veealust kaevandamisviisi ilma veetaset alandamata.

Tabel 7.1. Uuringupuuraukudes mõõdetud veetasemed

PA nr	Koordinaadid			PA sügavus, m	Veetase		
	X	Y	Z		Sügavus maapinnast, m	abs, m	Mõõtmise aeg
PA-1/25	6538764	529415	54,2	15,0	4,6	49,60	29.07.2025
PA-2/25	6539000	529403	56,4	15,0	7,5	48,90	29.07.2025
PA-3/25	6538882	529043	56,5	15,0	5,0	51,49	29.07.2025
PA-4/25	6538610	529135	56,9	15,0	7,15	49,78	29.07.2025

Ümberkaudsete majapidamiste veevarustuseks kasutatakse peamiselt Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavett, mis on antud piirkonnas määratud Siluri-Ordoviitsiumi Matsalu põhjaveekogumi koosseisu (nr 11, Keskkonnaministri 01.10.2019 määrus nr 48). Vettandvaks on enamasti põhjakompleksi ülemine osa (100 - 120 m, Marandi jt, 2019). Konkreetsemalt moodustavad uuringuruumis maapinnalt esimese aluspõhjalise veekihi Juuru lademe Karinu ja Tammiku kihistiku ning Varbola kihistiku ülaosas lasuvad karbonaatkivimid (Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks, Juuru veekiht). Varbola kihistu on alumises osas savikas, moodustades tingliku (suhtelise) veepideme Siluri ja Ordoviitsiumi kivimite vahel. Veekompleks toitub põhiliselt sademetest ning selle idapoolsele osale on iseloomulik  $\text{Ca-HCO}_3$  tüüpi vesi mineraalainete sisaldusega 0,3 - 0,5 g/l (Marandi jt, 2019). Vaadeldavas piirkonnas põhjavee looduslik kaitstud maapinnalt lähtuva punkt- või hajureostuse suhtes praktiliselt puudub, kuna pinnakate on väga õhuke ja hea veeläbilaskvusega (Veeseadus). Kogumi põhjavesi kuulub aktiivse kuni mõõduka veevahetuse vööndisse. Probleemi valmistavad looduslikult suured kloriidi (rannikupiirkondades), sulfaadi (rannikupiirkondades), fluoriidi, ammoniumi, raua ning kohati ka mangaani, naatriumi ja boori sisaldused. Nitraate sisaldub kogumi kõige ülemises osas, allpool on nende sisaldus väga väike (Marandi jt, 2019).

Peale Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksist põhjavett ammutavate puurkaevude on uuringuruumi lähipiirkonnas ka 4 sügavamad puurkaevu, mis ammutavad vett Ordoviitsiumi-Kambriumi ja Kambriumi-Vendi veekompleksitest. Kuid kuna Siluri-Ordoviitsiumi Matsalu põhjaveekogum ja allpool lasuv Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekogum ei ole omavahel hüdrauliliselt seotud, neid eristab Ordoviitsiumi regionaalne veepide, ei mõjuta ka karjääri tegevus neid.

## 8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Mäenduslikud tingimused on vaadeldaval alal võrdlemisi soodsad, sest tegemist on toimiva kaevandamispiirkonnaga. Alale on juurdepääs Tallinn-Pärnu-Ikla maanteelt lähtuva Vaimõisa-Ohukotsu teelt hargneva Pendi tee kaudu. Riigimaantee jääb uuringuruumist ligikaudu 1,8 km edela poole.

Maavara kaevandamise korral tuleb koorida kattekiht, mida tehakse vastavalt töö-ee liikumisele. Kattekiht koosneb savikast kruusast, rähksest paelahmakatest koosnevast moreenist ja aluspõhja murenenud osast. Kattekihi paksus on mudeli põhjal keskmiselt 3,3 m. Kasvukiht ja moreen ladustatakse mäeeraldise teenindusmaale eraldi, et karjääri lõppfaasis saaks kasvukihti kasutada karjääri bioloogilise korrastamise eelduste loomiseks.

Moodustatavad plokid paiknevad nii põhjavee tasemest üleval- kui ka allpool. Põhjavee tasemest üleval poole oleva ploki kasuliku kihi keskmine paksus on plokis 2,9 m. Allpool oleva ploki keskmine paksus on 7,5 m. Kvaliteedi poolest on tegemist madalamargilise ehituslubjakiviga, mida sobib kasutada üld- ja teedehituses.

Sarnaselt Orava lubjakivikarjääriga toimuks kaevandamine ilma veetaset alandamata, mille osas on uuringu tellijal kogemus kivimite väljamisel Orava lubjakivikarjääris. Kuna karjääris veetaset ei alandata, siis väljatakse lubjakivi kahes osas – esmalt veepealne maavara ning seejärel veetalune maavara. Kivimi raimamine toimub puur-lõhketöödega. Veealuse varu lõhkamine toimub vee all ning kobestatud kivim tõstetakse karjääri põhjale nõrguma.

Senine kaevandamine Orava lubjakivikarjääris on näidanud, et põhjavee tase pole alanenud ja põhjavee kvaliteet pole halvenenud (2024 a. lidar-andmestiku alusel on karjäärijärve veetase 51 m võrrelduna geoloogilises uuringus leitud põhjaveetasemega 50,7 m (Kukk jt, 2015).

Lõhatud lubjakivi töötlemiseks kasutatakse purustit ja sõelurit. Töödeldud lubjakivi laetakse ekskavaatori või kopplaaduriga kallurile ning tarnitakse tarbijale. Kaevandamise keskkonnanõuete taotluse koostamise etapis käsitletakse kaevandamise tehnoloogiat detailsemalt. Karjääri rajamiseks koostatakse vastav projekt.

Orava VI uuringuruumis moodustatud varuplokid ei paikne Natura 2000 võrgustiku alal ega muu looduskaitsealase piiranguga alal.

Lähim üksikmajapidamine jääb uuringuruumist edela suunas ~600 m kaugusele. Tulevase karjääri ja elamu vahelisele alale jääks nii lagendikku kui metsa.

Lõhketöid teostab litsentseeritud lõhketööde tegija, kelle poolt koostatakse nõuetele vastav puur-lõhketööde projekt. Lõhketööde parameetrid ja kasutatavad kaitsevahendid valitakse selliselt, et on välistatud lõhketöö ohualasse jäävate ehitiste ja seadmete kahjustamine lõõklaine, kildude laialipaiskumise ning seismilise võnkumise mõjul.

Ammendatud kaevealale kujuneb ~7-8 m sügavune veekogu, mida tulevikus võib kasutada puhke-, kalamajanduse või muul eesmärgil. Põhjavee tase pärast maavara ammendamist suuresti taastub. Vastavalt ümbritsevale pinnamoele kujuneks

veetasemeks ~51 m abs, s.t sarnane praeguse põhjaveetasemega ning ümbritsevates karjäärides kujuneva veetasemega.

Kaevandamisega rikutud maa korrastatakse korrastamisprojekti alusel, mille koostamisel lähtutakse Keskkonnaameti, kohaliku omavalitsuse ja maaomaniku poolt esitatud tingimustest. Korrastamisprojekti koostamisel leitakse karjääri korrastamiseks läbimõeldult mõistlikud lahendused.

### 8.1. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang

Lähim üksikmajapidamine jääb uuringuruumist edela suunda linnulennult ~600 m kaugusele Metsanurga kinnistule (65401:001:0003). Tulevase karjääri ja elamute vahelisele alale jääks nii legendikku aga ka metsa, mis pidurdaks oluliselt võimaliku müra ja tolmu levikut karjäärilalt elamuteni. Samuti on müra leviku vähendamiseks võimalik rajada müratõkkevallid mäeeraldise piirile. Orava maardla põhjapoolses otsas asuva Orava III lubjakivikarjääri mäeeraldise taotlemisel viidi läbi välisõhu mõjuhinnang, mille andmeil ei ületaks tegevus tootmisterritooriumist väljaspool müra piirnormi.

Orava VI uuringuruumis moodustatud varuplokid 14 ja 15 moodustati ~25 m kaugusele uuringuruumiga loodenurgast külgnevast Vardi looduskaitsealast (KLO1000156) ja uuringuruumi kaguosasse jääva II kategooria kaitsealuse liigi *Cephalanthera rubra* (punane tolmpä) elupaigast. Vardi looduskaitseala kaitse-eesmärgiks on kaitsta haruldasi loometsakooslusi ning loodusmetsade ja vanade laialehiste metsade elupaigatüüpe. Kaevandamine Orava VI uuringuruumi alal ei omaks nimetatud kaitsealustele objektidele negatiivset mõju.

#### 8.1.1 Mõju põhja- ja pinnavee keemilisele koostisele

Kuna varu arvutuse ala piirneb põhjast Orava karjääriga, milles toimub kaevandamine ilma veetasel alandamata, on tulevikus uue ala kasutuselevõttust tingitud nn lisanduv mõju põhjaveele väike.

Orava VI uuringuruumi ümbruskonna puurkaevud ei jää Orava maardla mõjupiirkonda, paiknedes enamasti kõrgema reljeefiga aladel ning jäädes maardla põhjavee liikumise suunast kõrvale. Kaevandades vee alt ilma vett välja pumpamata, ei teki kaevevälja ümber ka ulatuslikku veetaseme alanduslehitrit, mille tõttu on mõju põhjavee keemiale väike.

Kuna kaevandamistöodel ei kasutata keskkonnohtlikke ja mürgiseid aineid, on oht (vee)keskkonna reostumiseks keskkonnohtlike ainetega minimaalne. Karjääri kogunev vesi moodustub karjääri mõjualasse jäävast põhjaveest ning sademete veest. Peamiseks saasteaineks, mis karjääris toimuvate tööde käigus võib vette sattuda, on kaevandatavast keskkonnast pärinev heljum (tolmu- ja saviosakesed). Kuna karjäärisüvendist puudub väljavool teistesse veekogudesse, ei ole oodata heljumi kandumist edasi pinnavele. Heljum settib välja karjäärisüvendis endis. Heljumi edasikandumine põhjavees on väga vähene, kuna põhjavee liikumiskiirused on tüüpiliselt kordi madalamad kui pinnavees ning tolmuosakesed settivad välja. Erandina on võimalik heljumi mõningane levik suuremates kivimilõhedes, kus vee liikumiskiirus sarnaneb pinnaveele.

Kasutades lõhketöödel veekindlaid ja vee sees lahustumatuid lõhkeaineid, mis ei eralda plahvatamisel mürgiseid gaase, ei reosta veealune kaevandamine põhjavett. Reostusohu pinna- ja põhjaveele võib tekkida karjäärimasinatate avarii korral kui kütus ja/või õli satub



läbi karbonaatkivimites olevate lõhede ja pragude põhjavette. Karjäärimasinate avariide ennetamiseks tuleb neid perioodiliselt kontrollida ja hooldada selleks ette nähtud hooldusplatsil, kus peavad olema õli kogumise ja tõrje vahendid. Leevendusmeetmete õigeaegsel rakendamisel on võimalik vältida pinna- ja põhjavee reostumist.

Ainult ettevaatusabinõude läbikukkumisel on võimalik naftaproduktide reostuse levik maapinnalt esimeses põhjaveekihi. Reostus leviks siis karjäärist edasi vastavalt põhjavee voolusuunale, mis on antud alal kirdesse ning kanduks Kõrvetaguse peakraavi, mis moodustab põhjavee väljavoolu. Reoainete kontsentratsioon väheneks järjepidevalt reoallikast allavoolu.

Juhul, kui kõigi piirkonnas paiknevate ja tulevaste karjääride kaevandamise tagajärjel kujuneb alale veekogu, ei tohiks kaevandamisest tekkiv heljumi hulk piirkonna põhjavee kvaliteeti mõjutada, sest veekogu oleks kinnine (veevoolu juhtimist teistes veekogudes ei ole).

### 8.1.2 Mõju pinna- ja põhjavee režiimile

Kuna karjäärist puudub väljavool, on kaevandamise mõju pinnavee režiimile väga vähenenud. Reljeefi muutuse tõttu võib karjääri enda piires ning selle lähimate meetrite raadiuses muutuda pindmise äravoolu suund. Võimalik mõju ümbritsevatele veekogudele avaldub põhiliselt läbi karjääris avatava põhjaveekihi.

Põhjaveetasemest kõrgemal lasuva maavaravaru kaevandamine mõjutab piirkonna põhjavett vähesel määral. Materjali eemaldamisel õheneb põhjavee aeratsioonivöönd, mille tõttu väheneb karjääri piires sademetest tulenev põhjaveekihi toitumine ja suureneb pindmise äravoolu osakaal. Kuna karjääride ala on aga võrreldes käsitletava põhjaveekihi levikualaga väga väike, on antud efektide mõju vaid marginaalne. Seetõttu puudutavad edasised arutlused vaid ajaperioodi, kui kaevandatakse veealust varu.

Kaevandamine põhjavee tasemest allpool võib mõnel määral mõjutada ümbritsevat veerežiimi, kuid kuna veetaset pumpamise abil ei alandata ja kaevandamine toimub osaliselt vee alt, on see mõju palju väiksem kui olukorras, kus karjäär lamamini kuivaks pumbatakse. Siiski on isegi ilma pumpamise või iseoolse kuivendamiseta on veealuse varu väljamine kontseptuaalselt põhjaveetasel langetav tegevus kolme erineva mehhanismi tõttu. Esimene neist tuleneb reljeefimuutusest ehk täpsemalt olukorrast, kus karjääri äärel langeb karjäärijärve veetase madalamale kui seal varasemalt olnud põhjaveetase, mis põhjustab karjääri külgedel olevate setete drenimise. Orava VI uuringuruumi ümbritsev reljeef jääb pärast maavara kaevandamist kõigil külgedel kõrgemaks kui praegune põhjaveetase, mille tõttu ei ole oodata reljeefist põhjustatud veetaseme langemist.

Teiseks peab veealuse sette välja tõstmisel tekkivat tühimikku täitma külgnevatest setetest sisse voolav vesi, st karjääris tekib nominaalne veekadu. Sarnase veekao tekitab ka suurenenud aurumine karjäärijärvelt võrreldes aurumisega maapinnalt enne karjääri avamist. Mõlemal puhul kompenseerivad veekadu karjäärile langevad sademed, karjääri valgalalt valguv pinnavesi ning külgnevatest setetest karjääri valguv põhjavesi, millest viimase komponendi suurenemine võib tähendada ka põhjaveetaseme langust väljaspool karjääri.

Maavara väljamisest tekkiv veekadu sõltub kaevandamise aastasest mahust ning kaevandatud materjalist nõrguva vee kogusest, mis tuleneb lubja- ja dolokivi poorsusest. Tekkivat veekadu ajaühikus (nominaalselt „vooluhulk“  $Q_1$ ) saab hinnata valemiga 8.1:

$$Q_1 = (1 - n) \times V \text{ [8.1]},$$

kus  $n$  on poorsus (konservatiivse eelduse kohaselt 2%; Marandi jt, 2019) ning  $V$  väljatava varu maht. Ümbritsevate Orava karjääride aasta keskmised tootmismahud varieeruvad aastaaruannete kohaselt vahemikus 8 000 - 67 000 m<sup>3</sup>. Võttes arvutusse konservatiivselt keskmiseks aasta kaevandamismahuks 67 000 m<sup>3</sup> ehk ~183 m<sup>3</sup>/ööpäevas tuleb varu väljamise tulemusel tekkiv veekadu ~179 m<sup>3</sup>/ööpäevas.

Suurenenud aurumisest tuleneva veekao ( $Q_2$ ) hindamine on raskendatud, kuna aurumine on varieeruv nähtus, mille tugevus sõltub oluliselt mikrokliimast, sh reljeefist, puude varjavast mõjust jms. Siinkohal hinnatakse seda siiski valemiga 8.2:

$$Q_2 = (W_{e2} - W_{e1}) \times S \text{ [8.2]},$$

kus  $W_{e1}$  on keskmine aurumine kuivalt maapinnalt: ~450 mm/a (Kink jt., 1998);  $W_{e2}$  on Männikjärve raba mõõtejaamas olevatelt laugastelt on mõõdetud aurumine 482 mm/a (Keskkonnaagentuur, 2025) ning  $S$  on veecaluse ploki pindala (24,95 ha). Seega on aurumisest tekkiv veekadu ~22 m<sup>3</sup>/ööpäevas. Alternatiivselt, kui aurumine veepeeglit oleks kuiva maapinnaga võrreldes 100 mm/a võrra suurem, oleks veekadu ~68 m<sup>3</sup>/ööpäevas.

Maavara väljamisest ja suurenevast aurumisest tekkivat summaarset veekadu ~201 m<sup>3</sup>/ööpäevas (või suurema aurumise stsenaariumis ~247 m<sup>3</sup>/ööpäevas) tasakaalustavad pikema ajaperioodi vaates esmalt karjäärile langevad sademed ning karjääri valgalalt lähtuv sademevee pindmine äravool, seejärel külgnevatelt aladelt lähtuv põhjavesi. Karjäärile langevaid sademeid ( $Q_3$ ) saab arvutada lähtuvalt valemist 8.3:

$$Q_3 = (W_p - W_e) \times S \text{ [8.3]},$$

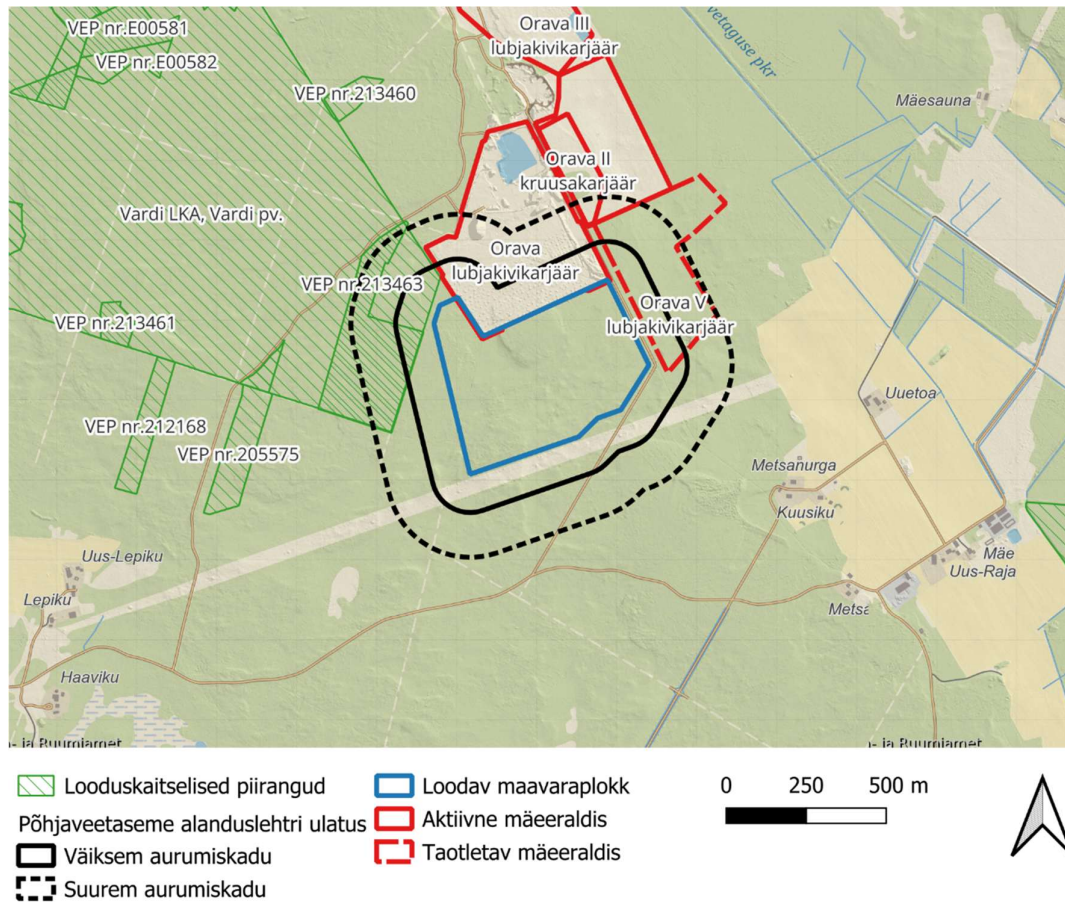
kus  $W_p$  on sademete hulk (Kuusiku meteoroloogiajaama 1991-2020 kliimanormi kohaselt 730 mm/a; Keskkonnaagentuur) ja  $W_e$  on aurumine (Männikjärve laugastelt mõõdetud 482 mm/a; Keskkonnaagentuur, 2025). Tulemuseks on sademete poolt lähtuv potentsiaalselt põhjaveekihti toitev vooluhulk ~170 m<sup>3</sup>/ööpäevas.

Seega, kuigi valdava osa veekaost kompenseerivad karjäärile langevad sademed, peab mingil määral veekadu tasakaalustama ka külgnevast piirkonnast valguv pinnavesi või põhjavesi. Kuna karjäär asub kõviku lael, ei valgu sinna pinnavett ümbritsevalt maapinnalt. Seega arvestame selle asemel, et ~31 m<sup>3</sup>/ööpäevas (või 77 m<sup>3</sup>/ööpäevas suurema aurumise puhul) kompenseerib külgnevatest setetest valguv põhjavesi.

Tasakaalulise põhjaveevoolu olukorras määrab (lihtsustatud lähenemises) põhjavee alanduslehtri ulatuse vajamineva vooluhulga ja põhjavee toitumismäära suhe. Orava VI uuringuruumi piirkonnas on põhjavee toitumismääraks hinnatud ~38 mm/a (Hunt jt. 2024) või ~60 mm/a (Vallner 2002). Lähtudes konservatiivselt väiksemast toitumismäärast, tekib veekadu kompenseeriv põhjavee hulk ~30 ha suuruselt alalt (või suurema aurumismäära puhul ~74 ha), mida võib nimetada siinkohal põhjavee toitealaks.

Vastavaks toitealaks piisab nt ~120 m raadiusega tsoonist karjääri ümber (suurema aurumise puhul ~260 m raadiusega tsoonist), mida võib pidada ühtlasi ka alanduslehtri maksimaalseks ulatuseks (joonis 8.1).

Võimaliku alanduslehtri piiresse jääb seega osaliselt Vardi kaitseala lääneserv. Lähimate majapidamisteni, mis asuvad enam kui 500 m karjääri piirist, võimalik veetaseme alanduse mõju ei ulatu. Alanduslehter ühtib alalt põhja suunas asuvate karjääridega ning moodustab reaalsuses nendega ühise alanduslehtri, kuid selle tulemusel ei laiene siin hinnatud mõju ulatus lääne, ida, või lõuna suunas.



Joonis 8.1. Maavaraplokk ning selle ümber tekkiv teoreetiline põhjaveetaseme alanduse mõjuraadius kahe erineva aurumise stsenaariumi puhul. Alus: Maa- ja Ruumiamet 2025

Siin toodud mõjuraadiused on suuresti ülehinnangud. Tegelikuses ei kompenseeri kogu maavara väljamisest ja suurenenud aurumisest tekkivat veekadu üksnes karjääri külgnelatelt aladelt valguv põhjavesi, vaid suuresti vähendab valguva põhjavee vajalikku kogust ka veetaseme langus karjääri alal, mille tõttu väheneb vee alt väljatud materjali hulk. Teisalt alaneb põhjavee tase alanduslehtri piires suuresti vaid sentimeetrite võrra ja on seega tegelikuses märkamatu. Tajutav mõju põhjaveetasemetele ulatub sel juhul tõenäoliselt vaid mõnede kuni kümnete meetrite kaugusele karjääride piiridest.

Analoogia võiks tuua Orava karjääri, mille karjäärijärve veetase on lidar-mõõdistamise alusel 51 m abs, võrrelduna ala geoloogilises uuringus hinnatud keskmise põhjaveetasemega 50,7 m (Kukk jt, 2015). Seega ei ole veealuse kaevandamise tulemusel

veetase karjääri alal reaalsuses märgatavalt muutunud. Tõenäoliselt ei saa seega olema olulist mõju veetasemetele ka Orava VI uuringuruumi rajatud karjääril.

Tegelik põhjaveetase on piirkonnas kõikuv sõltudes ilmastikust (sademed, aurumine) ning karjääri tõttu tekkiv põhjaveetaseme alanduslehter muutub vastavalt mäetööde arengule (millises karjääri osas kaevandatakse, kui intensiivselt). Alanduslehter kujuneb välja pigem lühiajaliselt intensiivse mäetöö perioodi jooksul ning veetase taastub pärast selle lõppu. Samuti ei kujune alanduslehter tõenäoliselt täielikult sümmeetriliselt ümber karjääri, vaid on teatud suundades märkimisväärses kui teistes.

## 9. VARU ARVUTUS

Geoloogilise uuringu tulemusel arvutati Orava VI uuringuruumi ehituslubjakivi varu uuringuruumi teenindusala 24,95 ha pindalal. Varuplokist jäeti välja uuringuruumi kaguosas paiknev II kaitsekategooria liigi elupaik ja Vardi looduskaitsealale jäeti 25 m ulatuses kaitsetsoon. Maavara säästvast kasutusest lähtuvalt liideti varuplokki Orava VI uuringuruumi ja Orava kruusakarjääri vaheline kitsas maariba, vältimaks varuta ala tekkimist 5 - 10 m laiusele maa-alale. Sellest tulenevalt asuvad moodustatud lubjakivi varuplokid osaliselt täitekruusa aktiivse tarbevaru plokki 1 all. Loodeosas kattuvad plokid osaliselt (0,0029 ha ulatuses) ehituslubjakivi prognoosvaru plokiga 2. See pindala lülitatakse uute moodustataivate plokkide koosseisu, varu maht plokis 2 P ei vähene ja pindala jääb samaks 34,8 ha.

Maavaravaru ja katendi 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 ala 2025. a septembri topograafilise mõõdistamise andmeid;
- kasuliku kihi lasumi mudel – monoliidse lubjakivi lasumi kontuurimisel on kasutatud alale ja lähedusse jäävate puuraukude andmeid, mis on ära toodud puuraukude kataloogis (Lisa 2).
- varu arvutuse lamami mudel - lamami modelleerimisel on kasutatud puuraukude andmeid. Veepealse ja -aluse varu piiriks on puuraukudes mõõdetud uuringuaegne keskmine põhjavee tase abs 49,9 m. Veealuse aktiivse tarbevaru lamamiks on kaevandaja soovil keskmisest veetasemest 7,5 m allpool (abs 42,4 m), et kivimi väljamiseks rakendada veealust kaevandamisviisi ilma veetaset alandamata.

Orava VI uuringuruumis hinnatud varu esitatakse kinnitamiseks Orava lubjakivimaardla koosseisu. Plokkide numeratsiooni jätkatakse maardlas arvel olevatest plokkidest. Plokkide koordinaadid on kantud graafilisele lisale 2 ja toodud elektroonilises lisas 3. Varu arvutus on esitatud lisas 7. Varu esitatakse kinnitamiseks seisuga 01.12.2025. a.

### 9.1. Ploki 14 aT varu

Ploki 14 maavaraks on madalamargiline ehituslubjakivi ja see jääb uuringuaegsest põhjavee tasemest (abs 49,9 m) kõrgemale. Ploki 14 lasumiks on monoliidse aluspõhja pealispind, mis jääb puuraukude andmeil 51,5 - 53,0 m abs kõrguste vahemikku. Ploki 14 pindala on 24,95 ha. Kasuliku kihi veepealse osa paksus jääb puuraukude põhjal 1,6 - 3,1 m vahemikku.

Plokk 14 madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru on kokku 725 tuh m<sup>3</sup>, kasuliku kihi keskmine paksus:

$$725 \text{ tuh m}^3 \div 24,95 \text{ ha} = 2,9 \text{ m.}$$

Ploki 14 katendiks on kasvukiht, kohati ala loode osas õhukese kihina orgaanikat sisaldav savikas kruus ja enamuses rähkne paelahmakatest koosnev moreen. Katendi hulka on ka arvestatud aluspõhja ülemine murenenud osa. Kuna moodustatud lubjakivi varuplokid lasuvad osaliselt täitekruusa aktiivse tarbevaru ploki 1, seega arvestatav katendi pindala käesoleva uuringu raames on väiksem kui moodustatud ploki pindala.

Katendi maht on 813 tuh m<sup>3</sup>.

Kattekihi keskmine paksus on 3,3 m ( $813 \text{ tuh m}^3 \div 24,75 \text{ ha} = 3,3 \text{ m}$ ), sealhulgas kasvukihil 0,3 m.

## 9.2. Ploki 15 aT varu

Ploki 15 maavaraks on madalamargiline ehituslubjakivi ja see jääb uuringuaegsest põhjavee tasemest (abs 49,9 m) allapoole. Kuna mäetehniliselt on kaevandamisel lihtsam järgida ühte püsivat taset, on ploki lamamiks võetud horisontaaltasapind abs kõrgusel 42,4 m, s.o pind, mis jääb uuringuaegsest (29.07.2025) põhjavee keskmisest tasemest 7,5 m madalamale. Abs kõrgus 42,4 m on ka lähedusse jäävate Orava IV lubjakivikarjääri ja taotletava Orava V lubjakivikarjääri mäeeraldise lamami kõrgus.

Ploki 15 pindala on 24,95 ha.

Ploki 15 aT madalamargilise ehituslubjakivi varu on 1871 tuh m<sup>3</sup> ning keskmine paksus:

$$1871 \text{ tuh m}^3 / 24,95 \text{ ha} = 7,5 \text{ m}.$$

Tabel 9.1. Varu arvutuse koondtabel.

Ploki nr, pindala	Maavara nimetus	Katendi maht, tuh m <sup>3</sup> / keskmine paksus, m	Maavaravaru, tuh m <sup>3</sup> / keskmine paksus, m
14 aT, 24,95 ha	madalamargiline ehituslubjakivi	820 / 3,3	725 / 2,9
15 aT, 24,95 ha	madalamargiline ehituslubjakivi		1871 / 7,5
<b>Kokku Plokk 14 aT/15 aT, 24,95 ha</b>		<b>820 / 3,3</b>	<b>2596 / 10,4</b>

Eesti Geoloogiateenistusele esitatakse kinnitamiseks täiendavat Orava lubjakivimaardla varu järgmiselt (seisuga 01.12.2025):

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,95 ha pindalal 725 tuh m<sup>3</sup> (plokk 14, kogumahus veepealne);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,95 ha pindalal 1871 tuh m<sup>3</sup> (plokk 15, kogumahus veealune, ploki 14 lamamis).

## 10. KOKKUVÕTE

Orava VI uuringuruumi geoloogiline uuring tehti OÜ Merko Kaevandused tellimisel. Uuringuala pindala on 24,77 ha. Uuringuala asub Rapla maakonnas Märjamaa vallas Vaimõisa külas, hõlmates osaliselt kinnistut Vardi metskond 34 (katastritunnus 50401:001:0342).

Töö eesmärgiks oli uurida maaüksusel lasuvaid maavarasid ja nende kvaliteeti detailsusega, mis lubab hinnata maavara aktiivse tarbevaruna ning võimaldab hiljem taotleda alale maavara kaevandamisluba.

Tööde käigus rajati uuringuruumi 4 puurauku sügavusega kuni 15 m, millest võeti proovid materjali keemilise koostise ja füüsikalise-mehhaaniliste omaduste hindamiseks. Lisaks rajati 14 kaevandit, et täpsustada uuritava maavara kattekihi paksust ja mahtu.

Uuringuruumi kasulik kiht on esindatud Alam-Siluri Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu ja Tammiku kihistiku ning Varbola kihistu ülaosas lasuva lubjakiviga. Uuringuruumi lääneosas esineb ka Raikküla lademe Raikküla kihistu lubjakivi.

Geoloogilise uuringu tulemusena arvutati Orava VI uuringuruumi ehituslubjakivi varu uuringuruumi teenindusalal ja väljaspool teenindusala 24,95 ha pindalal, vertikaalses lõikes kahes plokis - plokk 14 aT ja 15 aT. Varuplokist jäeti välja uuringuruumi kaguosas paiknev II kaitsekategooria liigi elupaik ja Vardi looduskaitsealale jäeti 25 m ulatuses kaitsetsoon. Maavara säästvast kasutusest lähtuvalt liideti varuplokki Orava VI uuringuruumi ja Orava kruusakarjääri vaheline kitsas maariba, vältimaks varuta ala tekkimist 5 - 10 m laiusele maa-alale.

Ploki 14 aT lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 31 (kategooria LA35), külmakindlus keskmiselt 2,1% (kategooria F4), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Kasuliku kihi keskmine paksus on plokis 2,9 m. Lubjakivi varu arvutati ülevalpool uuringuaegset keskmist põhjaveetasest abs kõrgus 49,9 m.

Ploki 15 aT lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 31 (kategooria LA35), külmakindlus keskmiselt 1,6% (kategooria F2), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Lubjakivi varu arvutati allpool uuringuaegset keskmist põhjaveetasest 7,5 m paksuselt abs kõrguseni 42,4 m.

Eesti Geoloogiateenistusele tehakse ettepanek liita Orava VI uuringuruumi piires hinnatud varu Orava lubjakivimaardla koosseisu (registrikaart 585), milles võtta maavaravaru arvele seisuga 01.12.2025 järgmiselt:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,95 ha pindalal 725 tuh m<sup>3</sup> (plokk 14, kogumahus veepealne);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,95 ha pindalal 1871 tuh m<sup>3</sup> (plokk 15, kogumahus veealune, ploki 14 lamamis).

## 11. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Brutus, A., J. Jänes, J., 1985. Aruanne ehituslubjakivide otsingutest Rapla rajoonis. MN Eesti NSV Geoloogia Valitsus. Keila, 1985. EGF 4145.
2. Kajak, M., 1990. Orava ja Pajaka kruusliiva maardlate eel- ja detailuuring Rapla maakonnas. TK Eesti Geoloogia. EGF 4411.
3. Kask, A., 2019. Geoloogilised uuringud Orava III uuringuruumis (varu seisuga 08.05.2019). AS TREV-2 Grupp. EGF 9117.
4. Kask, A., 2024. Mäeeraldise Orava III lubjakivikarjäär lasumi kõrguse korrigeerimine ja varu arvutus (varu arvutatud 18.09.2024. a). AS TREV-2 Grupp. EGF 9915.
5. Keskkonnaministri 17. detsember 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.
6. Keskkonnaministri määrus 01.10.2019 nr 48 „Põhjaveekogumite nimekiri ja nende eristamise kord, seisundiklassid ja nende määramise kord, seisundiklassidele vastavad keemilise seisundi määramiseks kasutatavate kvaliteedinäitajate väärtused ja koguselise seisundi määramiseks kasutatavate näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende sisalduse läviväärtused põhjaveekogumite kaupa ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees ning taustataseme määramise põhimõtted“ RT I, 02.10.2019, 5
7. Kukk, M., 2019. Aruanne Orava kruusamaardla Orava lubjakivikarjääris tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 30.09.2019. a). Mäebüroo Nord OÜ. Tallinn, 2019. EGF 9306.
8. Kukk, M., Jassik, E., 2015. Aruanne Orava kruusamaardla Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu kohta (varud seisuga 28.08.2014. a). Mäebüroo Nord OÜ. Tallinn, 2015. EGF 8680.
9. Maavarade registri registrikaart nr 585.
10. Männik, M., Vahtra, T., Raidla, V., Polikarpus, M., Habicht, H.-L., 2020. Seletuskiri Rapla (6314) ja Järvakandi (6312) hüdrogeoloogilistele ja põhjavee kaitstuse kaartidele M 1:50 000. Eesti Geoloogiateenistus. Rakvere 2020. EGF 9350.
11. Marandi, A., Osjamets, M., Polikarpus, M., Pärn, J., Raidla, V., Tarros, S., Vallner, L., 2019. Põhjaveekogumite piiride kirjeldamine, koormusallikate hindamine ja hüdrogeoloogiliste kontseptuaalsete mudelite koostamine. Eesti Geoloogiateenistus, EGF:9110 Rakvere.
12. Potagin, C., Nirgi, T., 2023. Aruanne Rapla maakonnas Orava V uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 01.01.2023). OÜ J.Viru Markseideribüroo. EGF 9776.



13. Sinisalu, R., 1984. Lääne-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Eesti NSV Geoloogia Valitsus. EGF 4081.
14. Tuuling, T., Paat, K. 2021. Orava kruusamaardla Orava IV uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.04.2021). OÜ Inseneribüroo STEIGER. EGF 9503.
15. Veeseadus. Vastu võetud 30.01.2019. RT I, 22.02.2019, 1