

OÜ Inseneribüroo STEIGER

Rapla maakonna Põlli III uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.03.2026)

Töö nr 26/5393

Tallinn 2026

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/

Hendrik Klaas
mäeinsener

/allkirjastatud digitaalselt/

Kaja Paat
joonestaja

/allkirjastatud digitaalselt/

ANNOTATSIOON

Rapla maakonna Põlli III uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.03.2026).

Aruanne ühes köites, teksti 34 lk, 14 tekstilisa, 2 graafilist lisa, 4 elektroonilist lisa. OÜ Inseneribüroo STEIGER, aadress: Männiku tee 104/1, 11216 Tallinn, 2026.

Põlli III uuringuruumi geoloogiline uuring tehti Dozerland OÜ tellimisel. Uuringuala pindala on 37,42 ha ja see asub Rapla maakonnas Märjamaa vallas Põlli 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 5 puurauku sügavusega kuni 21,6 m, millest võeti proovid materjali keemilise koostise ja füüsikalise-mehhaaniliste omaduste hindamiseks.

Uuringuruumi kasulik kiht on esindatud Alam-Siluri Raikküla lademe Raikküla kihistu, Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu ja Tammiku kihistiku ning Varbola kihistu lubjakiviga.

Geoloogilise uuringu tulemusena arvutati Põlli III uuringuruumi ehituslubjakivi varu uuringuruumi teenindusala 24,67 ha pindalal, vertikaalses lõikes kahes plokis - plokki 16 aT ja 17 aT. Varuplokkid kontuuriti väljapoole uuringuruumi lääne- ja lõunaosas paiknevast Vardi looduskaitsealast, lääneosas paiknevast vääriselupaigast ja ~300 m kaugusele lähimast majapidamisest Kullassaare kinnistul.

Ploki 16 aT lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 33 (kategooria LA35), külmakindlus (kaalukadu) keskmiselt 2,7% (kategooria F4), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Kasuliku kihi keskmine paksus on plokis 10,4 m. Lubjakivi varu arvutati ülevalpool uuringuagset keskmist põhjaveetasest abs kõrgus 49,1 m. Ploki 17 aT lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 30 (kategooria LA30), külmakindlus (kaalukadu) keskmiselt 2,5% (kategooria F4), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Lubjakivi varu arvutati allpool uuringuagset keskmist põhjaveetasest 2,5 m paksuselt abs kõrguseni 46,6 m.

Eesti Geoloogiateenistusele tehakse ettepanek liita Põlli III uuringuruumi piires hinnatud varu Orava lubjakivimaardla koosseisu (registrikaart 585), milles võtta maavaravaru arvele seisuga 01.03.2026 järgmiselt:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,67 ha pindalal 2568 tuh m³ (plokk 16, kogumahu veepealne);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,67 ha pindalal 617 tuh m³ (plokk 17, kogumahu veealune, ploki 16 lamamis).

Võtmesõnad: geoloogiline uuring, Dozerland OÜ, Rapla maakond, Märjamaa vald, Orava lubjakivimaardla, puuraugud, lubjakivi, madalamargiline ehituslubjakivi, aktiivne tarbevaru.

Koostas:

Mairy Tammekänd

SISUKORD

ANNOTATSIOON	3
SISUKORD	4
1. SISSEJUHATUS	6
2. UURINGUPIIRKONNA ÜLDISELOOMUSTUS.....	7
3. GEOLOOGILINE UURITUS.....	10
4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT	11
4.1. Välitööd.....	11
4.2. Puursüdamiku kirjeldamine ja laboratoorsed tööd.....	12
4.3. Hüdrogeoloogilised tööd	13
4.4. Topograafilised tööd	13
4.5. Kameraaltööd	13
4.6. Geoloogiliste tööde mõju keskkonnale	13
5. GEOLOOGILINE EHITUS	15
6. MAAVARA KVALITEET	19
7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED	22
7.1. Üldandmed	22
7.2. Hüdrogeoloogiline üldiseloomustus.....	22
8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED	24
8.1. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang	25
8.1.1. Mõju põhja- ja pinnavee keemilisele koostisele	25
8.1.2 Mõju pinna- ja põhjavee režiimile	26
9. VARU ARVUTUS.....	30
9.1. Ploki 16 aT varu	31
9.2. Ploki 17 aT varu	31
10. KOKKUVÕTE	32
11. KASUTATUD KIRJANDUS	33

TEKSTILISAD

1. Geoloogilise uuringu luba L.MU/523275	35
2. Puuraukude kataloog	37
3. Proovide kataloog	39
4. Puuraukude geoloogilised kirjeldused.....	40
5. AS Teede Tehnokeskus laboriprotokollid	45
6. Lubjakivi füüs-meh omaduste ja keemilise koostise keskmiste arvutused	48
7. Varu arvutuse tulemused	49
8. Topograafilise mõõdistamise seletuskiri	50
9. Puuraukude likvideerimise akt	51
10. KKA korraldus maa osalise korrastamise kohta	54
11. RKIK kooskõlastus.....	56
12. RMK kooskõlastus	57
13. Tellija arvamus	69
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 : 200 (.pdf .tif).

ELEKTROONILISED LISAD

1. Isojooned_ploki 16 lasum_EH2000.dgn
2. Plokkide 16 ja 17 piir.dgn
3. Piiripunktid (plokkide 16 ja 17 piir).xls
4. Puursüdamike fotod.jpg

1. SISSEJUHATUS

Geoloogiline uuring Põlli III uuringuruumis tehti Dozerland OÜ tellimisel. 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 14.03.2025. a korralduse nr DM-130183-16 alusel väljastati Dozerland OÜ-le Põlli III uuringuruumi geoloogilise uuringu luba L.MU/523275 kehtivusajaga viis aastat (Lisa 1). Geoloogilise uuringu tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER.

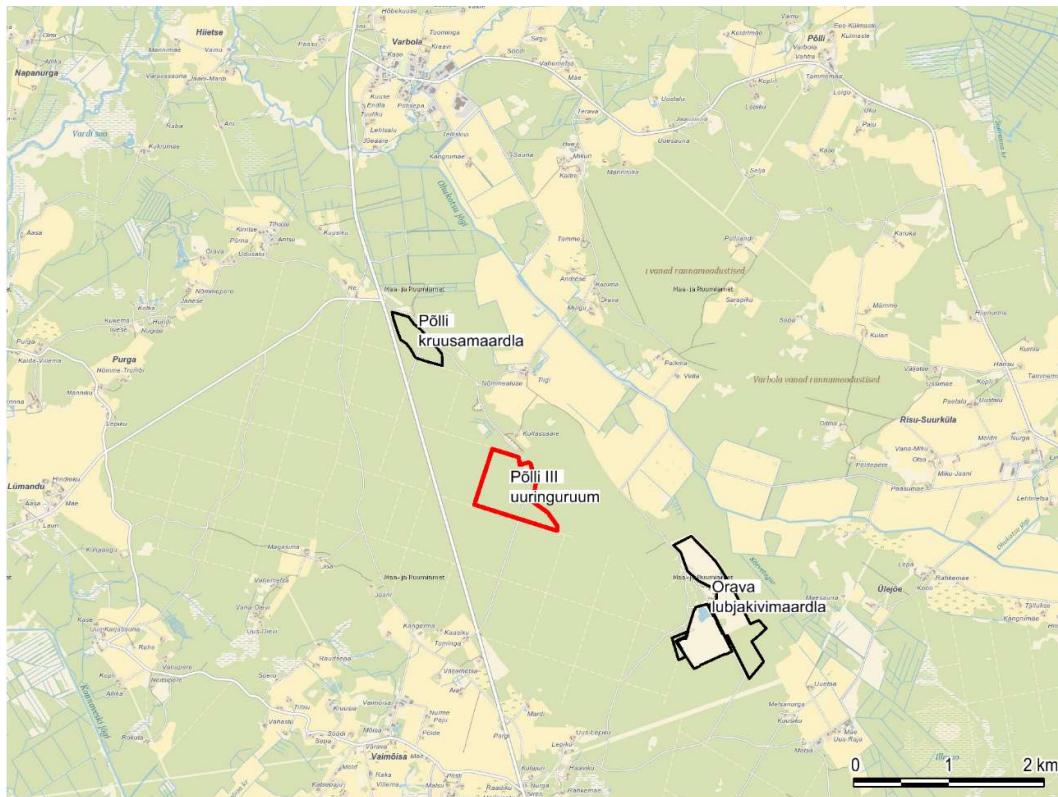
Välitööl 2025. a septembris rajati uuringuruumi puurmasinaga 5 puurauku, millest võeti proovid materjali keemilise koostise ja füüsikalise-mehhaaniliste omaduste määramiseks. Laboratoorsed tööd tehti AS Teede Tehnokeskus laboratooriumis. Uuringuala mõõdistati instrumentaalselt, mille alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000. Topograafilised tööd tegi OÜ Inseneribüroo STEIGER.

Geoloogilise uuringu välitööd tegi geoloogiainsener Sven Siir, hüdroteoloogilise hinnangu koostasid hüdroteoloogid Lizet Tüvi ja Kaarel Mänd, mäenduslikud tingimused mäeinsener Hendrik Klaas ning uuringuaruande geoloogiainsener Mairi Tammejärv. Topograafilise mõõdistamise tegi 2025. a novembris 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

Põlli III uuringuruumi teenindusala pindalaga 37,42 ha asub Rapla maakonnas Märjamaa vallas Põlli 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. Põlli III uuringuruum asub Märjamaa alevikust ~9 km kaugusel põhja pool jäädes ~350 m kaugusele idasuunda Tallinna-Pärnu-Ikla põhimaantee nr 4. Uuringuruumi keskpunkti geograafilised koordinaadid on 59°00'58" pl ja 24°47'24" ip (Eesti baaskaart M 1:50 000 leht nr 6314 Rapla) (Joonised 2.1 ja 2.2).

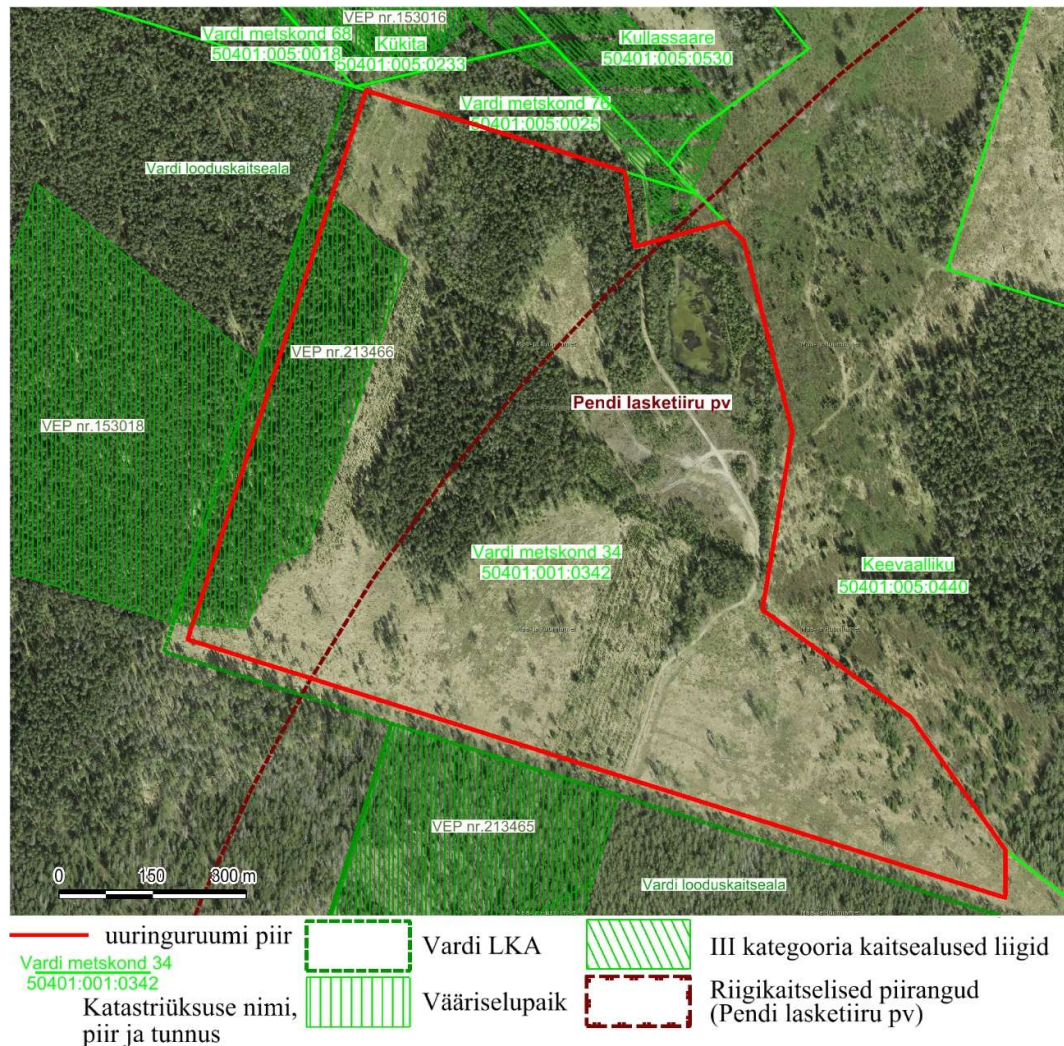


Joonis 2.1. Põlli III uuringuruumi asukoha plaan. Plaani koostamisel on kasutatud Maa- ja Ruumiameti kaardirakendust.

Põlli III uuringuruumi teenindusala piirneb põhja poolt katastriüksusega Vardi metskond 76 (50401:005:0025), idast katastriüksusega Keevaalliku (50401:005:0440) ning ülejäänud suundades jätkub katastriüksus Vardi metskond 34 (50401:001:0342), mis omakorda lääne suunas piirneb katastriüksusega 4 Tallinn-Pärnu-Ikla tee (50401:005:0011).

Põlli III uuringuruumi keskosa läbib põhja-lõuna suunaliselt Kükita-Kangermaa kruusakattega metsatee nr 5040516. Geoloogilise uuringu välitööd ei mõjutanud nimetatud tee seisundit ja kasutamist. Riigimetsa Majandamise Keskus kooskõlastas maavaravaru arvele võtmise (Lisa 12). Põlli III uuringuruumi idaosa kattub riigikaitse ehitise (Pendi lasketiir) piiranguvööndiga (id 3714794). Maavara varu arvele võtmine piiranguvööndis kooskõlastati Riigi Kaitseinvesteeringute Keskusega (Lisa 11).

Põlli III uuringuruumi lääne ja lõuna servad jäävad ~20 m kaugusele ning piiripunktist 2 kaugusele ~6,5 m Vardi looduskaitsealast (vid KLO1000156). Põlli III uuringuruumi teenindusala piiripunktist 3 põhja suunas ~12 m kaugusel asub III kaitsekategooria loomaliigi *Leucorrhinia pectoralis* (suur-rabakiil, väline tunnus KLO9200720) elupaik. Uuringuruumi teenindusala piiripunktist 2 põhja suunas ~35 m kaugusel asub III kaitsekategooria taimeliigi *Gymnadenia conopsea* (harilik käoraamat, väline tunnus KLO9303748), *Listera ovata* (suur käopõll, väline tunnus KLO9303746), *Epipactis helleborine* (laialehine neiuvaip, väline tunnus KLO9303747) kasvukohad ja vääriselupaik VEP nr 153016. Uuringuruumi teenindusala piiripunktist 1 lääne suunda ~23 m kaugusele jäävad vääriselupaik VEP nr 153018.



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

Põlli III uuringuruumi teenindusala piires puuduvad avalikus kasutuses olevad tehnovõrgud. Lisaks puuduvad uuringuruumis ajaloolised, kultuuriloolised ning arheoloogilised väärtused. Põlli III uuringuruumi teenindusosalal ei paikne ühtegi hoonet. Lähim majapidamine jääb uuringuruumist põhja suunda ~200 m kaugusele Kullassaare kinnistule (50401:005:0530) (moodustatud varuplokist ~300 m kaugusele).

Põlli III uuringuruumi maapinna reljeef on suhteliselt tasane, olles kõrgem ala keskosas. Maapinna abs kõrgused on vahemikus 57 - 66 m. Uuringuruum on osaliselt kaetud metsaga ja osaliselt lage. Metsakoosluses esineb erineva arenguklassiga kuuske, kaske, mändi.



Foto 2.1. Kuusenoorendik Põlli III uuringuruumi keskosas PA-2/25 läheduses (Foto: S. Siir, 22.09.2025).

Põlli III uuringuruumi teenindusalal ei ole kattumist maavarade registris arvel oleva maavaravaruga. Uuringuruumist ~1 km kaugusel loode suunda jääb Põlli kruusamaardla (reg kaart nr 1031) üldpindalaga 12,79 ha ning ~1,2 km kaugusel kagu suunda jääb Orava lubjakivimaardla (reg kaart nr 585) üldpindalaga 86,95 ha. Lähimate maardlate paiknemine on illustreeritud joonisel 2.1. Kuna Põlli III uuringuruumis uurimisalune maavara on lubjakivi, siis hinnatakse uuringuruumis hinnatud varu Orava lubjakivimaardla koosseisu. Orava lubjakivimaardlas on maavarade registri arvel varu järgmiselt:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 5879,665 tuh m³ ja aktiivset reservvaru 617 tuh m³ (seisuga 31.03.2026. a);
- ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 1222,083 tuh m³, aktiivset reservvaru 448 tuh m³ ja prognoosvaru 5046 tuh m³ (seisuga 13.04.2026. a);
- ehituskruusa aktiivset tarbevaru 152,03 tuh m³ (seisuga 01.04.2021. a).

Orava lubjakivimaardlas 5 aktiivset mäeeraldist:

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);
5. Orava V lubjakivikarjäär (KL-521649, OÜ Laaseri Puit, kehtiv kuni 06.04.2056).

3. GEOLOOGILINE UURITUS

Põlli III uuringuruumi teenindusalal varem sihtotstarbelisi geoloogilisi uuringuid tehtud ei ole. Lähimad maardlad on ~1 km kaugusel loode suunas Põlli kruusamaardla (reg kaart nr 1031) ja ~1,2 km kaugusel kagu suunas Orava lubjakivimaardla (reg kaart nr 585).

Kuna Põlli III uuringuruumis uurimisalune maavara on lubjakivi, siis hinnatakse uuringuruumis hinnatud varu Orava lubjakivimaardla koosseisu.

Orava lubjakivimaardlas on maavara geoloogilisi uuringuid tehtud mitmel korral:

- Sinisalu, R. 1984. Lääne-Eesti kruusliiva ja liiva otsingulis-hinnanguliste tööde aruanne. Eesti NSV Geoloogia Valitsus. EGF 4081;
- Kajak, M. 1990. Orava ja Pajaka kruusliiva maardlate eel- ja detailuuring Rapla maakonnas. TK Eesti Geoloogia. EGF 4411;
- Kukk, M., jt. 2015. Aruanne Orava kruusamaardla Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu kohta (varud seisuga 28.08.2014.a). Mäebüroo Nord OÜ. EGF 8680;
- Kukk, M. 2019. Aruanne Orava kruusamaardla Orava lubjakivikarjääris tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 30.09.2019). Mäebüroo Nord OÜ. EGF 9306;
- Kask, A. 2019. Geoloogilised uuringud Orava III uuringuruumis (varu seisuga 08.05.2019). AS TREV-2 Grupp. EGF 9117;
- Tuuling, T., jt. 2021. Orava kruusamaardla Orava IV uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.04.2021). OÜ Inseneribüroo STEIGER. EGF 9503;
- Potagin, C., jt. 2023. Aruanne Rapla maakonnas Orava V uuringuruumis tehtud geoloogiliste tööde kohta (varu seisuga 01.01.2023). OÜ J. Viru Markšiederibüroo. EGF 9776;
- Kask, A. 2024. Mäeeraldis Orava III lubjakivikarjäär lasumi kõrguse korrigeerimine ja varu arvutus (varu arvutatud 18.09.2024. a). AS TREV-2 Grupp. EGF 9915;
- Tammekänd, M., jt. 2025. Orava lubjakivimaardla Orava VI uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.12.2025). OÜ Inseneribüroo STEIGER. EGF 47400.

Orava maardla geoloogiliste uuringute käigus rajatud uuringupunktide asukohad ei ulatu Põlli III uuringuruumi piirkonda, seega detailsemalt loetletud uuringuid ei käsitleta.

4. UURINGUMETOODIKA JA MAHT

Keskkonnaameti 14.03.2025. a korralduse nr DM-130183-16 alusel väljastatud geoloogilise uuringu loas nr L.MU/523275 (kehtivusajaga 14.03.2025 - 14.03.2030) on lubatud Põlli III uuringuruumis kaevata kuni 35 kaevandit ning puurida kuni 35 puurauku sügavusega kuni 25 meetrit.

Geoloogilise uuringu metoodikas 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 septembris (Foto 4.1). 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 oli 100%. Puurimise diameeter kvaternaarisetetes oli 144 mm ja karbonaatkivimites 123 mm. Puuraugu püsivuse tagamiseks ja purdsetete sissevarisemise vältimiseks puuraugud kvaternaarisetete osas manteldati. Puuriti 5 puurauku sügavusega 15,6 - 21,6 m (kokku 84,0 m). Puuraukude vaheline kaugus oli 260 - 350 m.



Foto 4.1. Puuraugu PA-5/25 rajamine Põlli III uuringuruumis. (Foto: S. Siir, 25.09.2025).

Kuna kvaternaarisetete paksus oli puuraukudes väike ning olles esindatud valdavalt moreeniga, siis kaevandeid uuringuruumi ei rajatud ja kvaternaarisetteid eraldi ei uuritud.

Puuraugud jäeti avatuks pikemaajalise seire eesmärgil ning likvideeritakse hiljemalt enne geoloogilise uuringu loa lõppemist (14.03.2030) või kantakse seirekaevuna Eesti Looduse Infosüsteemi. Puuraugud on suletud spetsiaalse sulguriga, vältimaks kõrvaliste isikute ligipääsu ja tekitamaks ohtu väiksematele metsloomadele/lindudele (Foto 4.2). Puuraukude avatuks jätmise kohta saadi Keskkonnaametilt kooskõlastus (Lisa 10)



Foto 4.2. Ajutiselt avatuks jäetud puurauk PA-2/25 Põlli III uuringuruumis. (Foto: S. Siir, 22.09.2025).

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 AS Teede Tehnokeskus laboratooriumis. 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 ja võeti litoloogiliste erimite kaupa Raikküla kihistu, Karinu ja Tammiku kihistiku ning Varbola kihistu osas. Kokku võeti 20 proovi killustiku purunemis- ja külmakindluse määramiseks. Proovimise intervallid jäid 2,1 - 6,2 m vahemikku, keskmine proovipikkus oli 3,8 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.

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. Põlli III uuringuruumis võeti proovid kivimi keemiliseks analüüsiks

kolmest puuraugust – PA-2/25, PA-3/25, PA-4/25. Puuraugu valikul arvestati sellega, et uuringuruum saaks pindalaliselt koos varasemate puuraukudega võimalikult ühtlaselt iseloomustatud. Kokku võeti 15 proovi. Proovimise intervallid jäid 1,9 - 4,4 m vahemikku, keskmine proovipikkus oli 2,7 m. Kivimi keemilised analüüsid tehti AS-i Teede Tehnokeskus laboratooriumis (akrediteerimistunnistus L036) ja analüüside tulemused on toodud tekstilis 5.

4.3. Hüdrogeoloogilised tööd

Hüdrogeoloogilistest töödest tehti veetasemete mõõtmised rajatud puuraukudes. Kuna Orava lubjakivimaardla karjäärides toimub kaevandamine vee alt ilma veetaset alandamata, siis ka Põlli III uuringuruumis kaevandamise korral toimuks see eelduste kohaselt sarnase tehnoloogiaga. Seepärast katsepumpamist uuringu raames ei tehtud. Detailselt on piirkonna hüdrogeoloogilisi ja hüdroloogilisi tingimusi kirjeldatud 2015. a Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Kukk jt, 2015), Orava IV uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Tuuling jt, 2021) ja Orava VI uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Tammekänd jt, 2026), 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 novembris OÜ Inseneribüroo STEIGER, mille alusel koostati topograafiline plaan mõõtkavas 1 : 2000. Mõõdistamine tehti reaalarajas 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. Geoloogilise uuringu tegemisel lähtuti keskkonnaministri 17.12.2018. a määrusest nr 52.

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

Põlli III 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.

Puuraugud jäeti avatuks pikemaajalise seire eesmärgil ning likvideeritakse hiljemalt enne geoloogilise uuringu loa lõppemist (14.03.2030. a) või kantakse seirekaevuna Eesti Looduse Infosüsteemi. Puuraugud on suletud spetsiaalse sulguriga, vältimaks kõrvaliste isikute ligipääsu ja tekitamaks ohtu väiksematele metsloomadele/lindudele. Puuraukude avatuks jätmise kohta saadi Keskkonnaametilt kooskõlastus (Lisa 10). Geoloogiliste töödega olulist mõju keskkonnale ei avaldatud.



Foto 5.1. Kvaternaarisetted ja murenenud aluspõhi puuraugus PA-1/25.

Põlli III uuringuruumis moodustavad kasuliku kihi Alam-Siluri Raikküla lademe Raikküla kihistu (S_{1rk}), Juuru lademe Tamsalu kihistu (S_{1tm}) ja Varbola kihistu (S_{1vr}) karbonaatkivimid.

Põlli III uuringuruumi aluspõhjalise geoloogilise läbilõike moodustavad Raikküla lademe Raikküla kihistu (S_{1rk}), Juuru lademe Tamsalu (S_{1tm}) ja Varbola kihistu (S_{1vr}) lubjakivid. Uuringuruumi põhjaosas on Raikküla lademe Raikküla kihistu (S_{1rk}) kivimid suures osas ära kulutatud. Aluspõhja pealispind jälgib üldiselt maapinnareljeefi ja reljeefis esilekerkivad väikesed künkad on aluspõhjalise tuumikuga. Aluspõhja ülemine osa on keskmiselt 0,6 m paksuselt porsunud ja murenenud.

Põlli III uuringuruumi geoloogilist läbilõiget on kirjeldatud alljärgnevalt (ülevalt alla).

Raikküla lademe Raikküla kihistu (S_{1rk}) uuritud paksus jääb vahemikku 1,0 - 6,1 m (keskmise 4,0 m), millest keskmiselt 0,6 m ulatuses on ülemine osa murenenud. Kivimid on esindatud kogu uuringuruumis, olles suurema paksusega uuringuruumi kesk- ja lõunaosas (PA-2/25; PA-3/25; PA-4/25), Vaimõisa kõviku lael ning olles uuringuruumi põhjaosas ära kulutatud (PA-1/25). Kihistut iseloomustab peenekristalliline kollakas- ja pruunikahall, poolafaniitne, detriitne lubjakivi, mergli lainjate vahekihtidega (Foto 5.2).



Foto 5.2. Raikküla kihistu lubjakivi puuraugus PA-5/25, millest ülemine 0,2 m murenenud.

Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu kihistikus (S₁tmK) võib välja eraldada litoloogiliselt kaks eriilmelist kompleksi (Foto 5.3). Läbilõike ülaosas paksude ebateravate mergli vahekihtidega lubjakivi ja allosas kirjuilmeline teravate merglikelmetega poolafaniitne lubjakivi. Karinu kihistiku uuritud paksus on puuraukude põhjal 3,8 - 4,4 m (keskmine 4,1 m).



Foto 5.3. Karinu kihistiku lubjakivi puuraugus PA-3/25. Kahe eriilmelise kompleksi vahepiir sügavusel 8,7 m.

Juuru lademe Tamsalu kihistu Tammiku kihistiku (S₁tmT) lubjakivi on helehall, jämedetritne, valdavalt keskmisekihiline. Sisaldab brahhiopoodide *Borealis borealis* kodasid ja nende purustusosi, mille sisaldus läbilõikes on ebaühtlane – kohati esineb massiliselt, kohati üksikuid (Foto 5.4). Esineb rohekat tooni mergli vahekihte. Tammiku kihistiku uuritud paksus on 2,8 - 2,9 m (keskmine 2,9 m).



Foto 5.4. Tammiku kihistiku lubjakivi puuraugus PA-5/25.

Juuru lademe Varbola kihistu (S₁vr) lubjakivi on hall kuni hallikasvalge, muguljas, savikas, vaheldub õhukeste lainjate tumehallide mergli kihtidega (Foto 5.5). Sügavusega muutuvad mergli vahekihid paksemaks ja sagedasemaks. Esineb kivistisi. Põlli III uuringuruumis avati Varbola kihistu kuni 12,3 m paksuselt.



Foto 5.5. Varbola kihistu lubjakivi puuraugus PA-1/25.

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

Tabel 5.1. Põlli III uuringuruumi geoloogilise läbilõike koondtabel puuraukude põhjal.

Nimetus	Geoloogiline indeks	Kihi paksus (puuraukudes ja kaevandites fikseeritud), m		
		min	max	keskmine
Kasvukiht	Q ₂ s	0,1	0,5	0,3
Kruus, savikas, orgaanikaga	Q _{1jr} lg	0,0	0,5	0,2
Moreen	Q _{1jr} g	0,0	1,0	0,6
Lubjakivi, detriitne	S _{1rk}	1,0	6,1	4,0
Lubjakivi, detriitne, merglikelmetega	S _{1tmK}	3,8	4,4	4,1
Lubjakivi, <i>Borealis borealis</i> kodadega	S _{1tmT}	2,8	3,0	2,9
Lubjakivi, mergli vahekihtidega	S _{1vr}	2,1+	12,3+	4,8+

Märkus: tabelis on toodud kihi paksused puuraukude põhjal.

6. MAAVARA KVALITEET

Põlli III uuringuruumi kvaternaarisetted on esindatud väikeses paksuses savika, orgaanikat sisaldava kruusaga ja moreeniga. Kuna kvaternaarisetete paksus on väike ning maavarana arvele võtmiseks see ei kvalifitseeru, siis neid ka ei uuritud ega ei iseloomustata ka kvaliteeti.

Põlli III uuringuruumis moodustavad kasuliku kihi Raikküla lademe Raikküla kihistu, 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 kasutusalaade 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.

Alljärgnevalt on iseloomustatud loetletud kivimkomplekside füüsikalise-mehaanilise omadusi. Kaalutud keskmiste arvutused on esitatud lisas 6 ja andmed koondatud tabelisse 6.1. Labori katseprotokollid on esitatud lisas 5. Andmed on koondatud proovide kataloogi (Lisa 3).

Raikküla kihistik (S1rk)

Kihistikku on iseloomustatud 5 puuraugu andmeil (5 purunemiskindluse ja 5 külmakindluse katset, sh ühes proovis on koondatud Karinu kihistik Raikküla kihistikuga). Proovide LA kategooria on LA35 – kaalukadu LA katsel oli 31 - 35%, keskmiselt 33% ja külmakindluskatsel 1,1 - 2,9%, keskmiselt 1,9%, andes külmakindluskategooriaks F2.

Karinu kihistik (S1tmK)

Kihistikku on iseloomustatud 5 puuraugu andmeil (5 purunemiskindluse ja 5 külmakindluse katset, sh ühes proovis on koondatud Karinu kihistik Raikküla kihistikuga). Proovide LA kategooria on LA35 – kaalukadu LA katsel oli 32 - 34%, keskmiselt 33% ja külmakindluskatsel 2,9 - 4,7%, keskmiselt 4,0%, andes külmakindluskategooriaks F4.

Tammiku kihistik (S1tmT)

Kihistikku on iseloomustatud 5 puuraugu andmeil (5 purunemiskindluse ja 5 külmakindluse katset). Proovide LA kategooria on LA35 – kaalukadu LA katsel oli 33 - 34%,

keskmiselt 34%. Külmakindluskatsel oli kaalukadu 1,7 - 2,4%, keskmiselt 2,0%, andes külmakindluskategooriaks F2.

Varbola kihistu (S₁vr)

Kihistut on iseloomustatud 5 puuraugu andmeil (6 purunemiskindluse ja 6 külma-kindluse katset). Proovide LA kategooria varieerub LA30 kuni LA35 – kaalukadu LA katsel oli 29 - 34%, keskmiselt 31%. Külmakindluskatsel oli kaalukadu 1,5 - 7,6%, keskmiselt 3,9%, andes külmakindluskategooriaks F4.

Tabel 6.1. Põlli III uuringuruumi kivimist valmistatud killustiku füüsikalise-mehaanilised näitajad litoloogiliste erimite lõikes

Kivimkompleks	LA tegur	LA kategooria	Külma-kindlus F, %	F kategooria
S₁rk	31 - 35/33	LA35	1,1 - 2,9/1,9	F2
S₁tmK	32 - 34/33	LA35	2,9 - 4,7/4,0	F4
S₁tmT	33 - 34/34	LA35	1,7 - 2,4/2,0	F2
S₁vr	29 - 34/31	LA35	1,5 - 7,6/3,9	F4

Põlli III uuringuruumis moodustatakse vertikaalses läbilõikes kaks aktiivse tarbevaru plokki – veepealne (plokk 16 aT) üleval pool uuringuaegset keskmist põhjavee taset abs 49,1 m ja veealune (plokk 17 aT) 2,5 m paksuselt allpool veetaset. Varu arvutuse plokkide kaalutud keskmiste näitajate arvutus on esitatud lisa 6 ja koondatud tabelisse 6.2.

Tabel 6.2. Põlli III uuringuruumis moodustatud lubjakivi plokkide füüsikalise-mehaaniliste näitajate koondtabel

Plokk	Maavara	LA tegur	LA kat	Külma-kindlus F, %	F kat
Plokk 16 aT veepealne	madalamargiline ehituslubjakivi	29 - 35/33	LA35	1,1 - 4,7/2,7	F4
Plokk 17 aT veealune	madalamargiline ehituslubjakivi	29 - 34/30	LA30	1,5 - 3,4/2,5	F4

Ploki 16 kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud 17 purunemiskindluse ja 17 külma-kindluse proovi põhjal (Lisa 6). Proovide LA kategooria on LA35 – kaalukadu LA katsel oli 29 - 35%, keskmiselt 33%, ja külma-kindluskatsel 1,1 - 4,7%, keskmiselt 2,7%, vastates külma-kindluskategooriale F4.

Ploki 17 kivimist valmistatud killustiku kvaliteeti on iseloomustatud 6 purunemiskindluse ja 6 külma-kindluse proovi põhjal (Lisa 6). Proovide LA kategooria on LA30 – kaalukadu LA katsel oli 29 - 34%, keskmiselt 30% ja külma-kindluskatsel 1,5 - 3,4%, keskmiselt 2,5%, vastates külma-kindluskategooriale F4.

Keskmiste näitajate põhjal, mis on kokkuvõtlikult esitatud tabelis 6.2, vastab ploki 16 ja 17 kivim madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele.

Kivimi keemilise koostise iseloomustamisel on kasutatud kolme puuraugu (PA-2/25; PA-3/25; PA-4/25) 15 proovi andmeid. Proovid on võetud litoloogiliste erimite kaupa. Karinu kihistikul on eraldi iseloomustatud ülemist (S₁tmK₁) ja alumist osa (S₁tmK₂), mis

erinevad savikuselt. Proovides määrati CaO, MgO ja lahustumatu jäägi sisaldus. Kivimi keemilise koostise arvutused puuraukude ja litoloogiliste erimite lõikes ning varuplokis on esitatud lisas 6 ning koondatud tabelisse 6.3. Uuringuruumi kivim on esindatud lubjakiviga, milles CaO sisaldus varieerub ~38 - 52%, olles kõrgem Varbola kihistus. MgO sisaldus varieerub ~0,2 - 4,0%, olles madalam Karinu kihistiku alumises osas ja lahustumatut jääki valdavalt ~4 - 17%, olles kõrgem Karinu kihistiku ülaosas, ulatudes üle 10%.

Uuringuruumis moodustatud **plokk 16 aT** koosneb valdavalt Raikküla ja Tamsalu kihistu lubjakivist, milles CaO sisaldus on 38,31 - 51,79% (keskmine 47,08%), MgO 0,24 - 4,03% (keskmine 1,94%) ja lahustumatu jäägi 4,17 - 17,09% (keskmine 8,08%). **Plokk 17 aT** koosneb valdavalt Varbola kihistu lubjakivist, milles CaO sisaldus on 47,13 - 51,79% (keskmine 50,15%), MgO 0,24 - 2,27% (keskmine 0,50%) ja lahustumatu jäägi 4,86 - 6,25% (keskmine 5,85%).

Kivimi keemiline koostis litoloogiliste erimite lõikes ja varuplokkides on koondatud tabelisse 6.3. Andmetest nähtub, et Põlli III uuringuruumi kivim ei vasta tehnoloogilise karbonaatkivimi nõuetele.

Kogu uuringuruumi karbonaatkivim vastab lubjakivi nõuetele. Tehnoloogilise lubjakivi nõuetele vastab kivim kolmes proovis: K2-5, K3-4 ja K3-5. Tegemist on kaootilise esinemisega, mis ei ole seotud geoloogiliste kihistike ega geograafilise asetusega. Seega võib keemilise koostise näitajate keskmiste väärtuste alusel nimetada Põlli III 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 _{1rk}	47,27	49,26	48,34	1,65	2,76	2,21	4,17	6,54	5,68
S _{1tmK₁}	38,31	43,29	40,83	2,04	4,03	3,29	13,07	17,09	15,11
S _{1tmK₂}	47,06	49,06	47,95	0,91	0,95	0,93	8,24	9,16	8,63
S _{1tmT}	47,13	51,58	48,91	0,71	2,27	1,37	4,97	7,22	6,15
S _{1vr}	49,61	51,79	50,48	0,24	0,46	0,39	4,86	6,25	5,75
Madalamargiline lubjakivi (plokk 16 aT)									
Plokk 16 aT	38,31	51,79	47,08	0,24	4,03	1,94	4,17	17,09	8,08
Madalamargiline lubjakivi (plokk 17 aT)									
Plokk 17 aT	47,13	51,79	50,15	0,24	2,27	0,50	4,86	6,25	5,85

7. HÜDROGEOLOOGILISED TINGIMUSED

Orava lubjakivimaardlas kaevandatakse lubjakivi veealuse kaevandamise meetodil põhjavee taset alandamata. Sama meetodit on plaanis kasutada maavara kaevandamisel tulevases Põlli lubjakivikarjääris. Detailselt on piirkonna hüdrogeoloogilisi ja hüdroloogilisi tingimusi kirjeldatud 2015. a Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Kukk jt, 2015), Orava IV uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Tuuling jt, 2021) ja Orava VI uuringuruumi geoloogilise uuringu aruandes (Tammekänd jt, 2026), mille andmeid on kasutatud ka käesolevas töös.

7.1. Üldandmed

Põlli III uuringuruum paikneb Rapla maakonnas, Märjamaa vallas, Harju lavamaa keskosas asuval Vaimõisa kõvikul. Uuringuruum paikneb kõviku keskosas, kus reljeef langeb kirde, põhja ja lõuna 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 Ohukotsu jõe (VEE1107700), kagus Kõrvetaguse peakraavile (VEE1107800), põhjas Vardi jõe (VEE1107500), lõunas 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. a 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

Põlli III uuringuruum paikneb Alam-Siluri ladestiku Raikküla lademe avamusalal. Kasuliku kihi moodustavad Raikküla lademe Raikküla kihistu ja Juuru lademe Tamsalu ning Varbola kihistu lubjakivid. Kasuliku kihi lamamiks on Varbola kihistu alumises osas lasuvad sagedaste mergli vahekihtidega lubjakivid.

Lubjakivi katvad purdsetted, varu arvutuse mudeli põhjal keskmise paksusega 2,7 m, on kuivad, moodustamata iseseisvat veekihti. Põhjavesi on vabapinnaline, surveta. Põlli III 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.

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

Põlli III uuringuruumi rajatud puuraukudes mõõdeti põhjavee tase kahel korral – vahetult peale puurimist ajavahemikul 19.09. - 25.09.2025. a ja peale põhjavee taseme stabiliseerumist 06.10.2025. a (Tabel 7.1). Esimesel mõõtmisel jäi veetase 2,5 - 12,4 m sügavusele maapinnast, abs kõrgusele 49,8 - 59,1 m ja teisel 9,2 - 14,45 m sügavusele, abs kõrgusele 48,93 - 49,85 m (keskmise 49,1 m). Käesolevas töös on veepealse ja -aluse varu piiriks puuraukudes mõõdetud uuringuaegne keskmine põhjavee tase abs 49,1 m. Veealuse aktiivse tarbevaru lamamiks on keskmisest veetasemest 2,5 m allpool (abs 46,6 m), et kivimi väljamiseks rakendada veealust kaevandamisviisi ilma veetaset alandamata.

Tabel 7.1. Põlli III uuringuruumi puuraukudes mõõdetud veetasemed 06.10.2025

PA nr	Koordinaadid			PA sügavus, m	Veetase		
	X	Y	Z		Sügavus maapinnast, m	abs, m	Mõõtmise aeg
PA-1/25	6540943,08	527266,62	58,43	21,6	9,20	49,23	06.10.2025
PA-2/25	6540635,35	527287,16	63,25	15,6	13,40	49,85	06.10.2025
PA-3/25	6540484,56	527500,56	63,37	15,6	13,70	49,67	06.10.2025
PA-4/25	6540748,33	526964,18	62,19	15,6	14,45	47,74	06.10.2025
PA-5/25	6541051,37	527034,00	61,58	15,6	12,65	48,93	06.10.2025

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 Raikküla lademe Raikküla kihistu ja Juuru lademe Karinu ning 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 Ca-HCO_3 tüüpi vesi mineraalainete sisaldusega 0,3 - 0,5 g/l (Marandi jt, 2019). Vaadeldavas piirkonnas põhjavee looduslik kaitstus 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, ammooniumi, raua ning kohati ka mangaani, naatriumi ja boori sisaldused. Nitraate sisaldub kogumi kõige ülemises osas, allpool on nende sisaldus väga väike (Marandi jt, 2019).

Põlli III uuringuruumi lähipiirkonnas, ~3 km raadiuses, ei ole peale Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksist põhjavett ammutavate puurkaevude sügavamaid puurkaeve registreeritud, mis ammutaks vett Ordoviitsiumi-Kambriumi või Kambriumi-Vendi veekompleksitest. Kuid karjääri tegevus nagunii ei mõjuta sügavamaid veekomplekse kuna Siluri-Ordoviitsiumi Matsalu põhjaveekogum ja allpool lasuv Ordoviitsiumi-Kambriumi põhjaveekogum ei ole omavahel hüdrauliliselt seotud, neid eristab Ordoviitsiumi regionaalne veepide.

8. MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Mäenduslikud tingimused on vaadeldaval alal võrdlemisi soodsad. Tegemist on aktiivse lubjakivimaardla ja toimiva kaevandamispiirkonnaga. Alale on juurdepääs Tallinna-Pärnu-Ikla maanteelt (nr 4) lähtuva Kükita – Kangermaa kruusatee (nr 5040516) kaudu. Riigimaantee asub uuringuruumist linnulennult ca 350 m kaugusel lääne suunas.

Kaevandamise alustamisel tuleb koorida kattekiht, mida tehakse järk-järgult vastavalt töö-ee liikumisele. Kattekiht koosneb kasvukihist (muld), savikast kruusast, rähksest paelahmakatest koosnevast moreenist ja aluspõhja murenenud osast. Kattekihi keskmine paksus varu arvutuse mudeli põhjal on 2,7 m. Kasvukiht ja moreen ladustatakse mäeeraldise teenindusmaale eraldi, et kasvukihti saaks vajadusel kasutada ala bioloogilise korrastamise eelduste loomiseks.

Moodustatavad plokid paiknevad nii peal- kui allpool keskmist põhjaveetaset. Veepealse ja -aluse varu piiriks on puuraukudes mõõdetud keskmine põhjavee tase abs 49,1 m. Keskmisest põhjaveetasemest üleval pool oleva ploki paksus on 10,4 m. Allpool veetasest oleva ploki keskmine paksus on 2,5 m. Arvestades veealuse maavarakihi keskmise paksusega on see võimalik kaevandada ilma veetasest alandamata. Kvaliteedi poolest on tegemist madalamargilise ehituslubjakiviga, mida sobib kasutada üld- ja teedehituses.

Sarnaselt Orava lubjakivimaardlas toimivate karjääridega, toimuks ka tulevases Põlli lubjakivikarjääris kaevandamine veetaseme alandamiseta. Kuna karjääris veetaset ei alandata, siis väljatakse lubjakivi kahes osas – esmalt veepealne maavara ning seejärel veealune maavara. Kivimi raimamine toimub puur-lõhketöödega. 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. Veealuse varu lõhkamine toimub vee all ning kobestatud kivim tõstetakse enne edasist töötlemist karjääri põhjale nõrguma.

Lõhatud lubjakivi töötlemiseks kasutatakse mobiilset purustus-sorterimissõlme. Töödeldud lubjakivi laetakse ekskavaatori või kopplaaduriga kallurile ning tarnitakse tarbijale. Kaevandamise keskkonnaloa taotluse koostamise etapis käsitletakse kaevandamise tehnoloogiat detailsemalt. Karjääri rajamiseks koostatakse vastav projekt.

Dozerland OÜ kogemuse põhjal Tarva dolokivikarjääri näitel, on ~4 m paksust lubjakivi lasundit võimalik kaevandada ka ~54 t ekskavaatoriga, ilma lõhketöödeta ja rammerita. Antud meetodika puhul ei tohi olla lubjakivi üks suur massiiv vaid mergli vahekihtidega.

Senine kaevandamine Orava lubjakivimaardla karjäärides on näidanud, et põhjavee tase pole alanenud ega põhjavee kvaliteet halvenenud (Kukk jt, 2015).

Põlli III uuringuruumis moodustatud varuplokid ei paikne Natura 2000 võrgustiku alal ega muu looduskaitse piiranguga alal. Varuplokid on kontuuritud Vardi looduskaitsealast vähemalt 50 m kaugusele ja vääriselupaikadest ~25 m, et säiliks puhvertsoonid alade kaitseks. Lähim elamu jääb moodustatud varuplokist põhja suunas ~300 m kaugusele. Tulevase karjääri ja elamu vahelisele alale jääks nii lagendikku kui metsa.

Ammendatud kaevealale kujuneb ~2 - 3 m sügavune veekogu, mida tulevikus võib kasutada puhke-, kalamajanduse või muul eesmärgil. Põhjavee tase pärast maavara ammendamist suuresti taastub. Vastavalt ümbritsevale pinnamoele kujuneks veetasemeks ~49 m abs, s.t sarnane praeguse põhjaveetasemega ning Orava lubjakivimaardla karjäärides kujuneva veetasemega.

Kaevandatud maa korrastatakse korrastamisprojekti alusel, mille koostamisel lähtutakse Keskkonnaameti, kohaliku omavalitsuse ja maaomaniku poolt esitatud tingimustest, et leida karjääri korrastamiseks läbimõeldult parimad võimalikud lahendused.

8.1. Kaevandamise keskkonnamõju esialgne hinnang

Lähim elamu jääb uuringuruumis moodustatud varuplokist ~300 m kaugusele Kullassaare kinnistule (50401:005:0530). Tulevase karjääri ja elamu vahelisele alale jääks nii lagendikku aga ka metsa, mis kaevandamistegevusest põhjustatud müra ja tolmu levikut minimeeriks. Müra leviku täiendavaks vähendamiseks võimalik mäeeraldise teenindusmaale rajada katendist müratõkkevallid. Müra- ja tolmu levikut tõkestab ka tekkiv karjäärisüvend.

Põlli III uuringuruumis moodustatud varuplokid 16 ja 17 moodustati vähemalt 50 m kaugusele uuringuruumist lõunas ja läänes paiknevast Vardi looduskaitsealast (vid KLO1000156) ning vääriselupaikadest VEP nr 213466 ja VEP nr 213465 vähemalt 25 m kaugusele. Vardi looduskaitseala kaitse-eesmärgiks on kaitsta haruldasi loometsakooslusi ning loodusmetsade ja vanade laialehiste metsade elupaigatüüpe. Kaevandamine Põlli III uuringuruumi alal ei omaks nimetatud kaitsealustele objektidele eeldatavalt olulist negatiivset mõju kuna suur osa kasulikust kihist paikneb ülevalpool põhjavee taset ning veetalune varu väljatakse veetaseme alandamiseta. Vääriselupaikade suunal säilitatakse vähemalt 25 m laiune puhversoon, et parandada koosluste kohanemist kaevandamistegevusega ning vähendada servaeefekti mõjusid: vähendab puistu tuuleheite/tuulemurru ohtu vahetult VEP puistus ning puhverdab veerežiimi muutuseid. Puhversoonide lagedatele aladele on vajadusel võimalik rajada katendivallid.

8.1.1. Mõju põhja- ja pinnavee keemilisele koostisele

Põlli III uuringuruumi ümbruskonna puurkaevud võivad jääda maardla mõjupiirkonda, paiknedes enamasti madalama reljeefiga aladel. Kuid siiski tõenäosus, et karjäärist heljum või muu reostus puurkaevude vett mõjutaks on väike. Lähim puurkaev asub ~920 m kaugusel põhja suunas ning ülejäänud rohkem kui 1 km kaugusel. Kui karjääris peaks toimuma reostus, siis selle kontsentratsioon väheneb järjest allavoolu ning kuna reljeefi järgi on maardla põhjavee liikumise suund kirdesse, jäävad lähimad puurkaevud 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 keskkonnoahtlikke ja mürgiseid aineid, on oht (vee)keskkonna reostumiseks keskkonnoahtlike 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 pinnavette. 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 karjäärimasinate 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 vähene. 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 isevoolse 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. Põlli III 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. Orava maardla karjääride aasta keskmised tootmismahud varieeruvad aastaaruannete kohaselt vahemikus 8 000 - 67 000 m³. Võttes arvutusse konservatiivselt keskmiseks aasta kaevandamismahuks 67 000 m³ ehk ~183 m³/ööpäevas tuleb varu väljamise tulemusel tekkiv veekadu ~179 m³/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 (24,67 ha). Seega on aurumisest tekkiv veekadu ~22 m³/ööpäevas. Alternatiivselt, kui aurumine veepeeglist oleks kuiva maapinnaga võrreldes 100 mm/a võrra suurem, oleks veekadu ~68 m³/ööpäevas.

Maavara väljamisest ja suurenevast aurumisest tekkivat summaarset veekadu ~201 m³/ööpäevas (või suurema aurumise stsenaariumis ~247 m³/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:

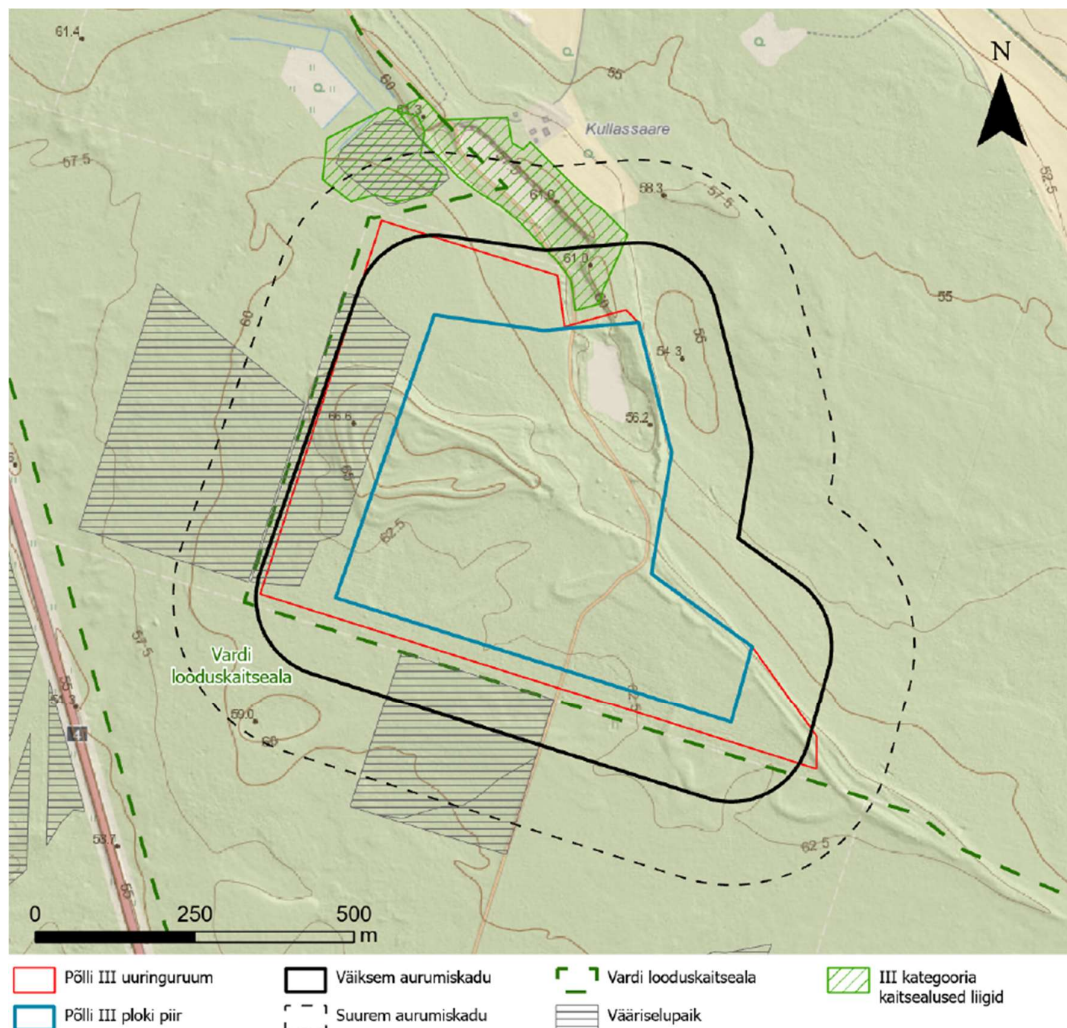
$$Q_3 = (W_p - W_e) \times S \text{ [8.3]},$$

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 ~168 m³/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 ~33 m³/ööpäevas (või 79 m³/ööpäevas suurema aurumise puhul) kompenseerib külgnevatest setetest valguv põhjavesi.

Tasakaalulise põhjaveevoolu olukorras määrab (lihtsustatud lähenemises) põhjavee alanduslehtri ulatuse vajamineva vooluhulga ja põhjavee toitumismäära suhe. Põlli III 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 ~32 ha suuruselt alalt (või suurema aurumismäära puhul ~76 ha), mida võib nimetada siinkohal põhjavee toitealaks. Vastavaks toitealaks piisab nt ~125 m raadiusega tsoonist karjääri ümber (suurema aurumise puhul ~255 m raadiusega tsoonist), mida võib pidada ühtlasi ka alanduslehtri maksimaalseks ulatuseks (Joonis 8.1).

Võimaliku alanduslehtri piiresse jääb seega osaliselt Vardi looduskaitseala, mis ümbritseb karjääri lääne ja lõuna suunas. Samuti jääb alanduslehtri piiresse III kategooria kaitsealuste liikide leiukohti ja vääriselupaikasid. Lähimate majapidamisteni ja registreeritud suurkaevudeni võimalik veetaseme alanduse mõju ei ulatu.



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 külgnevatelt 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 tegelikkuses märkamatu. Tajutav mõju põhjaveetasemetele ulatub sel juhul tõenäoliselt vaid mõnede kuni kümnete meetrite kaugusele karjääride piiridest.

Analoogia võib 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 veetaluse kaevandamise tulemusel veetase karjääri alal reaalsuses märgatavalt muutunud. Tõenäoliselt ei saa seega olema olulist mõju veetasemetele ka Põlli III 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 märkimisväärsed kui teistes.

9. VARU ARVUTUS

Geoloogilise uuringu tulemusel arvutati Põlli III uuringuruumi ehituslubjakivi varu uuringuruumi teenindusala 24,67 ha pindalal kahes kohakuti üksteise peal lasuvas plokis 16 ja 17. Varuplokid moodustati vähemalt 50 m kaugusele uuringuruumist lõunas ja läänes paiknevast Vardi looduskaitsealast (vid KLO1000156), vähemalt 25 m kaugusele vääriselupaikadest VEP nr 213466 ja VEP nr 213465 ja ~300 m kaugusele lähimast majapidamisest uuringuruumist põhja suunas paikneval Kullassaare kinnistul.

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 novembri topograafilise mõõdistamise andmeid (Lisa 8);
- kasuliku kihi lasumi mudel – lubjakivi lasumi kontuurimisel on kasutatud alale 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 49,1 m.

Veealuse aktiivse tarbevaru lamam paikneb keskmiselt 2,5 m allpool põhjavee taset (abs 46,6 m), mis vastab uuritud lubjakivilasundi keskmisele paksusele allpool keskmist veetaset, välja arvatud sügavaim puurauk (PA-1/25). Üksikutes puuraukudes ulatub lamam kohati sügavamale kui uuritud tase, kohati aga jääb sellest kõrgemale.

Arvestades uuringuruumi suhteliselt ühtlast ja selgelt väljapeetud geoloogilist ehitust ning lähtudes maavara ressursi maksimaalse kasutamise põhimõttest, on kahes puuraugus (PA-2/25 ja PA-3/25) loetud kasuliku kihi koosseisu kuni 1,2 m paksune Varbola kihistu ülemise osa lubjakivi. Nimetatud puuraukudes ei ole see osa küll Varbola kihistuni välja puuritud ega laboratoorselt analüüsitud, kuid selle kaasamine on põhjendatud ühtlase geoloogilise ehituse alusel.

Puuraugu PA-1/25 andmete põhjal võib järeldada, et uuritud ala sügavamates osades suureneb Varbola kihistu lubjakivi savisisaldus, mille tulemusel langeb materjali kvaliteet tasemele, mis ei vasta enam maavarana arvele võtmise nõuetele.

Lisaks on mäetehnilisest seisukohast otstarbekas kujundada aktiivse tarbevaru lamam võimalikult ühtlasele tasemele, mis lihtsustab kaevandamisprotsessi ja parandab tööde efektiivsust. Ligikaudu 2,5 m sügavune veealune varu loob ühtlasi võimaluse (paiguti) ala hilisemaks korrastamiseks veekoguks.

Põlli III uuringuruumis hinnatud varu esitatakse kinnitamiseks Orava lubjakivimaardla koosseisu. Plokkide numeratsiooni jätkatakse maardlas arvel olevatest plokkidest. Plokkide koordinaadid on kantud graafilisele lisale 1 ja toodud elektroonilises lisas 3. Varu arvutus on esitatud lisas 7. Varu esitatakse kinnitamiseks seisuga 01.03.2026. a.

9.1. Ploki 16 aT varu

Ploki 16 maavaraks on madalamargiline ehituslubjakivi ja see jääb uuringuaegsest põhjavee tasemest (abs 49,1 m) kõrgemale. Ploki 16 lasumiks on monoliitse aluspõhja pealispind, mis jääb puuraukude andmeil 56,43 - 61,15 m abs kõrguste vahemikku. Ploki 16 pindala on 24,67 ha. Kasuliku kihi veepealse osa paksus jääb puuraukude põhjal 7,3 - 12,1 m vahemikku.

Plokk 16 madalamargilise ehituslubjakivi aktiivne tarbevaru on kokku 2568 tuh m³, kasuliku kihi keskmine paksus:

$$2568 \text{ tuh m}^3 \div 24,67 \text{ ha} = 10,4 \text{ m.}$$

Ploki 16 katendiks on kasvukiht, savikas orgaanikat sisaldav kruus, saviliivmoreen ja aluspõhja ülemine murenenud osa. Katendi maht on 656 tuh m³. Kattekihi keskmine paksus on 2,7 m ($656 \text{ tuh m}^3 \div 24,67 \text{ ha} = 2,7 \text{ m}$), sealhulgas kasvukihil 0,3 m.

9.2. Ploki 17 aT varu

Ploki 17 maavaraks on madalamargiline ehituslubjakivi ja see jääb uuringuaegsest põhjavee tasemest (abs 49,1 m) allapoole. Kuna mäetehniliselt on kaevandamisel lihtsam järgida ühte püsivat taset, on ploki lamamiks võetud horisontaaltasapind abs kõrgusel 46,6 m, s.o pind, mis jääb uuringuaegsest keskmisest põhjavee tasemest (06.10.2025) 2,5 m madalamale. Ploki 17 pindala on 24,67 ha.

Ploki 17 aT madalamargilise ehituslubjakivi varu on 617 tuh m³ ning keskmine paksus:

$$617 \text{ tuh m}^3 / 24,67 \text{ ha} = 2,5 \text{ m.}$$

Tabel 9.1. Varu arvutuse koondtabel.

Ploki nr, pindala	Maavara nimetus	Katendi maht, tuh m ³ / keskmine paksus, m	Maavaravaru, tuh m ³ / keskmine paksus, m
16 aT, 24,67 ha	madalamargiline ehituslubjakivi	656 / 2,7	2568 / 10,4
17 aT, 24,67 ha	madalamargiline ehituslubjakivi		617 / 2,5
Kokku Plokk 16 aT/17 aT, 24,67 ha		656 / 2,7	3185 / 12,9

Eesti Geoloogiateenistusele tehakse ettepanek liita Põlli III uuringuruumi piires hinnatud varu Orava lubjakivimaardla koosseisu (registrikaart 585), milles võtta maavaravaru arvele seisuga 01.03.2026 järgmiselt:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,67 ha pindalal 2568 tuh m³ (plokk 16, kogumahus veepealne);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,67 ha pindalal 617 tuh m³ (plokk 17, kogumahus veealune, ploki 16 lamamis).

10. KOKKUVÕTE

Põlli III uuringuruumi geoloogiline uuring tehti Dozerland OÜ tellimisel. Uuringuala pindala on 37,42 ha ja see asub Rapla maakonnas Märjamaa vallas Põlli 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 5 puurauku sügavusega kuni 21,6 m, millest võeti proovid materjali keemilise koostise ja füüsikalise-mehhaaniliste omaduste hindamiseks.

Uuringuruumi kasulik kiht on esindatud Alam-Siluri Raikküla lademe Raikküla kihistu, Juuru lademe Tamsalu kihistu Karinu ja Tammiku kihistiku ning Varbola kihistu lubjakiviga.

Geoloogilise uuringu tulemusena arvutati Põlli III uuringuruumi ehituslubjakivi varu uuringuruumi teenindusala 24,67 ha pindalal, vertikaalses lõikes kahes plokis - plokk 16 aT ja 17 aT. Varuplokid kontuuriti väljapoole uuringuruumi lääne- ja lõunaosas paiknevast Vardi looduskaitsealast, lääneosas paiknevast vääriselupaigast ja ~300 m kaugusele lähimast majapidamisest Kullassaare kinnistul.

Ploki 16 aT lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 33 (kategooria LA35), külmakindlus (kaalukadu) keskmiselt 2,7% (kategooria F4), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Kasuliku kihi keskmine paksus on plokis 10,4 m. Lubjakivi varu arvutati ülevalpool uuringuaegset keskmist põhjaveetasest abs kõrgus 49,1 m. Ploki 17 aT lubjakivist valmistatud killustiku LA tegur on keskmiselt 30 (kategooria LA30), külmakindlus (kaalukadu) keskmiselt 2,5% (kategooria F4), vastates madalamargilise ehituslubjakivi nõuetele. Lubjakivi varu arvutati allpool uuringuaegset keskmist põhjaveetasest 2,5 m paksuselt abs kõrguseni 46,6 m.

Eesti Geoloogiateenistusele tehakse ettepanek liita Põlli III uuringuruumi piires hinnatud varu Orava lubjakivimaardla koosseisu (registrikaart 585), milles võtta maavaravaru arvele seisuga 01.03.2026 järgmiselt:

- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,67 ha pindalal 2568 tuh m³ (plokk 16, kogumahu veepealne);
- madalamargilise ehituslubjakivi aktiivset tarbevaru 24,67 ha pindalal 617 tuh m³ (plokk 17, kogumahu veealune, ploki 16 lamamis).

11. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Hunt, M., Osjamets, M., Pärn, J., Raidla, V., Kuusma, E., Hints, L., Marandi, A. 2024. Joogiveehaarde toiteala riskihindamise ja -juhtimise teostamiseks vajalike eeltööde läbi viimine vastavalt joogiveehaarde toiteala riskihindamise ja riskijuhtimise nõuetele. Eesti Geoloogiateenistus, Tartu. EGF 9932.
2. Keskkonnaministri 17.12.2018. a määrus nr 52 „Üldgeoloogilise uurimistöö ja maavara geoloogilise uuringu tegemise kord ja ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolokivi, savi ja turba omaduste kohta maavarana arvelevõtmiseks“ RT I, 19.12.2018, 28.
3. Keskkonnaministri 07.04.2017. a määrus 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“ RT I, 08.04.2017, 5.
4. Keskkonnaministri 01.10.2019. a määrus 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 põhjavaveekogumite kaupa ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees ning taustataseme määramise põhimõtted“ RT I, 02.10.2019, 5.
5. Kink, H., Andresmaa, E., Orru, M., (toim.). Raukas, A., 1998. Eesti soode hüdrogeoloogia. Tallinn: Teaduste Akadeemia Kirjastus.
6. Kliimanormid, Keskkonnaagentuur 2026.
<https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kliimanormid/>
7. Kukk, M., Jassik, E., 2015. Aruanne Orava kruusamaardla Orava II uuringuruumi geoloogilise uuringu kohta (varud seisuga 28.08.2014. a). Mäebüroo Nord OÜ. Tallinn. EGF 8680.
8. Maa- ja Ruumiameti geoportaal. <http://geoportaal.maaamet.ee/>.
9. 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. Rakvere. EGF 9110
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. EGF 9350.
11. Maavarade registri registrikaart nr 585.
12. Soo aastaraamat 2025. Keskkonnaagentuur, 2025.

13. Tammekänd, M., Siir, S., Tüvi, L., Mänd, K., Pöldema, T., Paat, K., 2025. Orava lubjakivimaardla Orava VI uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne (varu seisuga 01.12.2025). OÜ Inseneribüroo STEIGER. Tallinn. EGF 47400.
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. Vallner, L., 2002. Eesti hüdrogeoloogiline mudel. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn. EGF 7477.
16. Veeseadus. Vastu võetud 30.01.2019. RT I, 22.02.2019, 1.