

Tallinna Tehnikaülikool

Loodusteaduskond

Geoloogia instituut

KESKKONNASÄÄSTLIK KAEVANDAMINE MÄRGSEPARIIRIMISE TEEL
PUDIVERE DOLOKIVIKARJÄÄRIS

Bakalaureusetöö

Üliõpilane: Glea Habicht, 134213 AAGB

Juhendaja: Mall Orru, PhD, Tallinna Tehnikaülikool, dotsent

Õppekava: AAGB 02/09 - Geotehnoloogia

AUTORIDEKLARATSIOON

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Glea Habicht
[allkiri ja kuupäev]

Töö vastab bakalaureusetööle esitatavatele nõuetele.
Juhendaja: Mall Orru
[allkiri ja kuupäev]

Töö on lubatud kaitsmisele.
Kaitsmiskomisjoni esimees:
[allkiri ja kuupäev]

SISUKORD

| | |
|--|----|
| AUTORIDEKLARATSIOON..... | 2 |
| ANNOTATSIOON..... | 7 |
| LÕPUTÖÖ LÄHTEÜLESANNE..... | 8 |
| ABSTRACT..... | 9 |
| LÜHENDITE JA MÕISTETE SÕNASTIK..... | 10 |
| 1. SISSEJUHATUS..... | 11 |
| 2. METOODIKA..... | 12 |
| 3. KARJÄÄRI ÜLDISELOOMUSTUS..... | 13 |
| 3.1 ÜLDANDMED..... | 13 |
| 3.2 GEOLOOGILINE ISELOOMUSTUS..... | 13 |
| 3.2.1. PINNAKATE..... | 14 |
| 3.2.2. ALUSPÕHI..... | 14 |
| 3.3 HÜDROGEOLOOGILINE ISELOOMUSTUS..... | 14 |
| 3.4 MAAVARA KAEVANDAMISEKS SOBILIK KIHT..... | 15 |
| 3.4.1. GEOLOOGILINE UURITUS..... | 15 |
| 3.5. MAAVARA KVANTITATIIVNE JA KVALITATIIVNE ISELOOMUSTUS..... | 19 |
| 4. MÄEERALDISE PIIRIDE JA SÜGAVUSE PÕHJENDUS KOOS KAEVANDAMISELE KUULUVA VARU MÄÄRAMISEGA..... | 21 |
| 5. PUIDERE KARJÄÄRIS KAEVANDATAVA MAAVARA KASUTUSALAD..... | 22 |
| 6. KAEVANDATAVA DOLOKIVI ISELOOMUSTUS..... | 24 |
| 6.1 KIVIMI FÜÜSIKALIS- MEHAANILISED OMADUSED..... | 24 |
| 7. KARJÄÄRI MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED..... | 26 |
| 8 KAEVANDAMISE TEHNOLOOGIA..... | 27 |
| 8.1 MAAVARAVARU, AASTATOODANG JA KAEVANDAMISE KESTUS..... | 27 |
| 8.2 MAAVARA KAEVANDAMISE LOA TÄIENDAVID TINGIMUSED JA SEIREKAVA..... | 27 |
| 9 PUIDERE KARJÄÄRI MÄETÖÖDE ISELOOMUSTUS..... | 29 |
| 9.1 PALJANDUSTÖÖD..... | 29 |
| 9.2 PUISTANGUTÖÖD..... | 33 |
| 9.3 PUISTANGU AUSKOHA VALIK..... | 34 |
| 9.4 KIVIMITE RAIMAMINE..... | 34 |
| 9.5 KAEVANDAMINE JA LAADIMINE..... | 35 |
| 9.6 TRANSPORT..... | 41 |
| 9.7 AUTOTRANSPORT..... | 41 |

| | |
|---|----|
| 9. 8 ESMATÖÖTLEMINE | 41 |
| 10. MÄRGSEPAREERIMINE | 42 |
| 11. KAEVANDAMISE TEHNOLOOGIA | 43 |
| 11. 1 KAEVANDUSVEE KASUTAMINE | 43 |
| 11.3 PESUSÜSTEEM..... | 44 |
| 12 MASINAPARGI VALIK JA MASINATE TOOTLIKUSED..... | 46 |
| 12.1 KAEVANDAMISMASINAD | 46 |
| 12.2 BULDOOSERID | 46 |
| 12.3 KOPPLAADURID..... | 47 |
| 12.4 KALLURID | 48 |
| 12.5 ESKKAVAATORID | 49 |
| 12.6 PESUSEADE..... | 51 |
| 15 KAEVANDAMISE MÕJU KESKKONNALE JA VÕIMALIKE MÕJUDE LEEVENDUS | 53 |
| 15.1. KESKKONNAMÕJU HIDAMISE VAJADUS JA EESMÄRK | 53 |
| 15.2. ASUKOHT JA ASUATUS..... | 53 |
| 15.3. ÜMBRUSKONNA KAEVUD JA NENDE SEIRE | 54 |
| 15.4. Teedevõrk, asustus veoteede ääres | 54 |
| 15.5. Reljeef ja vetevõrk | 55 |
| 16. KAVANDATAVA KAEVANDAMISE JA SELLE VÕIMALIKE ALTERNATIIVIDE KIRJELDUS JA VÕRDLUS | 56 |
| 16.1. KATTEKIHI EEMALDAMINE JA DOLOKIVI KAEVANDAMISEKS ETTEVALMISTAMINE | 56 |
| 16.2. KARBONAATKIVIMITE (DOLOKIVI) KEVANDAMINE | 56 |
| 16.3. LÕHKAMINE JA SELLE ALTERNATIIVID | 56 |
| 16.3.1. Dolokivi kobestamise alternatiivide võrdlus..... | 57 |
| 17. MÄETÖÖDE MÕJU KESKKONNALE JA ABINÕUD SELLE VÄHENDAMISEKS..... | 62 |
| 18. KAVANDATAVA TEGEVUSEGA KAASNEV KESKKONNAMÕJU | 64 |
| 18.1. VÄLISÕHKU PAISATAVATE SAASTEAINETE HEITEKOGUSTE MÄÄRAMINE..... | 64 |
| 18.2. HINNANG KAEVANDAMISE MÕJU KOHTA PINNA- PINNASE- JA PÕHJAVEELE | 65 |
| 18.3. HINNANG KARJÄÄRIST VÄLJAPUMBATAVA VEE SAASTETASEME KOHTA | 65 |
| 18.4. KAEVANDAMISE MÕJU MAASTIKULE | 66 |
| 18.5. KAEVANDAMISE MÕJU TAIMESTIKULE, LOOMASTIKULE JA LINDUDELE, EALHULGA VÄIKEKONNAKOTKALE JA VÄÄRISLUPAIKADELE..... | 66 |
| 18.6. KAEVANDAMISE JA KILLUSTIKU TOOTMISEGA KAASNEVAD TOOTMISJÄÄTMED | 67 |
| 18.7. MÜRA KARJÄÄRIS, VÄLJAVEOTEEDDEL, LIIKLUSKOORMUSE KASV | 67 |
| 18.8. LÕHKETÖÖDE JA VIBRATSIOONI NING ÕHULÖÖKLAINE PROGNOOS | 67 |

| | |
|--|----|
| 18.9. KAEVANDAMISEGA KAASNEVA VÕIMALIKU RADOONI OHT | 68 |
| 18.10. KAEVANDAMISE MÕJU INIMESTE TERVESELE JA EHITISTELE | 68 |
| 18.11. VÕIMALIKUD AVARIID TOOTMISTSÜKLIS JA NENDEGA KAASNEVATE KESKKONNARISKIDE HINNANG | 68 |
| 18.12. KAEVANDAMISE MÕJU NAABERKINNISTUTE VÄÄRTUSTELE..... | 69 |
| 18.13. KAEVANDATAVA ALA KORRASTAMINE..... | 69 |
| 18.14. NEATIIVSE KESKKONNAMÕJU VÄLTIMIE JA LEEVENDAMISE VÕIMALUSED..... | 69 |
| 18.15 TOLM..... | 69 |
| 18.16 MÜRA..... | 70 |
| 18.17 MÕJU PINNA- JA PÕHJAVEELE..... | 70 |
| 18.19 VÕIMALIK MÕJU LEEVENDUS | 71 |
| 18. 20 KORRASTAMISE SUUND | 71 |
| KOKKUVÕTE | 73 |
| KASUTATUD KIRJANDUS..... | 75 |
| Lisad..... | 76 |

TABELID

| | |
|---|----|
| Tabel 1Kõrgemargilistest karbonaatkivimitest toodetava killustiku näitajad [14] | 24 |
| Tabel 2Buldooseri tehnilised parameetrid [14] | 46 |
| Tabel 3Buldooseri T – 130 ja Komatsu D61EX tootlikkused [14]..... | 46 |
| Tabel 4Kopplaadurite tehnilised parameetrid [14]..... | 47 |
| Tabel 5Kopplaaduri ühe tsükliga teisaldatav maht [14]..... | 47 |
| Tabel 6Kopplaaduri tootlikkus [14] | 48 |
| Tabel 7Kallurite tootlikkused [14] | 49 |
| Tabel 8Kallurite tootlikkused [14] | 50 |
| Tabel 9Ekskavaatori tootlikkus [14] | 51 |
| Tabel 10Kaevandamismeetodite võrdlus pallides [15] | 57 |
| Tabel 11Pallide arvu iseloomustus [15] | 58 |
| Tabel 12Karbonaatkivimite kaevandamise alternatiivid [15] | 59 |
| Tabel 13Põhilised keskkonnamõju leevendamise abinõud. [14] | 71 |

JONISED

| | |
|---|----|
| Joonis 1Pudivere dolokivikarjääri maardla. (Aluskaart Maa-ameti kaardirakendusest) [10] | 13 |
| Joonis 2Kasvu- kattepinnase koorimine buldooseriga..... | 30 |
| Joonis 3Kasvu- kattepinnase koorimine, laadimine kopplaaduriga | 31 |
| Joonis 4 Kasvu- kattepinnase koorimine, laadimine ekskavaatoriga. | 32 |

| | |
|---|----|
| Joonis 5 Kobestatud dolokivi kaevandamine ekskavaatoriga..... | 36 |
| Joonis 6 Kobestatud dolokivi kaevandamine ekskavaatoriga..... | 37 |
| Joonis 7 Kobestatud dolokivi kaevandamine kopplaaduriga..... | 39 |
| Joonis 8 Materjali laadimine puistangust ekskavaatoriga..... | 40 |
| Joonis 9 Märgsepareerimise tehnoloogia..... | 42 |
| Joonis 10 Ekskavaator..... | 49 |
| Joonis 11 Pesuseade..... | 52 |

LISAD

| | |
|--|----|
| Lisa 1 Kaevandusluba(1)..... | 76 |
| Lisa 2 Kaevandusluba(2)..... | 77 |
| Lisa 3 Pudivere dolokivikarjääri plaan..... | 78 |
| Lisa 4 Pudivere geoloogiline lõige..... | 79 |
| Lisa 5 Jõgevamaa Keskkonnateenistuse juhataja korraldus nr. 387..... | 80 |
| Lisa 6 KMH programm (1)..... | 81 |
| Lisa 7 KMH programm (2)..... | 82 |
| Lisa 8 KMH programm (3)..... | 83 |
| Lisa 9 Maksimaalsed ja minimaalsed veetasemed..... | 84 |
| Lisa 10 Eksperthinnang (1)..... | 86 |
| Lisa 11 Eksperthinnang(2)..... | 87 |
| Lisa 12 Väljaveotee aerofoto..... | 88 |

ANNOTATSIOON

Antud lõputöös töötati välja märgsepareerimise tehnoloogia Pudivere karjääri. Lõputöö on teostatud koos AS Kiirkanduriga, kelle põhitegevuseks on kruusa-, liiva- ja paekarjäärde haldamine. Firma teostas kaevetöid Pudivere karjääris, aga oli sunnitud need keskkonasaaste probleemi tõttu kaevandustegevuse selles karjääris peatama. Käesolevas bakalaureuse töös leitakse probleemile lahendus, mis on keskkonnasäästlikum.

Lõputöö hüpoteesiks on luua Pudivere karjäärile uus keskkonda säästev tehnoloogia kasutades märgsepareerimise meetodit. Seetõttu tuli töös leida ka sobiv masinapark, mis vastaks karjääri mäenduslikele tingimustele.

Lõputöö teema on aktuaalne, kuna keskkonnasäästlik mõtteviis levib nii maailmas kui ka Eestis ning leiab järjest rohkem kajastust nii meedias kui ka teadusringkondades. Keskkonda säästvaid tehnoloogiaid töötatakse välja paljudes eri valdkondades ning sellel on suur tähtsus ka mäenduses. Töös antakse ülevaade Pudivere maardla geoloogilisest ja hüdrogeoloogilisest ehitusest ning kirjeldatakse maavara füüsikalisi ja keemilisi näitajaid. Tuuase välja maavara kasutusala ning antakse ülevaade kaevandamisloa täiendavatest tingimustest ja seirekavast.

Kirjutati näide kuidas Pudivere karjääris keskkonnasäästlikumalt kaevandada, rakendades märgsepareerimise meetodit. Valiti kaevandamiseks vaja minev teenindav masinapark ja leiti sobilikud masinate asukohad. Töö tulemuseks on kinnise veesüsteemi mudel, mis tagab keskkonnasäästlikuma kaevandamise juhtimata heljumirikast vett Pikknurme jõkke.

LÕPUTÖÖ LÄHTEÜLESANNE

Tallinna Tehnikaülikool

Geoloogia Instituut

Lõputöö Ülesanne

| | | | |
|------------|-----------------|----------------------|-------------|
| Töö ID | 19380 | Õppekava | AAGB 02/09 |
| Üliõpilane | Glea Habicht | Martikli nr | 134213AAGB |
| Töö liik | Bakalaureusetöö | Õppeaine | kood LG40LT |
| Juhendaja | Mall Oru | Ülesanne kehtib kuni | 08.06.2019 |

Töö Ülesanne

Topic of the Thesis

Töö sissejuhatus

Märgsepareerimise meetodi sobivuse hindamine Pudivere karjääri oludele.

Sustainable dolomite mining with wet separation in Pudivere quarry.

1. Geoloogiliste ja hüdrogeoloogiliste tingimuste väljaselgitamine.
2. Masinapargi valik edespäikes maavara kasutuselevõtuks.
3. Märgsepareerimise meetodi rakendamine, mis tagab keskkonناسäästliku ja jätkusuutliku maavara kasutuselevõtu.

Seotud mändusliku keskkonnakaitse ja maavara jätkusuutliku kasutuselevõtluga.

Seotud teadusteema ja/või sihtasutus

Tähtajad

| | | | |
|--------------|--|-----------|---------------|
| Eelkaitsmine | kuni 31.mai 2019 | kaitsmine | 07.juuni 2019 |
| Üliõpilane |  Glea Habicht | | |
| Juhendaja |  Mall Oru | | |

ABSTRACT

The most diverse class of mineral resources in Estonia is natural building materials or building resources. Due to the construction boom, mining of building resources has increased significantly since 2002. Most of the building land is mined in Harju County (50 percent), followed by Jõgeva County (10 percent) and Lääne-Viru County (9 percent).

This graduation thesis is carried out in cooperation with AS Kiirkandur, whose activities are the management of gravel, sand, and limestone quarries. The company gave the theme of the work to make Pudivere's dolomite quarry more environmentally friendly. The goal of mining in the Pudivere quarry is to extract a high-margin building block. The use of the building block is road and civil engineering. The filling log is also suitable for use in road construction after enrichment. The quarry is not in production at the moment. Mining was stopped due to environmental pollution. The water that was pumped out of the quarry was led into the Pikknurme river, which was not environmentally friendly and spoiled the natural composition of the river.

The task of the thesis is to design a model of eco-mining of the Pudivere dolomite quarry using the wet separation method. Mineral resources can be enriched in many different ways by using specific properties. Wet separation method is suitable for Pudivere dolomite quarry's conditions. Wet separation has not been carried out in this quarry before, and therefore there was a need for a suitable machine park to serve the quarry according to its needs. A closed water system was found to be a suitable method for more environmentally friendly extraction.

The following work will provide the miner with a model of environmentally-friendly mining, which would enable production to start again in the Pudivere dolomite quarry.

LÜHENDITE JA MÕISTETE SÕNASTIK

Dolomiit – on nii mineraali ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) kui ka kivimi nimetus, mis koosneb suures osas sellest mineraalist ja on väga sarnane lubjakiviga. Paljud dolomiidid lahjendatakse vesinikkloriidhappega, kuna need sisaldavad lisaks dolomiidile sageli ka kaltsiiti. [3]

Lisandina võib temas esineda kaltsiiti, savi, kipsi, opaali jt. Dolomiidi ja lubjakivi vahel on olemas pidevad üleminekud, sest suurem osa dolomiidist on tekkinud esialgse lubjakivi dolomiidistumisel. [4]

Fraktsioon – killustiku tükisuurus, mis mäeduses on klass. Mäeduses, eriti rikastamisel tähendab fraktsioon klassi eri omadustega komponente, näiteks põlevkivi, paas, liited. Erinevuse aluseks on asjaolu, et ehituses on klass kasutusel kvaliteedi tunnuseks: esimese, teise ja kolmanda klassi killustik. [6]

Klass – vastavalt standardile EVS 670 Kaubapõlevkivi kasutatakse põlevkivi tükisuuruse hindamiseks sõna klass. Sama kehtib ka kõigi teiste maavarade kohta. Ehituse valdkonnas kasutatakse materjali tükisuuruse hindamiseks sõna fraktsioon. [5]

Kruus - on jämeperdsete, mille koostisesse kuluvad tard-, moonde- ja settekivimite ümardunud osakesed, läbimõõduga 5 -70 mm (pinnaseteaduses ka 2- 63 mm). Suuremad osakesed moodustavad munakad ja rahnud. Peenema läbimõõduga osad kui 5 mm moodustavad liiva. [4] Kruusa kasutatakse ehitus- ja täitematerjalina. Kruusa kui ehitusmaterjali kvaliteeti tõstab materjali väike tolmusisaldus ja suur survetugevus ning külmakindlus. Kvaliteeti tõstetakse ehk kaevist rikastatakse tolmu väljapesemisega, klassideks sõelumisega ning purustamisega. [2]

Maavara – on maapõues leiduv aine, mida inimene kasutamiseks ammutab. Maavara on enamasti mineraalne, kuid võib olla ka orgaaniline, nagu turvas, muda jmt. Füüsiliselt on maavara maapõue osis – kivim, mineraal, sete, vedelik või gaas, mis paikneb maapõues lasundina – kihina, kehana, soonena. [2]

Plokk – maardla alajaotus on plokk. Plokk on geograafiliste koordinaatidega määratud kolmemõõtmeline osa maapõuest, mille kaevandamisväärsust ja usaldatavust käsitletakse konstantsena. Kihtmaardlas võivad varuploki püsttahud olla vertikaalsed ja ploki ülemiseks ning alumiseks piriks võib olla geoloogiliselt eristatav pind. [6]

1. SISSEJUHATUS

Bakalaureuse töö teemal: "Keskkonnasäästlik kaevandamine märgsepareerimise teel Pudivere dolokivi karjääris." koostati vastavalt lähteülesaandele 1938D.

Eesti üks mitmekesisemaid maavarade klasse on looduslikud ehitusmaterjalid ehk ehitusmaavarad. Tingituna ehitusbuumist on ehitusmaavarade kaevandamine alates 2002. aastast märkimisväärselt kasvanud. Ehitusmaavarasid kaevandatakse kõige rohkem Harjumaal (50 protsenti), järgnevad Jõgevamaa (10 protsenti) ja Lääne-Virumaa (9 protsenti). Antud lõputöö on teostatud koostöös firmaga AS Kiirkandur, kelle tegevusteks on kruusa-, liiva-, ja paekarjäärde haldamine. Firma andis töö teemaks muuta Pudivere dolokivi karjääri kaevandamsviisi keskkonnasäästlikumaks. [8] Kaevandaja eesmärk Pudivere karjääris on kaevandada kõrgemargilist ehitusdolokivi. Ehitusdolokivi kasutusalaadeks on teede- ja tsiviilehitus. Täitedolokivi on peale rikastamist samuti teedehituses kasutamiseks sobilik. Karjääris ei toimu käesoleval hetkel tootmist. Kaevandustegevus lõpetati keskkonnasaaste tõttu. Karjäärist väljapumbatav vesi juhiti Pikknurme jõkke, mis saastas keskkonda ning rikkus jõe looduslikku vee koostist. [15]

Töö ülesanne oli kavandada Pudivere dolokivikarjääri keskkonnasäästliku kaevandamise mudel märgsepareerimise meetodit kasutades. Maavara on võimalik mitmel erineval viisil rikastada kui kasutada temale spetsiifilisi omadusi. Pudivere dolokivikarjääri oludele ja maavarale on sobilik märgsepareerimis meetod. Märgsepareerimist ei ole varasemalt selles karjääris teostatud ja seetõttu tuli töös kavandada ka sobiv masinapark, mis teenindaks karjääri vastavalt vajadustele. Lisaks on kirjeldatud kaevandustegevuse mõju keskkonnale ning keskkonnamõjude leevendamise võimalused.

Töö uudsuseks on asjaolu, et selle käigus töötati välja kaevandajale keskkonnasäästlik kaevandamise mudel, mis võimaldab Pudivere dolomiidikarjääris taas tootmist alustada.

2. METOODIKA

Antud töös kirjutati keskkonnasäästlikust kaevandamisest märgsepareerimise teel Pudivere dolokivikarjääris. Eesmärk oli leida AS Kiirkanduri Pudivere dolokivikarjääri kaevandamistehnoloogia, mis oleks keskkonnasäästlikum kui seal varasemalt rakendatud tehnoloogia ja võimaldaks firmal kaevandamist jätkata.

Lõputöös on Pudivere dolokivi karjääri geoloogiline ja hüdrogeoloogiline ieloomustus. Iseloomustatakse karjääris kaevandatavat maavara ja selle kasutusalasid.

Tehti ülevaade mäetöödest ja valitud märgsepareerimis meetodist. Kirjeldati Pudivere mäeeraldise mäenduslikke tingimusi ja maavara aastatoodangut ning hinnati kaevandamise kestust. Töösse on lisatud kaevandamisloa taotluse täiendavad tingimused ja seirekava.

Koostasid vastavalt karjääris plaanitavatele töödele teenindava masinapargi, millele joonestasin masinate töid kirjeldavad joonised ning leidsin masinate tootlikused.

Paigutasin masinapargi Pudivere karjääri aladele arvestades karjääri olusid ja plaanitavat kaevandamise tehnoloogiat.

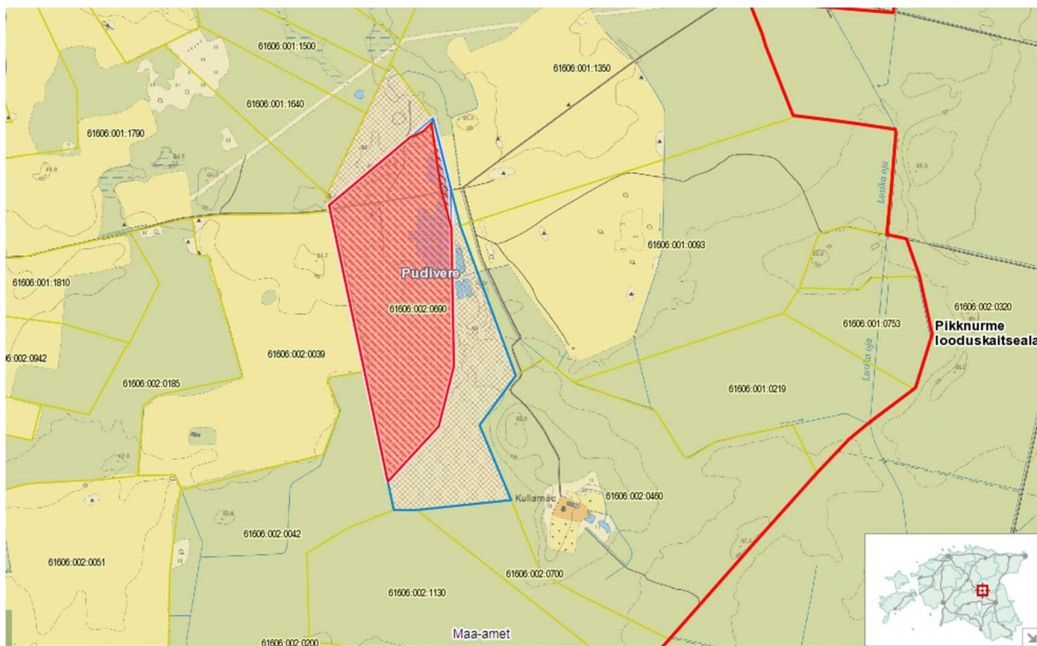
Keskkonnasäästlikuma kaevandamise teostamiseks planeerisin kinnise veesüsteemi.

Töös on antud ülevaade kaevandamise mõjust keskkonnale ning keskkonnamõju vähendamisest läbi väljatöötatud suletud veesüsteemi ja pakuti välja keskkonnamõjude leevendus.

3. KARJÄÄRI ÜLDISELOOMUSTUS

3.1 ÜLDANDMED

Pudivere dolokivikarjääri maavara kaevandamise loa nr L.MK/319723 omanik on AS Kiirkandur (äriregistrikood 10111516; aadress: Järvekald 1, Harkujärve, 76902 Harjumaa), loa kehtivusaajaks on kuni 12.12.2025. a. Kaevandusluba (Lisa1). Pudivere mäeeraldis asub Kesk-Eestis Jõgeva maakonna lääneosas, umbes 10 km Põltsamaalt ja Pudivere külast 1,5 km ida pool. Kinnistu suurus on 38,01 ha katastritunnus 61606:002:0690. [12]



Joonis 1 Pudivere dolokivikarjääri maardla. (Aluskaart Maa-ameti kaardirakendusest) [10]

Karjääri mäeeraldise ja selle teenindusmaa pindala 33,92 ha, millest mäeeraldise pindala on 21,68 ha. Maavara kaevandamise keskmiseks aastamahuks on arvutuslikult 200 tuh m³ ehitusdolokivi ja 105 tuh m³ täitedolokivi. Ehitusdolokivi kasutusalaadeks on teede- ja tsiviilehitus. Täitedolokivi peale rikastamist kasutatakse samuti teedeehituses. [12]

Pudivere dolokivikarjääri plaan(lisa2).

3.2 GEOLOOGILINE ISELOOMUSTUS

Põltsamaa ümbruse aluspõhja moodustab ülemine osa devonieelsest kulutusest alles jäänud AlamSiluri Raikküla lademest, Lõunas kattuvad Siluri karbonaatkivimid devoniealiste purdsetenditega. Raikküla lademe ülemises osas, Mõhkküla kihtide säilinud paksus on Põltsamaal 9,2 m (pa. H-39), Adavere murru juures (pa 382) 11,9 m, Pauastveres (pa. 19) 7,8 m. Pudivere dolokivimaardla asub Kesk- Eestis Raikküla lademe avamusalal. Piirkonna geoloogiline ehitus on väga keeruline, kuna seda läbib tektooniliste rike võõnd, mis on liigestatud aluspõhja paljudesse plokkidesse, ning Raikküla lademe kivimid on tekkinud fatsiaalselt muutlikes tingimustes. Raikküla lade koosneb erinevatest karbonaatkividest. Kõige iseloomulikud on mikrokriitilised (mikro- ja krüptokristallilised) lubjakivid, mis tsükliliselt põimuvad lõunaosas marl- või mudakividega ja millel on põhjaosas erinevad bioklastilised lubjakivid. Kesk-Eesti kõige põhjapoolsemates osades võivad uppuvad settetsükliid lõppeda argilliidse primaarse dolomiidiga. [12]

3.2.1. PINNAKATE

Pudivere maardla pinnakattesetted on esindatud vaid saviliiv- ja liivsavimoreeniga, mis sisaldab vähem kui 20% jämepurdu, peamiselt lamava Raikküla kihistu dolokivist. Moreeni paksus kõigub 0,8 meetrist ala loodenurgas kuni 3,5 meetrini lõuna- ja kirdepooles osas. Väljapool mäeeraldise kontuuri ulatub pinnakattesetete paksus kirde pool 6 meetrini. Ka seal esineb moreenpinnas. [12]

3.2.2. ALUSPÕHI

Pudivere dolokivi karjääri mäeeraldise piires moodustab aluspõhja Siluri ladestu Raikküla kihistu, mis jaguneb kaheks järsult erinevaks kivimkompleksiks – Mõhküla ja Imavere kihtideks. Mõhküla kihid moodustavad ülemise osa Raikküla kihistust ning neid iseloomustab teraline ja teralis-mudaline struktuur, keskmisekihiline tekstuur, tumehall värvus, mis peaaegu alati on rauaühenditest lillakirju, poorsus ja kavernoossus, kusjuures kavernid on tekkinud peamiselt kivistite väljaleostumisest, tihti pentameriididele iseloomulike septide jäljenditega. Alumise kompleksi Raikküla kihistust moodustavad Imavere kihid. Need kihid koosnevad väga peeneteralisest kollakashallist, ühtlasest, valdavalt massiivsest dolokivist. Imavere kihtide avatud paksus Pudivere maardla piirkonnas ulatub 10,0 m-ni. [12]

Pudivere maardla läbilõige (lisa3).

3. 3 HÜDROGEOLOOGILINE ISELOOMUSTUS

Pudivere maardlat ja ümbruskonna elanike veevarustust mõjutab Alam-Siluri põhjaveekompleks. Kvaternaarisetted, mis koosnevad põhiliselt liivsavimoreenist, pidevat veekihti ei moodusta. Vett väheläbilaskvad kvaternaarisetted on aeratsioonivööks, mille kaudu sademed infiltreeruvad Siluri veekompleksi lõhelistesse ja karstunud karbonaatkividesse. Karstilohkude olemasolu näitab selgelt, kuidas põhjavesi toitub läbi moreenkatte. [12]

Vettandvateks kivimiteks on Alam-Siluri Raikküla lademe lõhelistes lubja- ja dolokivid. Maardla piirkonnas on Siluri veekihi paksus ligikaudu 40 m. Sügavuse suurenedes kivimite lõhelisus väheneb. Kvaternaarisetete all avanevaid Raikküla lademe lubja- ja dolokive iseloomustab suur veerikkus. [12]

Puurkaevude erideebit ületab valdavalt 5 l/sm ja deebit muutub 2–5 l/s, alandusel 0,1–2 m. Põhjaveetase maardlal jääb puuraukude andmeil 1,4–5,6 m sügavusele maapinnast, absoluutkõrgustele 59,3–62,7 m, keskmiselt 60,2 m absoluutsele kõrgusele. [12]

Kasulikust kihist ca 95% jääb allapoole põhjaveetasel. Vee juurdevool karjääri moodustub valdavalt põhjavee juurdevoolust. Külgnevalt alalt tulev pinnavesi juhatakse piirdekraavide abil äravoolukraavidesse. Kivimi lõhelisuse ja karstumise tõttu on põhjavee sissevool karjääri ebaühtlane. Pudivere dolokivikarjääri keskkonnamõju hindamise käigus saadud arvutuslik põhjavee juurdevool karjääri töötamise kuuendal aastal, mil on kaevandatud

esimene kaeveaste ja veetaset alandatud 8,6 m, on 5475 m³/ööp; karjääri täieliku ammendamise (15 aastat) korral 8670 m³/ööp . [12]

3. 4 MAAVARA KAEVANDAMISEKS SOBILIK KIHT

3.4.1. GEOLOOGILINE UURITUS

1995.a. tellis AS Graniit geoloogilise uuringu Lambasaare talu maadel eesmärgiga välja selgitada geoloogiliselt soodsaim, ca 25 ha suurune ala killustiku valmistamiseks sobiva dolokivi kaevandamiseks, hinnata maavara kvaliteeti, optimaalset kasuliku kihi paksust ja hüdrogeoloogilisi tingimusi. Antud töödele oli eelnenud 1990.a. AS Graniit poolt organiseeritud 2 puuraugu rajamine, mille tulemusena saadi esmane informatsioon piirkonnas lasuvast dolokivist ja sellest valmistatud killustiku füüsikalismehaaniliste omaduste ja keemilise koostise kohta. Üks rajatud puuraukudest (2GR) jäi praeguse maardla piirile. 1995.a. uuringu tegi Eesti Geoloogiakeskus (Vingisaar jt., 1995). Uuringualale rajati 5 puurauku sügavusega 15–19 m. Pudivere uuringuala iseloomustati kui oluliselt karstunud aluspõhjaga ala. Proovipumpamisel selgus, et üksteisest 20 m kaugusel paiknevad puuraugud olid otseselt seotud ning karstumisele viitasid ka sulglohud põldudel ja kaartidel kujutatud umbkraavid, mis ei viinud välja veekogudesse. Lähtekivimi füüsikalismehaanilisi omadusi Pudivere maardlal ei uuritud, vaid neid hinnati analoogmaardlate põhjal, kus maavara moodustab sarnaselt Pudiverega Mõhkküla kihtide dolokivi (Adavere, Neanurme, Röstla, Loopre). Kivimit hinnati piisavalt tugevaks ja külmakindlaks. [12]

Puursüdamikust võeti 9 proovi killustiku füüsikalismehaanilisteks katsetusteks. Killustiku katsetuste põhjal hinnati Pudivere maardla dolokivi kõlblikuks ehituskillustiku valmistamiseks survetugevuse margiga mitte alla „600”, külmakindluse margiga „50”. Kulumiskindlus jäi I ja II margi vahele. Savi ja tolmu sisaldus oli väike – 1,5% piiril. [12]

Lubja või muu keemilisest koostisest sõltuva aine valmistamiseks kivim oma ebaühtlase dolomiidistumise ja laialt levinud ränistumise tõttu ei sobinud. Väikese kihipaksuse tõttu ei sobinud kivim ka viimistlus- ja plokikiviks. [12]

Kattekihi paksust maardlal hinnati küllaltki suureks – 0,8–3,6, keskmiselt 2,5 m. Kattekihi moodustas mõõduka munakate sisaldusega saviliivmoreen. Uuringu ebapiisava detailsuse tõttu hinnati ehitusdolokivi varu reservvaru kategoorias – 899 tuh m³ 12,79 ha pindalal. Varu arvutati abs tasemeni 54 m. Kasuliku kihi paksus oli 5,0–10,0 m, keskmiselt 7 m. [12]

Eesti Maavarade Komisjoni 03.02.1999.a. istungi protokollilise otsusega nr 99-6 kanti Pudivere dolokivimaardla maardlate riiklikku registrisse (reg.kaart 392) kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivse reservvaruga 899 tuh m³ 12,79 ha pindalal. [12]

2005 - 2006.a. tegi OÜ Eesti Geoloogiakeskus AS Kiirkandur tellimusel Pudivere dolokivimaardla ja selle lähiümbruse täiendava geoloogilise uuringu (Korbut jt., 2006). Uuringutöö eesmärgiks oli AS-le Kiirkandur kuuluval Lambasaare maaüksusel killustikuks sobiva kivimi uurimine tarbevaru tasemel, hilisema eesmärgiga taotleda antud alale kaevandamise luba. Et kontrollida kivimi vastavust kaasaegsetele nõuetele, lasi AS Kiirkandur esmalt rajada uuringuruumi ühe puuraugu (pa 10), mille puursüdamikust võetud neljas proovis määrati kivimi purunemiskindlus Los-Angelese katsel. Tulemused rahuldasiid tellijat – LA tegur jäi vahemikku 29–35. [12]

Kivimit valmistatud killustiku füüsikalismehaanilisteks katsetusteks võeti kokku 13 proovi (lisaks 4 tellijapoolset proovi LA teguri määramiseks): 10 proovis määrati killustiku puistemahumass,

veeimavus, purunevus silindris, purunemiskindlus Los-Angelese katsel, külmakindlus (EVSEN 1367-1), terastikuline koostis; ning 3 proovis lisaks ka külmakindlus (GOST 8269- 87), savi ja tolmuosakeste sisaldus, nõrkade terade sisaldus, kulumis- ja löögikindlus ja plaatjate ja nõeljate terade sisaldus. Puurimistulemused näitasid, et Pudivere maardla on oluliselt karstunud aluspõhjaga ala: esineb nii pindmist karsti, kus pinnakatte all lasub tugevalt murenenud dolokivi koos saviainesega, karbonaatset bretšat, kus karbonaatkivimid on segunenud karbonaatse saviga ning karstitühikuid, kus puurimisel esines puuri läbivajumisi. Seepärast uuriti karsti levikut täiendavalt geofüüsikaliste meetoditega. [12]

Geofüüsikaliste ja puurimisandmete põhjal jäeti varu arvutusest välja tugevalt karstunud alad uuringuruumi põhja-, ida- ja lõunaosas, kus karstunud intervalli paksuseks hinnati üle 2 m. Kuna savi sisaldus ulatus karstunud kivimites 50%-ni, siis seda maavaraks ei loetud. Uuringutöö tulemusena arvutati Pudivere maardla 22,15 hektaril kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivset tarbevaru 2 811 tuh m³, millest 7,7% ehk 215,5 tuh m³ moodustasid karstunud kivimid ja kõrgemargilise ehitusdolokivi passiivset tarbevaru väike-konnakotka püsielupaiga kaitsevööndis 0,06 ha pindalal 8,4 tuh m³. Kogu varu paiknes allpool põhjaveetasel. Kattekihi keskmine paksus oli 2,48 m. [12]

Pudivere dolokivimaardla varu kinnitati keskkonnaministri 07.02.2007.a. käskkirjaga nr 160. Kaevandamise loaga L.MK/319723, mis anti välja Keskkonnaameti Jõgeva-Tartu regiooni poolt 13.12.2010.a, lubati AS-l Kiirkandur kaevandada 15 aasta jooksul kõrgemargilist ehitusdolokivi 22,15 hektarilisel pindalal 2719 tuh m³. Pudivere dolokivikarjäärist kaevandamise tulemusena selgus, et mäeeraldise läbilõike ülaosas kogu I kaeveastme ulatuses oli kivim niivõrd lõheline ja karstunud, et visuaalselt võis kogu kaevandamise käigus paljandatud materjali hinnata lokaalmoreeniks. Toetudes kaevandamise tulemusena lisandunud täiendavale geoloogilisele informatsioonile, hindas OÜ Eesti Geoloogiakeskus AS Kiirkandur tellimusel täiendavalt maardla geoloogilist ehitust ja maavara kvaliteeti. 2014.a. valmis aruanne Pudivere dolokivimaardla varu ümberhindamisest (Tuuling, 2014), milles tehti ettepanek seni kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivse tarbevaruna arvel olev varu Pudivere dolokivimaardla ülaosas, keskmiselt 4,5 m paksuselt, hinnata ümber täitedolokivi aktiivseks tarbevaruks. Muutmisettepanekul võeti aluseks lähtekivimi külmakindluse katsetulemused, mis ei garanteerinud külmakindluse marki „15”, tööstusliku katset, kus pudedate setete osakaaluks mäemassist saadi 50% ja killustiku väljatulekuks 40% ning kaevandamise käigus paljandatud aluspõhjakiivimite lasumust (lõhelisust ja karstumist). Lisaks, seoses väike-konnakotka püsielupaiga kustutamise ja keskkonnaregistri kaitstavate loodusobjektide nimekirjast, tehti aruandes ettepanek hinnata kogu Pudivere dolokivimaardla 2. ploki ehitusdolokivi passiivne tarbevaru ümber kõrgemargilise ehitusdolokivi ja täitedolokivi aktiivseks tarbevaruks. Arvestades eeltoodut kinnitati Keskkonnaministri 02.09.2014.a. käskkirjaga nr 660 Pudivere dolokivimaardlal täitedolokivi aktiivset tarbevaru 22,21 ha pindalal 994 tuh m³ (1. plokk) ja kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivset tarbevaru 1820 tuh m³ (2. plokk 1. ploki lamamis) (seisuga 01.03.2014.a.). Seoses viimati loetletud muudatustega Pudivere maardla varudes, taotleb AS Kiirkandur kaevandamise loa muutmist, et viia mäeeraldise varud vastavusse maardlas olevate varudega. [15]

Pudivere maardla pinnakatte moodustavad kvaternaarisetted, mis on esindatud liivsavimoreeniga, milles on valdavalt karbonaatset jäme purdu kuni 20%. Moreeni paksus ulatub 0,8 meetrist maardla loodenurgas kuni 3,5 meetrini lõunaosas. Mullakihi paksus on 0,2–0,4 m. Keskmiselt on kvaternaarisetete paksus maardlal 2 m. Pudivere maardla paikneb Alam-Siluri karbonaatkivimite avamusalal. Raikküla lademe kivimid Kesk-Eestis on kujunenud fatsiaalselt muutlikes tingimustes, iseloomulik on mudaliste ja teraliste lubjakivide tsükliline vaheldumine. Sageli on kivim tugevalt ümber kristalliseerunud, nagu ka Pudivere maardlas, kus uuritud paksuses lasuvad valdavalt kõrge MgO sisaldusega dolokivid. Dolomiidistumise käigus on muutunud kivimi struktuur ja tekstuur ning on tekkinud dolokivile iseloomulik kavernoosus ja poorsus. Kivimitele

on iseloomulikud punakad toonid, mida seotakse Devoni-aegsete, tänapäevaks ärakulutatud punasevärviliste setete mõjuga. [15]

Uuringuaruannete andmeil moodustavad Pudivere maardla kasuliku kihi Raikküla lademe Mõhküla ja Imavere kihtide dolokivid. Makrolitoloogiliste tunnuste põhjal (määratlemata neid stratigraafilisteks üksusteks), võib läbilõikes välja eraldada 6 litoloogiliselt eriilmelist kivimkompleksi (ülevalt alla):

- 1) tumehall, kohati lillakate laikudega teraline dolokivi, keskmisekihiline, väheste kavernidega, reeglina läbitud lõhedest;
- 2) hele kollakashall pisiteraline lubidolokivi või dolomiidistunud afaniitne lubjakivi, valdavalt õhukesekihiline, plaatjas;
- 3) valkjashall dolomiidikas lubjakivi, kus tihedalt hargnenud domeriidi (mergli) kelmed annavad kivimile bretšalaadse ilme;
- 4) hall peenekristalliline keskmisekihiline väga kavernoosne dolokivi jämedakristalsemate (algselt detriitsete) ja jämedaid kaverne sisaldavate vahekihtidega. Kavernide pinnal on sageli moodustunud rauahüdroksiididest lillakaspruun kile; piir lamava kivimkompleksiga on väga terav – limoniitse impregnatsiooniga katkestuspind;
- 5) hele, rohekas- kuni kollakashall, väga peene struktuuriga, ühtlane, valdavalt massiivne, savikas, sageli punaselaigulise mustriga, poolmugulja-mugulja tekstuuriga dolokivi (laguunidolokivi);
- 6) helehall, pisi- kuni peenekristalliline, peenpoorne, üksikute kavernide dolokivi. Sageli on kivim roosaka tooniga, ebaselgelt muguljas – üksteise sees põimuvad roosakas peenekristalliline ja rohekasbeež savikas mikrokristalliline dolokivi. Erineva koostisega kivimite kontaktpinnad on rauaühenditest lillakaspruunid, moodustades dekoratiivse mustri. [12]

Kõik käsitletavad kivimid on algselt olnud normaalmerelised lubjakivid, kui oletatavad laguunisetted välja arvata. Nende dolomiidistumine on kulgenud erineva struktuuriga kivimeis erineva intensiivsusega. Sekundaarsetest muutustest on lisaks dolomiidistumisele Pudivere maardla kivimile iseloomulik ka ränistumine. Ränimugulad esinevad pea kogu läbilõikes, paiknedes suvalises asendis, allutamata kihilisusele, olles sedimentatsiooni suhtes hilised. [12]

Olulisimad tegurid, millest oli tingitud ka kivimi kvaliteedi ümberhindamine, on tektoonika ja karstumine. Kogu avatud karjääriseina osas esineb tektoonilisi, murenemis- ja kihilisuslõhesid ja rohkesti savimaterjaliga täidetud karstiõõnsusi. Ka kõigis uuringupuuraukudes on kogu uuritud profiili ulatuses kirjeldatud horisontaalseid, vertikaalseid ja subvertikaalseid lõhesid ning intervalle tugevalt purustatud puursüdamikuga. Lõhesid mööda voolav vesi on lahustanud ja erodeerinud karbonaatkivimi kihte, laiendades oma vooluteid ja põhjustanud tektooniliste lõhede karstumist. Vooluvete toimel on lõhed täitunud halli või punaka savimassiga. [12]

Avatud karjääriseina ja kirjeldatud puursüdamike järgi otsustades võib oletada, et mööda lõhesid liikunud vesi on avaldanud mõju ka sügavamal lasuvatele kivimkihtidele, tekitades seal murenemisprotsesse, mistõttu murenemisvöö ulatub kaevandamisega paljandatud osast sügavamalegi: 7–9 m sügavusele maapinnast (kohati kuni 53 m abs. tasemeni). [12]

Seda, et Pudivere maardla piirkond jääb oluliselt karstunud aluspõhjaga alale, mainiti juba maardla esmauringul 1995.a. (Vingisaar jt., 1995), ning seda kinnitas ka detailne uuring 2006.a. (Korbut jt., 2006). Kuna karstinähtused olid olulise tähtsusega kasuliku kihi lasundile, käsitleti neid

2006.a. aruandes põhjalikumalt. Sama töö käigus uuriti karsti levikut ka täiendavalt geofüüsikaliste meetoditega. Puursüdamike andmete kõrvutamisel geofüüsikalistega, koostati Pudivere uuringuruumi karsti leviku plaan. Karsti levikust sõltuvalt kontuuri maardla, jättes varualast välja alad uuringuruumi põhja, ida- ja lõunaosa, kus karstunud intervalli paksuseks hinnati valdavalt üle 3 m. Seega võib väita, et pea kogu maardla on ümbritsetud tugevalt karstunud aladega. Kaevandamise käigus on aga ilmnenu, et karstumine on lausaline, ning jälgides kogu idapoolset avatud karjääriseina, ei ole kogu paljandatud kasuliku kihi ulatuses olulist erinevust avatud seina põhjaosas, kus geofüüsikaliste andmete põhjal peaks olema kivim vähem karstunud võrreldes lõunapoolsemaga, kus elektromeetrilised uuringud näitasid karsti ulatuslikumat esinemist. Tugevasti karstunud paekivile maardla keskosas viitas ka proovipumpamine puuraukudest 1 ja 1a 1995.a. uuringute käigus, kus üksteisest 20 m kaugusel olevad puuraugud osutusid omavahel ühenduses olevaks ning suruõhk hakkas väljuma ka vaatluspuuraugust, tõstes selle veetaset. Karstivormide olemasolu on jälgitav ka maapinnal – mäeeraldise keskosas esineb mitmeid, kuni 60 m läbimõõduga ja 1,5 m sügavusi sulglohe (karstilehtreid). [12]

Kõike eeltoodut arvesse võttes võib väita, et Pudivere maardla kasulik kiht on läbilõike ülaosas kogu mäeeraldise pindalal läbitud tihedast lõhedevõrgust, mida mööda voolav vesi on laiendanud oma vooluteid, lahustanud ja erodeerinud karbonaatkivimeid ja kandnud lõhedesse ja tühimikesse purdseteid, mis tööstusliku katse andmeil moodustab ligi 50% mäemassist. [12]

Raikküla lademe kivimid on kujunenud fatsiaalselt muutlikes tingimustes, iseloomulik on mudaliste ja teraliste lubjakivide tsükliline vaheldumine. Sageli on kivim tugevalt kristalliseerunud, kus uuritud paksuses lasuvad kõrge MgO sisaldusega dolomiit kivimid. Kivimitele on iseloomulikud punakad toonid, mida seotakse kunagise Devoni-aegsete, tänapäevaks ära kulutatud punasevärvilise setete mõjuga. Mõhküla kihtide kivim on tugevasti ümberkristalliseerunud, peene kuni keskmisekristallne, kirjuvärviline- vaskjashalli- lillakaspruuni- tumehalli- sinakashalli- laiguline. Sagedased on suured kavernid, mille pinnad on kaetud dolomiidikristallidega ja lillakaspruuni kelmega, ning valkjad ränimugulad, mis on samuti randitud lillaka kelmega. Kivim on sageli allunud pindmisele karstumisele ja läbitud lõhedest, mis on täidetud katvate kvaternaarsisetetega. Esineb ka tsementeerunud savi, liiva ja karbonaatse mudaga täidetud karstiõõnsusi. Kirjeldatud kivimikompleks ei levi ühtlaselt kogu uuringuruumis ja ka paksus ei ole välja peetud, ulatudes 0-2,7 m. Bretšalaadse kivimi lamamipind on ebatasane, jäädes puuraugus 13 absoluutkõrgusele 46,5m ning ulatudes 52,6 m puuraugus 8. Keskmine kompleks vaheldub peene- kuni keskmisekristalliline hallikas ja mudaline beežikas dolomiitkivim. Kontaktid nende erimite vahel on hajusad, ka pindalailiselt ei ole kihid pidevad ning läbilõigetel nad kindlatel tasemetel välja ei joonistu. Vaid kompleksi alumises osas lasub beežika mudalise ca 1 m paksune kiht, mis esineb pea kõigis puuraukudes ja on heaks markeerivaks kihiks läbilõigete konstrueerimisel. Sageli on nimetatud kiht lõheline, mille pindu katavad ca 0,5 cm läbimõõduga peenekristallilise püriidi kogumikud. Hall dolomiitkivim on rohkete korallide ja stromatopooride jäänustega, millede väljaosutumisel on tekkinud suured kavernid dolomiidi, harvem kaltsiidikristallidega, korallide väljaleosutumisest on kivim kohati ka kärjelaadse tekstuuriga. Kohati on on kivim aga biohermse tekstuuriga, koosnedes valdavalt korallrahnuude ja stromatopooride kivistunud jäänusest. Kogu kompleksile on iseloomulikud valkjad ränimugulad. Alumine kompleks algab ca 1 m paksuse rohekashallika, kohati roosaka tooniga savika, peenekristallilise kuni mudalise dolomiitkivimiga, milles on suhteliselt tihedalt lainja roheka domeriidi kuni 2 cm paksusi lainjaid hargnevaid vahekihte, mis annavad kivimile lainja kuni poolmulgja tekstuuri. Selle all ilmuvad kuni 5 cm paksused peenekristallilise dolomiitkivi peenpoorsed, kohati kavernoossed lillaka tooniga vahekihid. Lainjad kihipinnad ja valged

ränimugulad on ümbritsenud lillakaspruuni kelmega. Kivimile on iseloomulik dekoratiivne kirjuvärviline muster. Kirjeldatud kompleks on avatud vaid üheksas puuraugus 0,5- 3,9 m paksuselt. Imavere kihid on esindatud lubjakiviga. Lubjakivi on hele-kollakas-hall, beežikas-hall, kohati punase variundiga, mikrokihiline, peitekristalne, harvade mergli kelmete vahekihtidega. Kihtide ülemises osas esineb karsti tühimikke. Puursüdamik on kihi ulatuses purustatud, esineb väikeseid kaverne. Imavere kihtide keskmine paksus on 2,3 m valdavalt massiivne dolomiitkivim. Imavere kihtide avatud paksus Puidvere kaevanduses on 2,0 kuni 7,7m. [12]

3.5. MAAVARA KVANTITATIIVNE JA KVALITATIIVNE ISELOOMUSTUS

1. plokki lähtekivimi survetugevus on katsetuste andmeil vahemikus 114,0–151,5 MPa, keskmiselt 127,3 MPa. Kivimi külmakindlust iseloomustab 2 proovi, millest ühel juhul ei vasta kivim külmakindluse margile „15”, kuna survetugevuse langus peale 15 külmutus-sulatustsükli oli 21% ja teise proovi puhul ei vasta kivim külmakindluse margile „25” – survetugevuse muutus oli pärast 25 külmutus-sulatustsükli 31,9%. Kuna ligikaudu 50% mäemassis lasuvast kivimist moodustab õhukesekihiline paas või pudedad setted, millel ei ole võimalik määrata survetugevust ega külmakindlust, võib Puidvere maardla ülaosas (1. plokis) lasuvat dolokivi tervikuna hinnata täitedolokiviks. Ka 2. plokis ei vastanud ühes proovis kivim külmakindluselt ehitusdolokivi nõuetele (survetugevuse langus peale 15 külmutus-sulatustsükli oli koguni 40,5%). Samuti viitab fototulpade võrdlus karstunud karbonaatkivimite jätkumisele 4,5 meetrist sügavamal. Kuid alumiste kihtide (2. plokki) margilisust ümber ei hinnatud. See võib kõne alla tulla edasise kaevandamise käigus, mil avatakse sügavamal lasuvad kivimikihid, ning kaevandamise praktiline kogemus ja looduses jälgitav kivimikihtide geoloogiline lasuvus võimaldaks selle üle otsustada. 2006.a. uuringu (Korbut jt., 2006) andmeil on 2. Plokki maavaraks kõrgemargiline ehitusdolokivi, mille survetugevuse mark on „800” ja külmakindlus „25”. Mäemassis esineva purdmaterjali koguse ja killustiku väljatuleku määramiseks teostatud tööstusliku katse tulemusest selgus, et 1. plokki puhul on killustiku väljatulek kogu mäemassist vaid ca 40%. Killustiku füüsikalise-mehaanilised näitajad on suhteliselt head, kuid kuna katsetused tehakse juba mäemassist purustatud ja välja sõelatud materjali kindlast fraktsioonist, iseloomustavad need näitajad vaid teatud osa (~40%) mäemassi moodustavast lasundist. Puidvere maardla kasuliku kihi (nii 1. kui 2. plokki) purunemiskindlus Los-Angelese katsel jääb fraktsioonil 10/14 mm valdavalt 30 piirile (27–37), keskmiselt 31 vastates LA kategooriale LA₃₅, millest on võimalik valmistada IV klassi killustikku. Killustiku (fr 8/16) külmakindluskatsel (EVS-EN 1367-1:2007) oli massikadu 1. plokis 0,6–1,5% (keskmiselt 1,0%) ja 2. plokis 0,5–1,1% (keskmiselt 0,6%), vastates keskmiste näitajate poolest mõlemal juhul I klassi killustikule. [12]

Killustiku (fr 10– 20 mm) massikaod purustamisel silindris (GOST) on 1. plokis 11,5–15,9%, keskmiselt 13,9% ja 2. plokis 12,3–16,5%, keskmiselt 14,3%, vastates mõlemal juhul margile „800”. [12]

Killustiku (fr 20–40 mm) veeimavus (GOST) 1. plokis 0,9–5,7%, keskmiselt 1,9% ja 2. plokis 0,9–5,6%, keskmiselt 2,5%. Keemiliselt koostiselt moodustab 1. ja 2. plokki maavara nii lubja- kui ka dolokivi, milles CaO sisaldus on 26,41–52,11% (1. plokki keskmiselt 34,10%, 2. plokki 30,97%) ja MgO 2,73–19,12% (keskmised näitajad vastavalt 13,18% ja 16,72%).

Samuti on lahustumatu jäägi sisaldus väga muutlik, ulatudes karstunud intervallides 28%-ni (maardlast väljaspool paiknevas puuraugus 4-05 isegi 48%-ni). Plokkide keskmised näitajad lahustumatu jäägi osas on vastavalt 10,13% ja 7,40%. Kivimi keemiline koostis on muutlik, mistõttu tehnoloogilise toormena see kõne alla ei tule. [12]

4. MÄEERALDISE PIIRIDE JA SÜGAVUSE PÕHJENDUS KOOS KAEVANDAMISELE KUULUVA VARU MÄÄRAMISEGA

Mäeeraldise piirid on määratud kaevandamise loaga L.MK/319723, mis anti AS- le Kiirkandur välja Keskkonnaameti Jõgeva-Tartu regiooni poolt 13.12.2010.a. Erinevalt kehtivast loast on taotletava loa puhul mäeeraldisest välja jäetud maaparandussüsteemi eesvoolu kalda piiranguvööndisse jääv ala olemasoleva mäeeraldise kirdenurgast, kus Looduskaitseaduse § 37 tulenevalt on maavara kaevandamine keelatud. Sarnaselt kehtiva loaga on endiselt mäeeraldisest välja jäetud väikesepindaline ala maardla kirdenurgast, mis varasemalt jäi väike-konnakotka püsielupaiga kaitsevööndisse ja oli kinnitatud passiivse tarbevaruna (endine maardla 2. plokk, Korbut 2006). Ehkki väikekonnakotka püsielupaik kustutati keskkonnaregistri kaitstavate loodusobjektide nimekirjast ja varu hinnati ümber aktiivseks, mäeeraldise ja selle teenindusmaa piiride muutmist Põltsamaa vallavalitsuse vastuseisu tõttu käesolevaga ei taotleta. Sügavuti on mäeeraldise piiriks geoloogiliste töödega uuritud ja kinnitatud aktiivse tarbevaru piir, mis jääb abs.tasemele 46,2–49,8 m, keskmiselt 48,2 m. Mäeeraldise teenindusmaa piiri, võrreldes kehtiva loaga, ei muudeta. Teenindusmaa pindala on 33,92 ha. Teenindusmaa piir jälgib reeglina katastriüksuse 61606:002:0690 piiri, vaid põhjaosas kulgeb mööda mäeeraldise piiri. Kuna kaevetööde käigus jääb mäeeraldise piiril kattekihhist nõlva (kalle 1:1,5) all asuv dolokivi kaevandamata, on kaevandatava dolokivi varu väiksem selle geoloogilisest varust. [12]

Mäeeraldise übermõõt on 2208 m. Kuna 296 m pikkusel lõigul mäeeraldise kirdenurgas on kehtiva kaevandamisloaga kattekiht juba kooritud taotletava mäeeraldise piiridest väljaspool, tuleb kattekihhist nõlva alla jääva dolokivi maht arvutada 1912 m pikkusel lõigul:

- nõlva pikkus on 1912 m;
- katendist nõlva keskmine kõrgus on 2,56 m;
- kattekihhist nõlva aluse keskmine laius on $1,5 \times 2,56 = 3,84$ m;
- täitedolokivi nõlva keskmine kõrgus on 4,5 m.
- ehitusdolokivi nõlva keskmine kõrgus on 8,2 m

Nõlvatervikusse jääva täitedolokivi maht:

$$3,84 \times 4,5 \times 1912 = 33039 \text{ m}^3 \text{ ehk } 33 \text{ tuh m}^3.$$

Nõlvatervikusse jääva ehitusdolokivi maht:

$$3,84 \times 8,2 \times 1912 = 60205 \text{ m}^3 \text{ ehk } 60 \text{ tuh m}^3.$$

Kaevandatava täitedolokivi maht:

$$958,3 - 33 = 925,3 \text{ tuh m}^3 [12]$$

5. PUDIVERE KARJÄÄRIS KAEVANDATAVA MAAVARA KASUTUSALAD

Pudivere maardla põhimaavaraks olev kõrgemargiline ehitusdolokivi (2. plokk) on kasutatav teedehituses ja ehitussegudes. 1. plokis lasuv täitedolokivi on kaasnev maavara, millest 50% ei ole mineraaltäitematerjalina kasutatav ja läheb puistangusse. Ülejäänud osa on peale rikastamist (purustamist, fraksioneerimist ja pesemist) kasutatav teedehituses ja ehitussegudes. [12]

Arvutatud kehtiva mäeeraldise (22,15 ha pindalal) jääkvaru suurus seisuga 31.12.2019.a. Esmalt on arvutatud kehtiva mäeeraldise varu seisuga 01.03.2014.a. (varu ümberhindamise seisuga). [12]

Kehtivast mäeeraldisest jääb välja endine maardla 2. Plokk pindalaga 0,06 ha ja mahuga 8,4 tuh m³, mis jaguneb Keskkonnaministri 02.09.2014.a. käskkirjaga nr 660 kinnitatud varuplokkide vahel järgmiselt:

1. ploki (täitedolokivi) varu arvutati ja kinnitati absoluutkõrguseni 56,3 m.

Kirdenurgas paikneva lähima puuraugu 7-05 andmeil on täitedolokivi paksus seal 6,6 m, mis teeb täitedolokivi mahuks 0,06 ha pindalal:

$$6,6 \text{ m} \times 600 \text{ m}^2 = 3960 \text{ m}^3 \text{ (4,0 tuh m}^3\text{)}$$

Järelikult jääb 1. plokist mäeeraldisse:

$$994000 - 3960 = 990040 \text{ m}^3 = 990 \text{ tuh m}^3 \text{ [12]}$$

2. ploki (kõrgemargilise ehitusdolokivi) paksus maardla kirdenurgas on 7,4 m ja selle maht 0,06 ha pindalal on:

$$7,4 \text{ m} \times 600 \text{ m}^2 = 4440 \text{ m}^3 \text{ (4,4 tuh m}^3\text{)}$$

Järelikult jääb 2. plokist mäeeraldisse:

$$1820000 - 4440 = 1815560 \text{ m}^3 = 1815,6 \text{ tuh m}^3 \text{ [12]}$$

Järelikult oli seisuga 01.03.2014.a. Pudivere dolokivikarjääri mäeeraldise (22,15 ha) varu järgmine: 1) täitedolokivi aktiivset tarbevaru 990 tuh m³ (osa KKM 02.09.2014.a. käskkirjaga nr 660 kinnitatud 1. plokist); 2) kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivset tarbevaru 1815,6 tuh m³ (osa KKM 02.09.2014.a. käskkirjaga nr 660 kinnitatud 2. plokist). [12]

2014.a. novembris teostatud markšeideritööde andmeil on ajavahemikul 13.12.2010 – 12.11.2014 Pudivere dolokivikarjääri mäeeraldiselt kaevandatud 10,2 tuh m³ dolokivi. Ümberhindamise hetkeks (01.03.2014.a.) oli bilansi järgi 1. plokist kaevandatud 4,6 tuh m³ (see maht on juba KKM käskkirjaga nr 660 kinnitatud varust maha arvatud). Järelikult kaevandati pärast 01.03.2014.a. 5,6 tuh m³ (10,2-4,6=5,6), mis kaevandati kõik 1. plokist, see tähendab, et kaevandatud on ainult täitedolokivi (möödistamisandmetel 56,3 m absoluutkõrgusest (1. ploki lamamist) allapoole kaevandanud ei ole). Kaevandaja andmeil nad peale markšeideritööd rohkem kaevandanud ei ole, seega on seisuga 31.12.2014.a. kehtiva Pudivere dolokivikarjääri mäeeraldise (22,15 ha) jääkvaru järgmine:

- täitedolokivi aktiivset tarbevaru 984,4 tuh m³ (990-5,6); (osa 1. plokist)

- kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivset tarbevaru 1815,6 tuh m³ (osa 2. plokist). [12]

Seni kehtinud mäeeraldisest peab täiendavalt välja jääma maaparandussüsteemi eesvoolu kalda piiranguvööndisse jääv ala olemasoleva mäeeraldisest kirdenurgast, kus Looduskaitseaduse § 37 tulenevalt on maavara kaevandamine keelatud. Kuna sellelt alalt on kehtiva kaevandamise loa alusel juba kaevandatud, arvutatakse siin varu arvutiprogrammi Surfer8 abil kahe pinna vahelise mahu määramise meetodil, kus 1. Ploki puhul moodustab ülemise pinna kasuliku kihi pealispind (möödistatud seisuga 12.11.2014.a.) ja alumise pinna 56,3 m absoluutkõrgus (1. ploki lamamipind) ja 2. Ploki puhul on ülemiseks pinnaks 56,3 m absoluutkõrgus ning alumiseks pinnaks kasuliku kihi lamam, mis jääb 48,6–49 m absoluutkõrgusele. [12]

Varuarvutuse kohaselt jääb seni kehtinud mäeeraldisest täiendavalt välja:

26099 m³ = 26,1 tuh m³ täitedolokivi (osa 1. plokist) ja 35908 m³ = 35,9 tuh m³ kõrgemargilist ehitusdolokivi (osa 2. plokist). Seega on taotletava Puidvere dolokivikarjääri mäeeraldisest (21,68 ha) varu seisuga 31.12.2014.a. järgmine:

- täitedolokivi aktiivset tarbevaru 958,3 tuh m³ (984,4-26,1); (osa 1. plokist)
- kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivset tarbevaru 1779,7 tuh m³ (1815,6- 35,9) (osa 2. plokist). [12]

Taotletavast Puidvere dolokivikarjääri mäeeraldisest jääb välja maardla kirdenurk 0,53 ha pindalaga, milles maavaravaru, lähtudes eespool arvatud mahtudest, on järgmine:

- täitedolokivi aktiivset tarbevaru 30,1 tuh m³ (4+26,1); (osa 1. plokist)
- kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivset tarbevaru 40,3 tuh m³ (4,4+35,9) (osa 2. plokist). [12]

Taotletava mäeeraldisest piires, 21,68 ha pindalal on täitedolokivi aktiivne tarbevaru 958,3 tuh m³ (osa 1. plokist) ja kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivne tarbevaru 1779,7 tuh m³ (osa 2. plokist), mis mõlemad paiknevad allpool põhjaveetasel. [12]

6. KAEVANDATAVA DOLOKIVI ISELOOMUSTUS

6. 1 KIVIMI FÜÜSIKALIS- MEHAANILISED OMADUSED

Määeraldisel on kasulikuks kihiks dolokivi, mille paksus puuraukude lõikes oli 11,4...14,0 m, keskm. 12,69 m. Kattekihi paksus on vahemikus 1,2...3,6 m, keskm. 2,48 m. [14]

Ehitusotstarbelistele karbonaatkivimitele esitatakse järgmised põhinõuded:

1. Survetugevus kuivalt vähemalt 20 Mpa;
2. Külmaskindlus vähemalt 15 tsükli;
3. Kõrgemargilise karbonaatkivimi survetugevus peab olema üle 60 Mpa ja külmaskindlus 25 tsükli. [14]

Puidvere maardlas leviva dolokivi survetugevus kuivalt on 111...151 Mpa (keskm. 124 Mpa), millest tulenevalt on tegemist kõrgemargilise dolokiviga. Dolokivi survetugevus veega küllastatud olekus on 88...112 Mpa (keskm. 98 Mpa). Külmaskindluse määramisel on massi muutus 25 tsükli järel kuni 0,0...0,5% (keskm. 0,1%), survetugevus peale 25 tsükli on 84...113 Mpa (keskm. 97 Mpa). Kivimi tihedus muutub vahemikus 2396...2771kg/m³ (keskm. 2593 kg/m³), mis on tüüpiline Eesti karbonaatkivimitele. Kivimi mahumass muutub vahemikus 2362...2666 kg/m³ (keskm. 2559 kg/m³). Kivimi poorsus muutub vahemikus 1,7...3,2% (keskm. 2,3%). Veeimavus muutub vahemikus 0,3...4,9% (keskm. 2,1%). Kivimist valmistatud toodangut saab kasutada riigimaanteede 3 ja 4 klassi teede ehitamisel. [14]

Keemiliste näitajate poolest kujutavad karstunud kivimid endast karbonaatset bretšat – lubjakivi- ja dolokivikillustikku, mis on tsementeeritud karbonaatse saviga. S1rkM kihtide läbilõikes karbonaatse kivimim. CaO sisaldus kõigub alates 27,82...52,11% ja MgO sisaldus kõigub alates 2,73...19,04%. S1rkl kihtide karbonaatne kivim kujutab endast ainult dolokivi. CaO sisaldus kõigub alates 26,65%...32,42%, MgO sisaldus alates 17,94%...19,20%. [14]

Tabel 1Kõrgemargilistest karbonaatkivimite tootava killustiku näitajad [14]

| Näitaja | Tulemused |
|-------------------------|--|
| Purustatavus silindris: | a) kaalu (massi) kadu 11,5...15,9% (keskm. 14,2%) (fr. 10-20 mm); |
| | b) mark (end. NL GOST 23845–86) 1000 – 38,5%, 800 – 38,5%, 600 – 23%. |
| Kulumiskindlus: | a) kaalu (massi) kadu 31...33% (keskm. 32,3%) (fr. 10-20 mm); |
| | b) keskmine mark (end. NL GOST 23845–86 järgi) “i-II”. |
| Külmaskindlus | a) kaalu (massi) kadu peale 15 ts. – 0,9...1,4% ja 25 ts. – 1,4...2,6 %; |
| | b) külmaskindluse mark “F-25”. |

| | |
|---|--|
| Näitaja | Tulemused |
| Tolmu- ja saviosakeste sisaldus | (fr. 10-20 mm) on 1,4...2,6% ning otstarbekas on killustiku pesemine. |
| Näitaja | Tulemused |
| Plaatjate ja nõeljate terade sisaldus (plaatsustegur) | 13,1...18,0% (keskm. 14,8%) (fr. 10–20 mm). |
| Purunemiskindlus | Los Angelese katsel EVS-EN 1097-2 on 27...37% (keskm. 31%), keskmine klass – IV. |

7. KARJÄÄRI MÄENDUSLIKUD TINGIMUSED

Keskkonnasäästlikuks kaevandamiseks on vaja teada kaevandatava mäeeraldise mäenduslikke ja keskkonnakaitse tingimusi, millele põhinedes valitakse karjääri teeninav masinapark ning kaevandamise tehnoloogia.

Pudivere dolokivikarjääri mäeeraldise mäenduslikud tingimused on suhteliselt keerulised, kuna kasulik kiht lasub praktiliselt allpool põhjaveetasel ja lisaks sellele on dolokivi lõheline ning vee juurdevool karjääri võib kõrgvee ajal erineda arvestuslikust märkimisväärselt.

Maavara lasub keskm. 2,02 m (sh 0,29 m kasvukihti) pehme kattekihi ja 0,46 m kaljukatendi all. Kasuliku kihi paksus on 11,4...14,0 m (keskm. 12,69 m). Maavara lasundi lasuv pind on kõrgustel 57,5...63,6 m (keskm. 61,1 m) ja kordab üldjoontes maapinna reljeefi. Kasuliku kihi lamam on kõrgustel 46,2...50,2 m (kesk. 48,4 m). Kattekihi keskmine paksus on 2,48 m ja maht 549 tuh m³, sh kasvukihti 64 tuh m³ ja moreenpinnast 485 tuh m³.

Killustiku väljaveoks tuleb kasutada ainult Nukumäe teed, vältimaks suurte masinate sõitmist Pudivere küla vahel. Väljaveotee ehitada vastavalt Riigimetsa Majandamise Keskuse poolt esitatud nõuetele. Tartu-Tallinn mnt peale- ja mahasõit ehitada vastavalt Maanteeameti poolt esitatud nõuetele. Kaevetööd toimuvad aastaringelt. [14]

8 KAEVANDAMISE TEHNOLOOGIA

Püdivere dolokivikarjääris toimub kaevandamine vastavalt OÜ Eesti Geoloogiakeskuse poolt 2013 aastal koostatud kaevandamisprojektile ning Maria Ossadtšaja lõputöö raames koostatud Püdivere dolokivikarjääri arengukavale. Maavara kaevandamiseprojekt ning arengukava koostati enne kaevetööde algust. Püdivere dolokivikarjääris alustati kaevetöödega, aga selgus, et teostatud geoloogilised uuringuid ei olnud piisava usaldusväärusena ning lisaks kaevandamisprojekti ettenähtud tehnoloogiale, on vaja kasutusele võtta veel mõni töötlemise tehnoloogia, mis suurendaks karjääri tootlikust. [9]

8. 1 MAAVARAVARU, AASTATOODANG JA KAEVANDAMISE KESTUS

Püdivere dolokivikarjääri kaevandamise loa (loa nr L.MK/319723) järgi on ehitusdolokivi aktiivne tarbevaru on 2811 tuh m³, millest kaevandatav varu on 2719 tuh m³. Püdivere dolokivikarjääri maavara kaevandamise loas ei ole määratud maksimaalset aastamäärat vaid on määratud keskmine aastamäär. Maavara keskmiseks aastatoodangu mahuks on kaevandamise loas määratud 200 tuh m³. Aastatoodangu maht sõltub materjali nõudlusest ja üldisest majanduslikust olukorrast. [14], [12]

8. 2 MAAVARA KAEVANDAMISE LOA TÄIENDAVAD TINGIMUSED JA SEIREKAVA

Dolokivi kaevandamisel tuleb kinni pidada maavara kaevandamise loa L.MK/319723 sätestatud eritingimustest. Eritingimused on järgmised:

1. Kasutada tuleb kaetud sõelte ja transportööridega purustus-sorteerimissõlme ja vajadusel sõelumisel materjali niisutada. [14]

2. Kuival ajal tuleb karjäärisiseseid teid niisutada.

3. Killustiku väljaveoks kasutada ainult Nukumäe teed, vältida suurte masinate sõitmist Püdivere küla vahel. Väljaveotee ehitada vastavalt Riigimetsa Majandamise Keskuse poolt esitatud nõuetele. Tartu-Tallinn mnt peale- ja mahasõit ehitada vastavalt Maanteeameti poolt esitatud nõuetele. [14]

4. Enne karjäärivete pumpamist ning ära juhtimist suublasse taotleda vee erikasutusluba. [14]

5. Vee ärajuhtimiseks kasutatavad kraavid puhastada ja vajadusel süvendada ning truubid korrastada. [14]

6. Karjäärivee veekogusse juhtimiseks tuleb see eelnevalt settebasseinides lasta selgineda. [14]

7. Kui kaevandamise tulemusena karjääri mõjupiirkonnas olevates kaevudes alaneb veetase tarbimist mittevõimaldavale tasemele, tuleb kaevandajal need asendada sügavamatest veekihtidest toituvate kaevudega. Mõjude kõrvaldamiseni kaevandamise luba peatatakse. Veeproovid kaevudest võetakse enne kaevandamise alustamist ja perioodiliselt kaevandamise jooksul. [14]

8. Kui kaevandamise tulemusena karjääri mõjupiirkonnas olevates kaevudes halveneb vee kvaliteet tarbimist mittevõimaldavale tasemele, tuleb kaevandajal need asendada sügavamatest

veekihtidest toituvate, kvaliteetse veega kaevudega. Mõjude kõrvaldamiseni kaevandamise luba peatatakse. [14]

9. Karjäärimasinat tankimine ja remontimine on lubatud vaid selleks kohandatud platsidel. [14]

10. Jäätmete ladustamine karjääris keelatud. [14]

11. Maavara kaevandamise ja kaevandatava materjali transpordi tagajärjel ei või karjääri ümbruses paiknevate eluhoonete juures müra normtase ja välisõhu saastetase ületada seadusandlusega kehtestatud piire. Vajadusel tuleb rakendada täiendavaid müra ja välisõhu kaitsemeetmeid. [14]

12. Lõhketöid viia läbi nii, et lähimate hoonete juures võnkekiirus ei ületaks majandus- ja kommunikatsiooniministri 01.06.2005 määruses nr 64 toodud norme. Enne lõhketööde alustamist jäädvustada lähimate hoonete lõhed ja muud vigastused, mis loob aluse hoonetele maavara kaevandamisega põhjustatud võimalike kahjustuste tuvastamiseks ning arendaja poolt likvideerimiseks ja kompenseerimiseks. Lõhkamised viia läbi kindlasti tööpäevadel ning päevasel ajal, mitte hiljem kui 17.00. [14]

13. Lõhkamise täpsest ajakavast peab kaevandaja teavitama lähimat majapidamist (Kullamäe talu) võimalikult varakult. [14]

14. Kotka häirimise vältimiseks pesitsemise ajal ei tohi lõhata ega kaevandada ajavahemikul 15.03-30.07. Juhul kui väike konnakotkas ei pesitse ajavahemikul 15.03-30.07 eelpool nimetatud pesitsusterritooriumil, siis AS Kiirkandur saab eelneva kokkuleppe alusel Kotkaklubiga teostada maardlas lõhkamis- ja purustustöid. [14]

15. Loomade ja inimeste juhusliku karjääri sattumise vältimiseks märgistada karjääriala ning rajada kattedehist vall. [14]

16. Karjäär korrastada veekoguks. Projektkohase korrastamisega alustada kohe pärast seda, kui mäeeraldise või mäeeraldise teenindusmaa mistahes osa korrastamine on tehnoloogiliselt võimalik. [14]

17. Koostada ning esitada Keskkonnaametile kinnitamiseks seirekava. Seirekavas ära tuua seisumise, põhjavee seire sh veetasemete mõõtmine ning keemiline koostis, pinnavee seire (N, P, pH, BHT, tahked osakesed, vee füüsikalised omadused, naftaproduktid) viimase settetiigi väljavoolust, lõhketööde mõju väike-konnakotkale, jt leevendavad meetmed reostuse vältimiseks, tolmu leviku piiramiseks, transpordiga kaasneva mõju minimeerimine, metsa kahjustamise vältimine. [14]

18. Maavara kaevandamise käigus ilmsiks tulevate arheoloogiliste või kultuuriväärtusega leidude korral on tööde tegija kohustatud tööd seiskama ning viivitamatult teavitama leiust Muinsuskaitseametit. [14]

19. Lähtuvalt maapõuseaduse § 27 lõikest 31 ja § 75 lõikest 10 esitada vajadusel Keskkonnaameti Jõgeva-Tartu regioonile nõutud dokumendid hiljemalt 01.05.2012. [14]

Vastavalt maavara kaevandamise loa täiendavate eritingimuste punktile 17 on AS Kiirkandur koostanud ning Keskkonnaametiga kinnitanud Puidvere dolokivikarjääri seirekava, milles on määratud, seirete iseloom, sagedus ning parameetrid. [14]

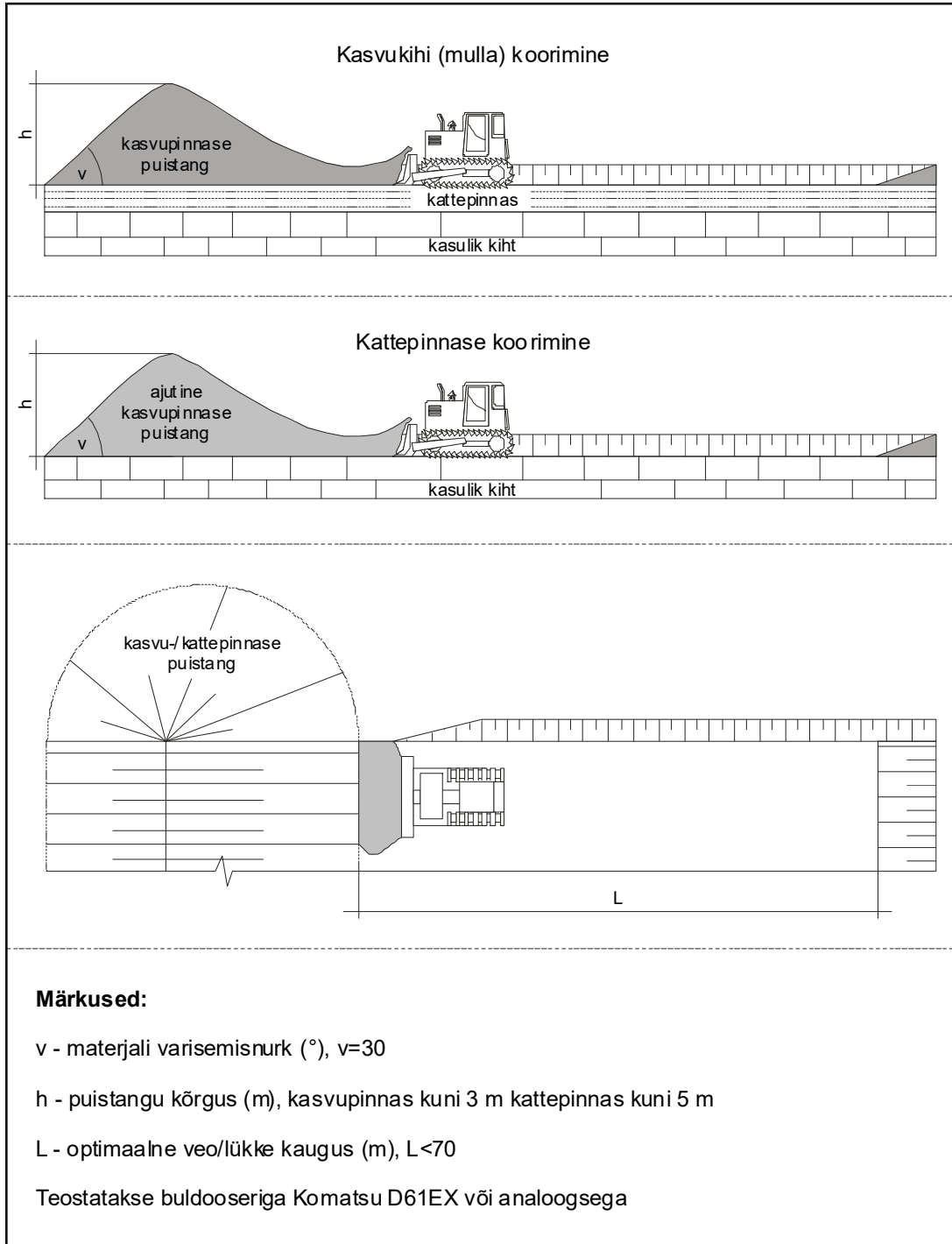
9 PUDIVERE KARJÄÄRI MÄETÖÖDE ISELOOMUSTUS

9.1 PALJANDUSTÖÖD

Kaevandamis luba väljastati arendajale 2010.a., mil alustati ettevalmistavate töödega karjääri avamiseks – eemaldati mets ja võsa, juuriti kännud ning kooriti kattekiht. Kaevetöödega alustati mäeeraldise idaosast, liikudes järkjärgult põhja ning edasi liiguti lääne ja lõuna suunas. [12]

Maavara kaevandamiseks tuleb temalt eemaldada ja teisaldada seda katvad kivimid ehk katend. Katendi eemaldamine ja vedu puistangusse transportvahendiga. Kasutati buldoosereid mulla ja õhukese katendi eemaldamiseks. [22] Kattekihi eemaldamisel kasutati buldooseri, kopplaadurit ja ekskavaatorit. Masinate tööd kirjeldavad. Kattekiht eemaldati etapiviisiliselt vastavalt kaevemahtudele ja arengukavale ning säilitati kaeveala korrastamiseks mäeeraldise teenindusmaal ja/või mäeeraldisel. Muld ladustati eraldi kuni 3 m kõrguste aunadena, mida mulla bioloogilise aktiivsuse säilitamiseks ei tihendata. Kasvukihi keskmine paksus on 0,3 m ja selle kogus mäeeraldisel on 65 tuh m³. Mulda kasutatakse hiljem korrastustöödel, millest ülejäävat osa on kooskõlastatult keskkonnaametiga võimalik turustada. [12]

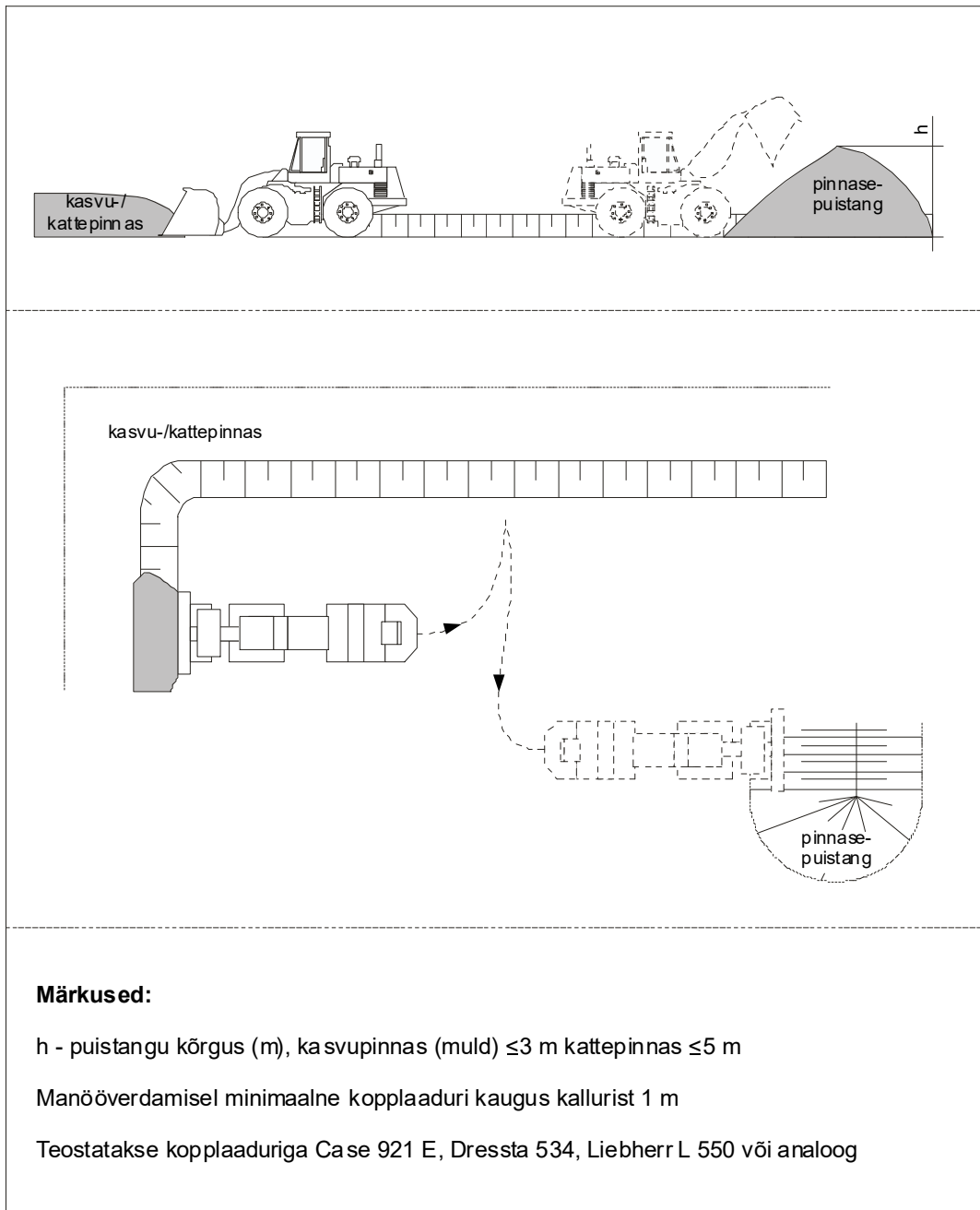
KASVU-KATTEPINNASE KOORIMINE BULDOOSERIGA



Joonis 2 Kasvu- kattepinna koorimine buldooseriga.

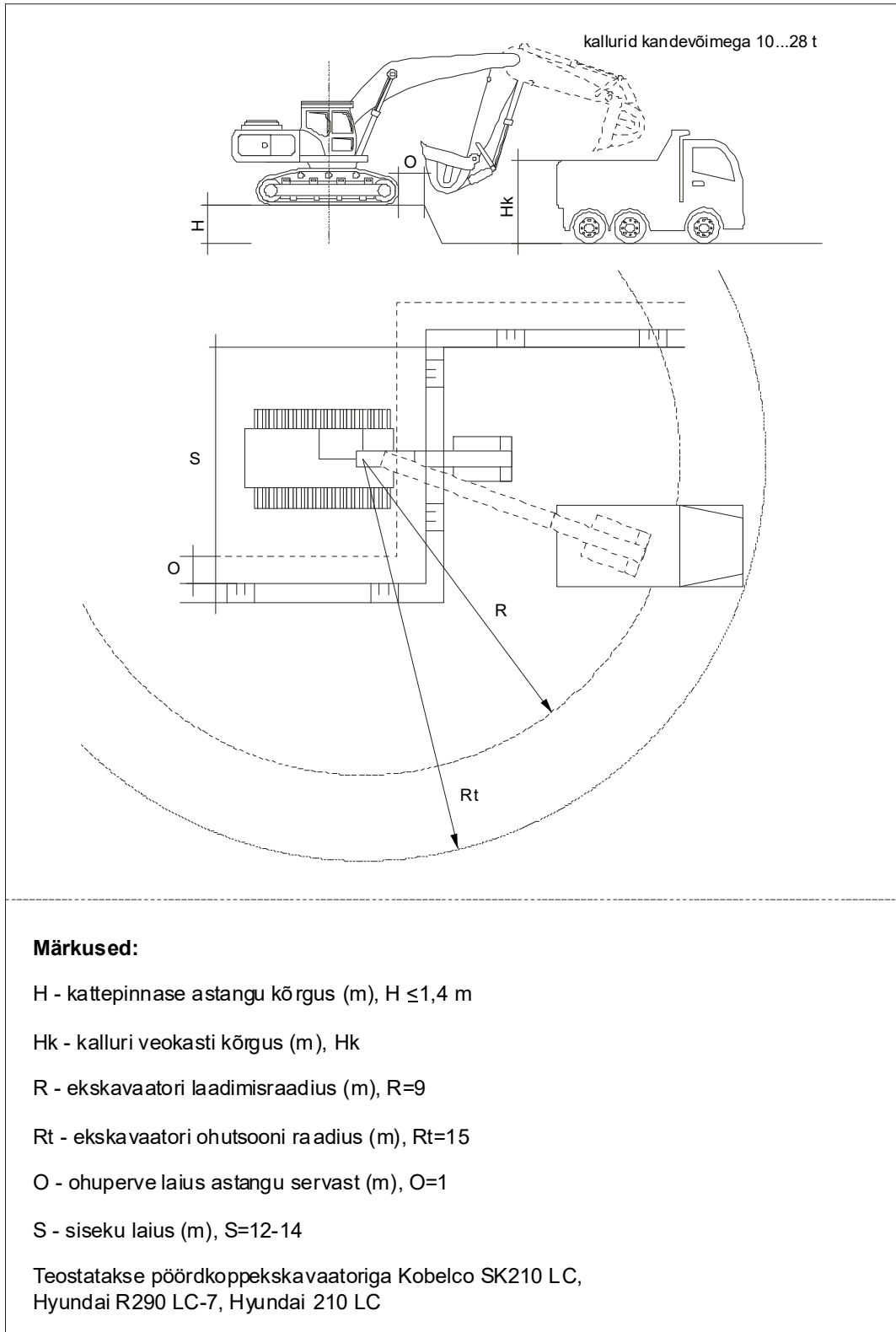
Karjääri piirile vallitud moreenpinna vähendab oluliselt karjäärist leviva müra, tolmu ja lõhkamisproduktide levikut, välistab loomade ja inimeste juhusliku karjääri sattumise ning takistab ka ümbritsevatelt aladelt sadevete valgumist karjääri. Moreeni ja savipinnast saab ära kasutada kaljukivimistest karjäärinõlvade katmiseks tammiga, et takistada põhjavee juurdevoolu karjääri. Kasuliku kihi väljamine planeeritakse kolme ligikaudu 4...5 m kõrguse kaeveastmega. [12]

KASVU-KATTEPINNASE KOORIMINE LAADIMINE KOPPLAADURIGA



Joonis 3 Kasvu- kattepinna koorimine, laadimine koppladuriga.

KASVU-KATTEPINNASE KOORIMINE LAADIMINE EKSKAVAATORIGA



Joonis 4 Kasvu- kattepinna koorimine, laadimine ekskavaatoriga.

Selleks et vältida lõhkamisel karstisavi ja kivimi segunemist, kasutatakse 1. kaeveastme puhul kivimi kobestamiseks ka hüdrovasaraga raimamist. Karjääri töötamise algetapil asub purustus- ja

sorteerimissõlm kattekihast paljandatud paekivi astangul, mis peale vajaliku suurusega territooriumi tekkimist paigutatakse karjääri põhja. Kaevandamise teeb keeruliseks asjaolu, et kogu kasulik kiht lasub allpool põhjavee taset. Kivimi lõhelisuse ja karstumise tõttu on põhjavee sissevool karjääri ebaühtlane ja raskesti prognoositav. Mäeeraldise idaserva on rajatud veekogujakraav, mis päädib kogujakaevuga, kust vesi pumbatakse settebasseini. Settebasseinid on rajatud mäeeraldise teenindusmaa idaserva. Et vältida suurte masinate sõitmist Pudivere küla vahel, kasutatakse killustiku väljaveoks Nukumäe teed. Väljaveotee ehitati vastavalt RMK poolt esitatud nõuetele. [12]

9. 2 PUISTANGUTÖÖD

Tööde kompleksi, mis koosneb kivimite paigutamisest puistangusse nimetatakse puistangutöödeks. Nendest töödest suurel määral oleneb karjääri töö. [22]

Puistangut iseloomustavad:

- kõrgus,
- astangute arv,
- astangute nõlvus,
- üldine külje nõlvus, vastuvõtu võimsus
- pikkus, rinde edasilikumise viis,
- pindala,
- kõrgus. [22]

Puistangu kõrgus oleneb kivimite omadusest nii ladustatavatest kui puistangu alustest. Kõrguse suurenemisega väheneb pindala. Mida tugevamad kivimid, seda kõrgema puistangu võime moodustada. Soovitavad puistangute kõrgused on:

kaljused kivimid 30...35 m,
liivad (kruus) 15...20 m
savi 10...15 m. [22]

Puistangutöid teostab ekskavaator.

Puistangu nõlvnurk võrdub kivimite loomuliku varisemise nurgaga ja on üldjuhul 26...38 kraadi. Puistangu rinne liigub kas paralleelselt, lehvikukujuliselt või kõverjooneliselt. [22]

9. 3 PUISTANGU AUSKOHA VALIK

Puistangu asukohal on karjääri töös olulise tähtsusega. Valikul tuleks eelistada:

- sisepuistanguid välispuistangutele,
- alalisi puistanguid ajutistele. [22]

Alalisi puistanguid ei tohiks paigutada:

- maavarale
- niiskele savisele pinnasele
- mulla peale

Pudivere karjääris paigutada puistangud, arvestades karjääri mõõtmeid, ekskavaatori ja purusti lähedusse, et vähendada transpordikulusid.

Puistangu täitmine toimub kas puistangu perimeetrit mööda või kogu pinnal. Esimesel juhul autod tühjendavad koorma puistangu kontuuri äärde. Seejärel kivimid lükatakse buldooseriga üle ääre küljele. Selline puistang areneb pindala suurenemise arvel. Teisel juhul autosid tühjendatakse kogu pinnal, selline puistang areneb kõrguse suurenemise arvel. Tavaliselt areneb puistang nii kõrguse kui pinna suurenemise arvel. [22]

Antud töös planeeritakse puistang täita parameetrit mööda. [15]

9. 4 KIVIMITE RAIMAMINE

Kaevandaja peab teadma kivimite omadusi. Viimased muutuvad suures diapsoonis. Pealmaakaevandamisel jagatakse kivimid gruppidesse:

1. purunemata kaljused ja poolkaljused loomulikus olekus kivimid. Kaljused survetugevusega enam kui 50 Mpa (tugevad lubjakivid, graniit); poolkaljused survetugevusega 20...50 MPa (põlevkivi, pehmem lubjakivi, mergel. [22]
2. purunenud kaljused ja poolkaljused kivimid (kruus ja liiv)

Esimese grupi kivimeid tuleb enne nende maapõuest väljamist ette valmistada ehk raimata ning seda meetodit oleks sobilik kasutada ka Pudivere karjääris.

Purustatud kivimeid iseloomustab kobestuskoeffitsient mille alusel kivimid jagatakse 3. kategooriasse:

1. pudedad purustatud kivimid kobestustegur $K=1,4...1,6$ (lubjakivi)
2. pudedad pooltihedad kivimid $K=1,2...1,3$ (põlevkivi, veeriseline kruus)
3. purustatud tihedad kivimid $K=1,03...1,05$ (liiv) [22]

Kasutatava raimamisviisi valiku määravad mitmesugused tingimused peamiselt kivimite kõvadus ja soovitava kaevise tüki suurus. [22]

Raimamisviisid:

- puur-lõhketööd,
- mäekombain,
- ripper (traktoriga veetav kobestuskonks),

- kobestuskonksuga ekskavaator (ekskavaator murrab konksuga massiivist kivimeid lahti),
- hüdrovasar,
- suure võimsusega ekskavaator. [22]

Üldjuhul mõjutavad raimamisviisi valikut kivimi tugevus, kaevandamise maht, hoideobjektide omadused ja kohati elamute lähedus. Eestis on katsetatud ja kasutatud kõiki ülalmärgitud raimamisviise peale suure võimsusega ekskavaatori. Puur-lõhketööd on Eesti põlevkivi ja lubjakivi karjäärides seni valdav raimamisviis, millele pole tõsiseid alternatiive. Kasutatavad on ka teised raimamisviisid nagu hüdrovasar, kobestuskonksuga ekskavaator, mäekombain ja ripper. Kobestuskonks ja ripper tõmbavad lahti suuri plaate, mida on vaja veel tükeldada.

Raimamine tükikivi saamiseks: Saed, paisuvad segud.

Eestis on katsetatud ja kasutatud kõiki raimamisviise väljaarvatud suurt ekskavaatorit, millel puudub kasutamise võimalus.

Raimamisviisi valikul tuleb hoolega jälgida kaevisest saadava lõppprodukti väljatulekut näiteks lubjakivist killustiku väljatulemise osa, et see oleks maksimaalselt suur ja väikese sõelmete (peen osise kogusega). Seetõttu valin Pudivere karjääri raimamisviisiks puur- lõhketööd. [22]

9. 5 KAEVANDAMINE JA LAADIMINE

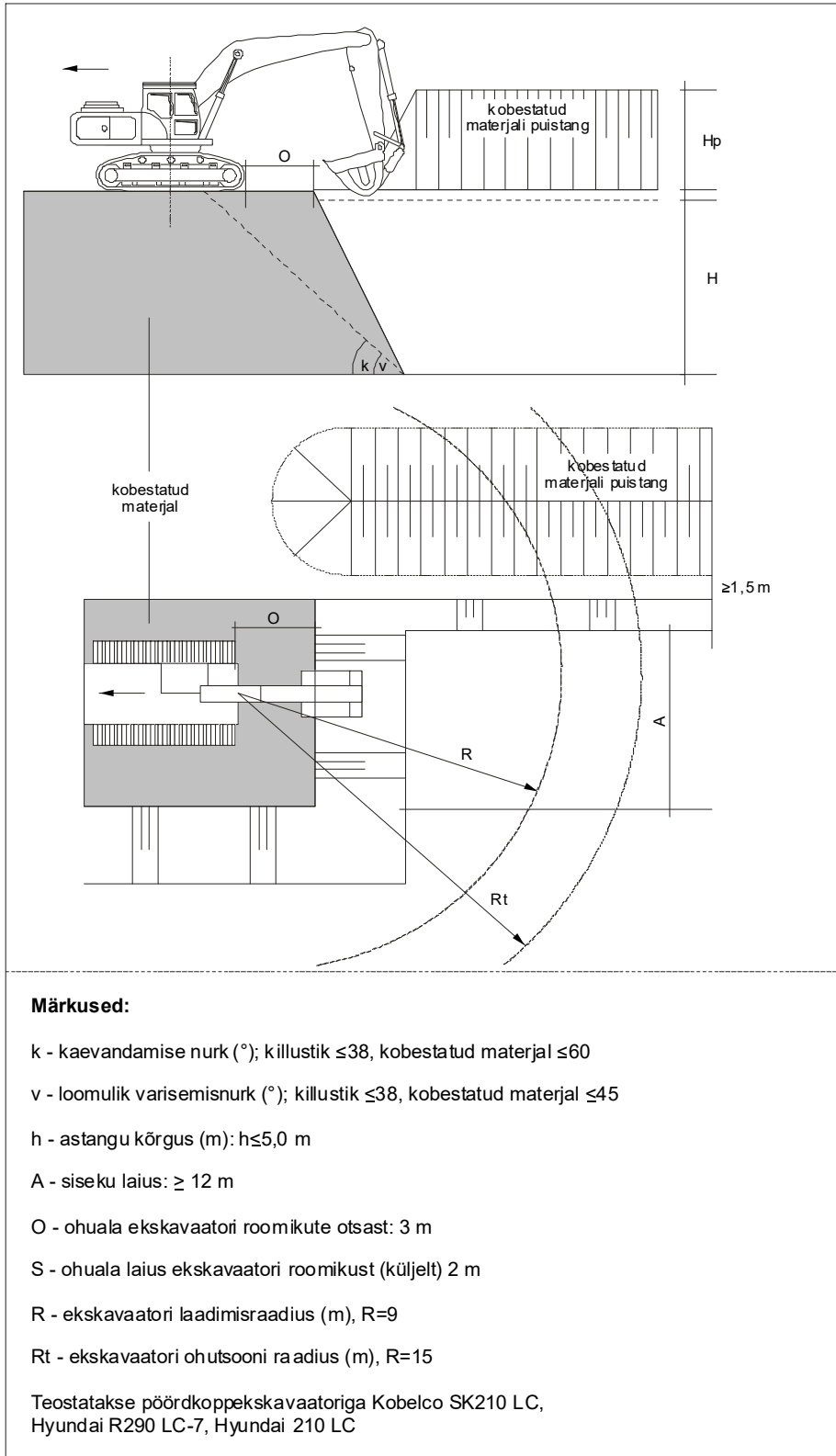
Kaevandamise all mõistetakse maavara väljamist ja laadimist transportvahendile või astangu põhjale (-laele) kuhja.

Enamlevinud kaevandamise masin on ekskavaator. Kaevandamise võimalused olenevad kaevandava masina ekskavaatori, rataslaaduri jt mõõtmetest ja kivimite omadusest nagu kihi paksus, varisemisnurk. Varisemise nurk mõjutab nii astangu kõrgust kui kaevesammu laiust. [22]

Enamlevinud on pöördlabidaga ehk pöördkopaga kaevandamine seda eriti tema kopa suure liikumisulatuse tõttu. Saab kaevandada nii alt kui ülalt ammutamisega. Masina tootlikkuse tagamiseks tuleb valida maksimaalne ohutu astangu kõrgus ja kaevesammu laius. Otsesi kasutamisel on optimaalne kaevesammu laius $A = (1,5...1,7) R_a$ (kus R_a ekskavaatori max ammutusraadius). [22]

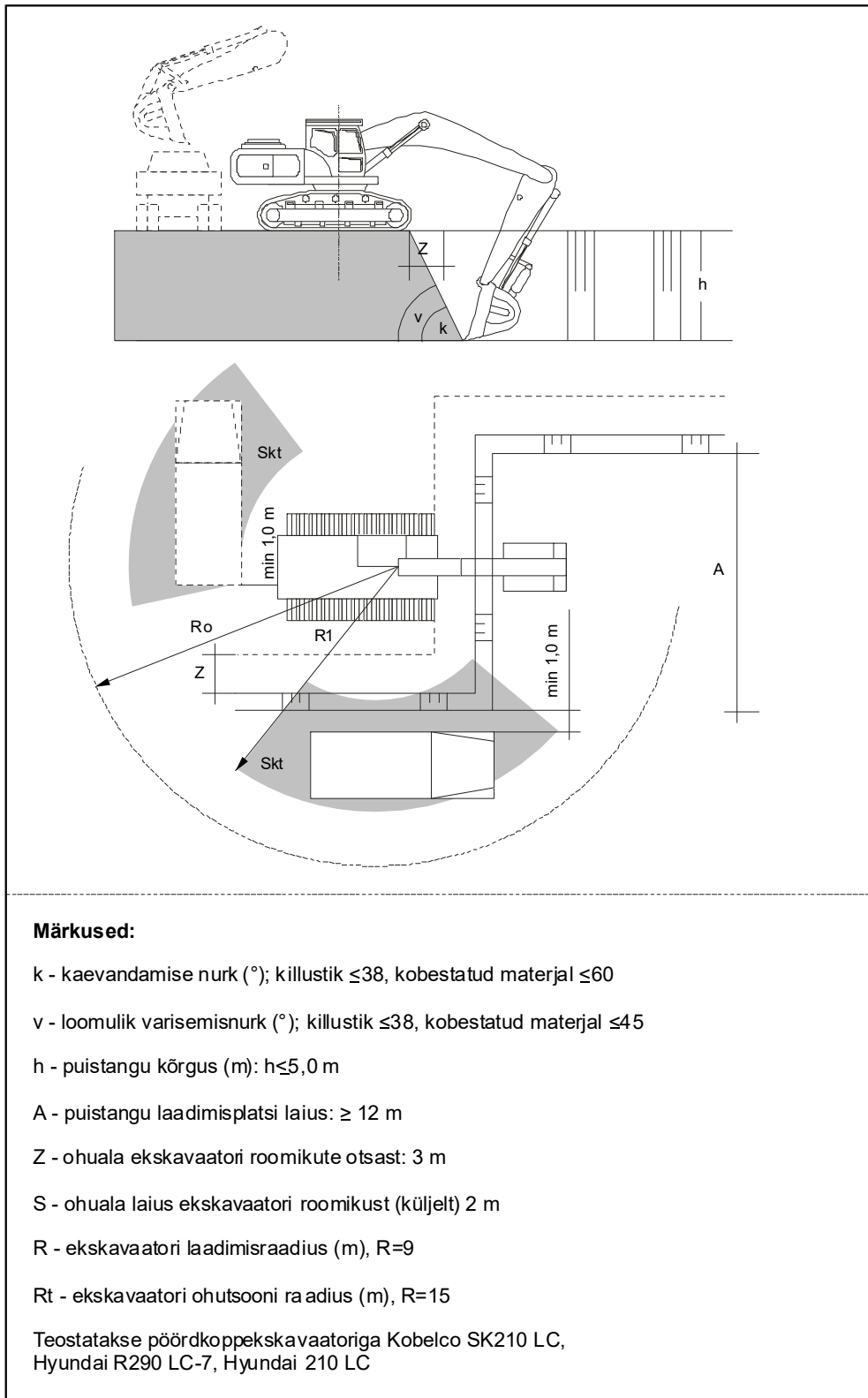
Ekskavaatoriga kaevandamise tehnikat kirjeldavad (Joonis 5 ja Joonis 6).

KOBESTATUD DOLOKIVI KAEVANDAMINE EKSKAVAATORIGA



Joonis 5 Kobestatud dolokivi kaevandamine ekskavaatoriga.

KOBESTATUD DOLOKIVI KAEVANDAMINE EKSKAVAATORIGA

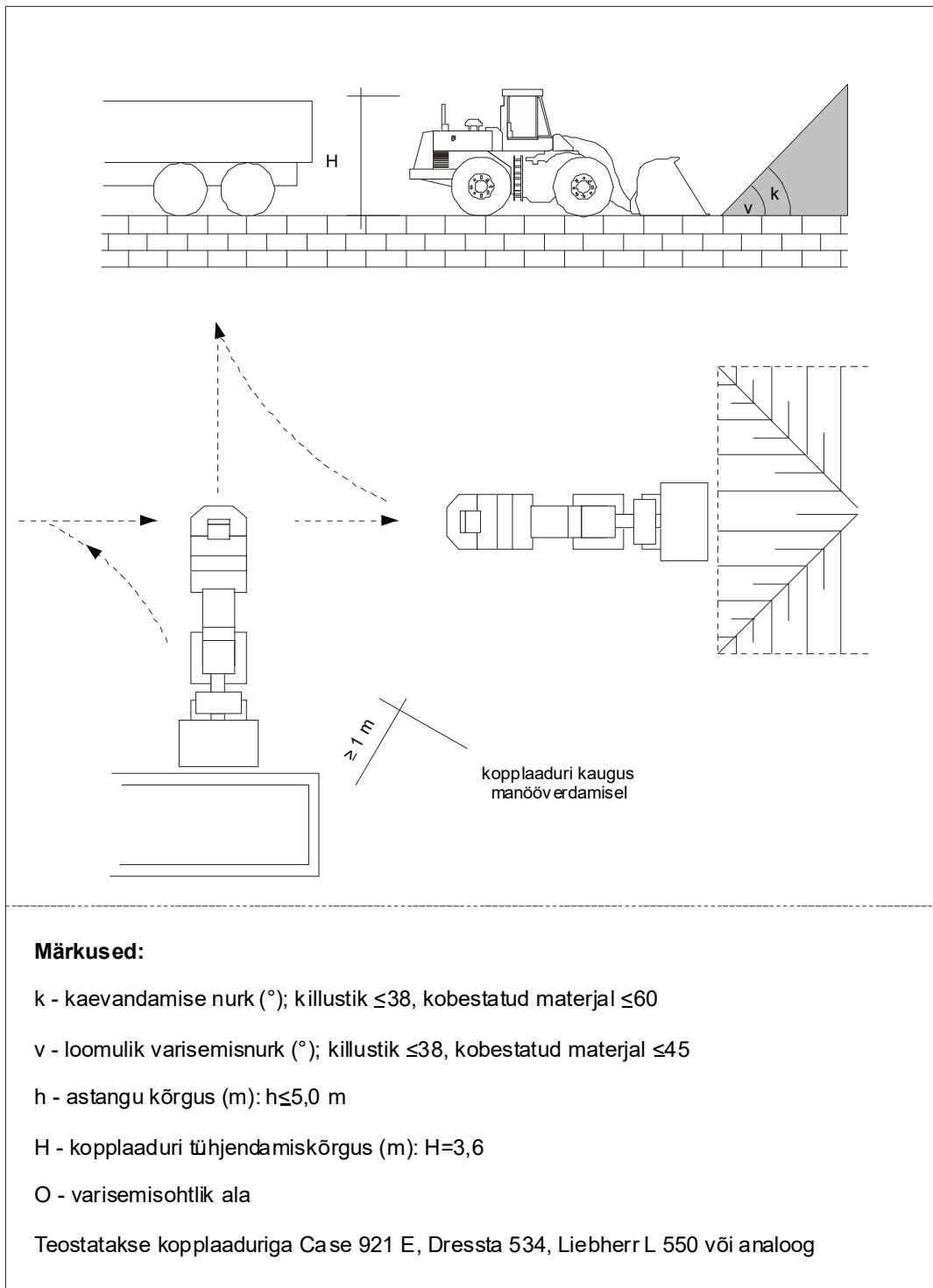


Joonis 6 Kobestatud dolokivi kaevandamine ekskavaatoriga.

Kaasajal on levinud universaalne kaevandamismasin kopplaadur ehk rataslaadur. Kaevandatav maavara võib olla vee tasemest kõrgemal või madalamal või mõlemal viisil. Veealust kruusa ja liiva kaevandatakse vee seest ilma vee taseme alandamiseta. Lubja ja dolokivi kaevandamine üldjuhul toimub suures osas ekskavaatorite ja kopplaaduritega. [22]

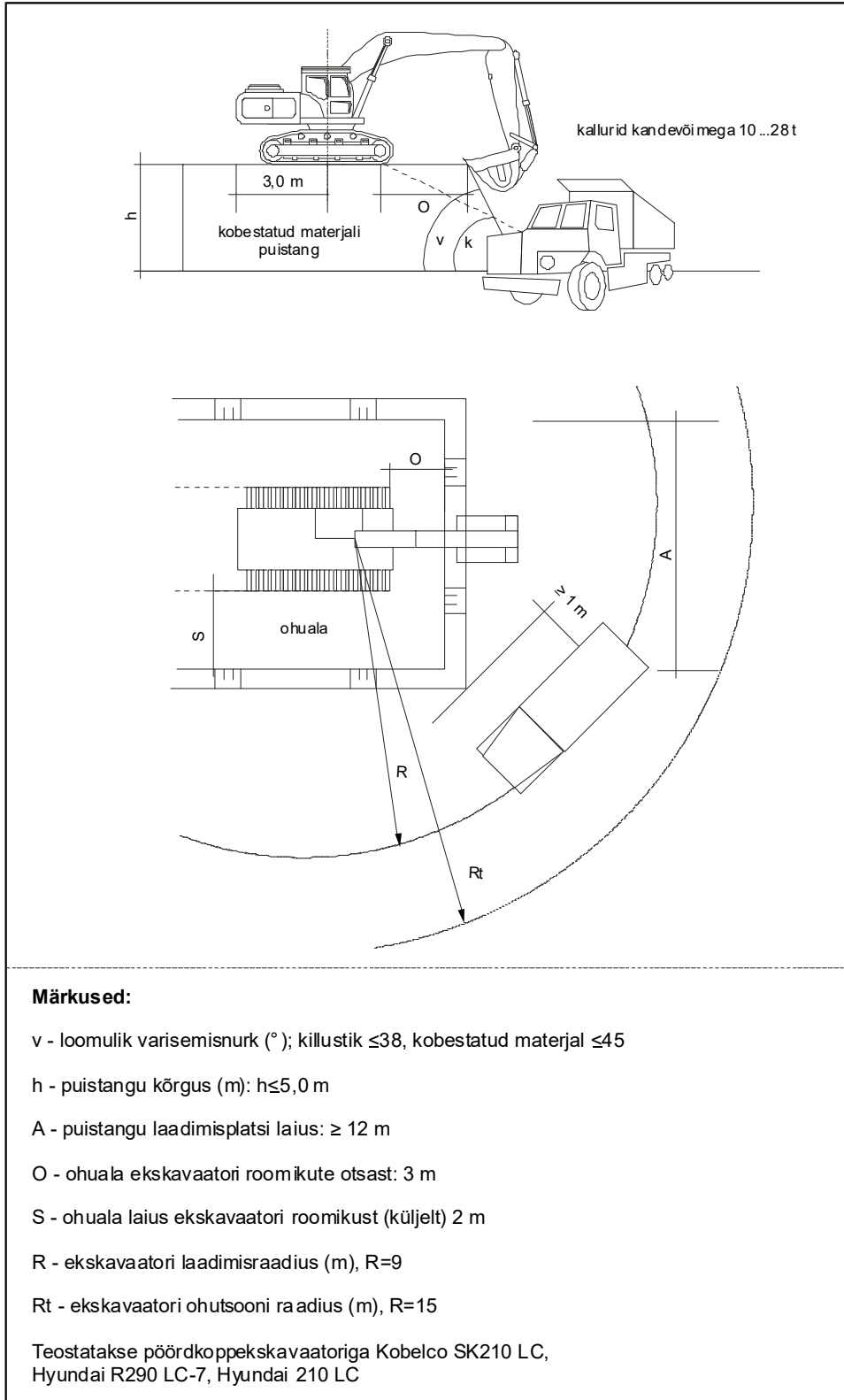
Nendele kirjeldustele tuginedes valin Pudivere karjääris kaevandamiseks ekskavaatori ning laadimiseks kopplaaduri. Kopplaaduri ja ekskavaatoriga teostatav töö on illustreeritud ja selgitatud (joonistel 7 ja 8).

KOBESTATUD DOLOKIVI KAEVANDAMINE KOPPLAADURIGA



Joonis 7 Kobestatud dolokivi kaevandamine kopplaaduriga.

MATERJALI LAADIMINE PUISTANGUST EKSKAVAATORIGA



Joonis 8 Materjali laadimine puistangust ekskavaatoriga.

9. 6 TRANSPORT

Tagamaks katendi ja kaevise veo etest tühjendamiskohtadeni (puistangud, rikastusvabrikud kaevise laod) tuleb neid transportida. Transport on tsükliline või pidev.

Pidev transport on konveier- ja hüdrotransport. Tsükliline auto-, raudtee transport. [22]

Põhilised transpordi viisid:

- Raudteetransport
- Autotransport
- Konveiertransport
- Hüdrotransport
- Kombineeritud transport

Transpordi liik valitakse arvestades:

- kivimite omadusi,
- maavara lebamistingimusi,
- kliimaatilisi tingimusi,
- veoste mahtu,
- Veo kaugust,
- Laadimismasinat parameerteid,
- Karjääri tööiga,
- Karjääri sügavust. [22]

Põhinedes Pudivere karjääri oludele on kõige otstarbekam kasutada autotransporti.

9. 7 AUTOTRANSPORT

Kasutatakse väikestes ja keskmistes karjäärides veoste mahu 15...20 milj. kuupmeetrit veo kaugusele kuni 4...5 km. Suurte kallurite üle 100 tonni kandevõimega sobib kasutada suuremates karjäärides. Eestis on kasutusel autotransport. [22]

9. 8 ESMATÖÖTLEMINE

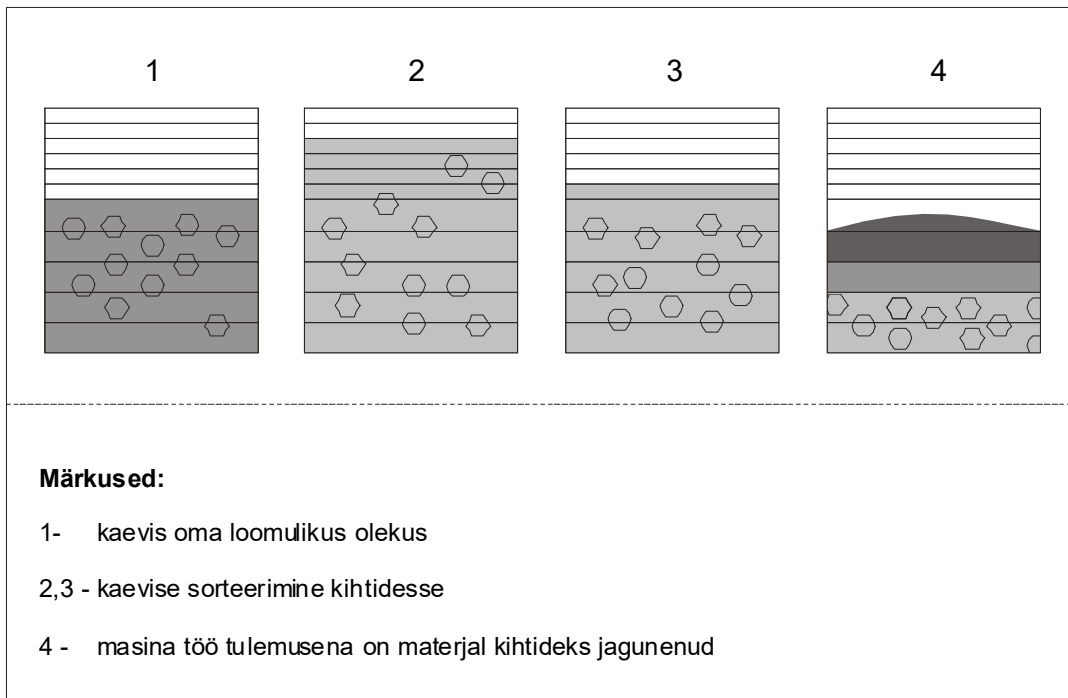
Esmatöötlemise alla kuuluvad kaevise tükeldamine ja sõelumine. Killustiku tootmine ja põlevkivi rikastamine ja sorteerimine. Hea kvaliteediga produkti (killustiku) saamiseks on väga oluline õigete purustite ja sõelte valik. [22]

10. MÄRGSEPAREERIMINE

Maavarasid kaevandades ei väljata alati vaid kasulikku maavara, vaid saadakse segu kaasneva maavaraga. Kvaliteedi tõstmiseks tuleb kaevist rikastada, et seda tootjale kasutamiskõlblikuks muuta. Maavarade rikastamiseks on palju erinevaid lahendusi, mis kasutavad ära materjali omadused, näiteks tihedus, magnetilisus või elektrilisus. Üheks selliseks tehnoloogiaks on märgsepareerimine, kus eri tihedusega materjalid eraldatakse veega rappumise tulemusena kihtideks vastavalt materjali tihedusele. [16]

Märgsepareerimis meetod suurendab nii varem toodetud kui ka edspidi toodetavaid sõelmete kasutust. Märgsepareerimine aitaks tootjal kulusid vähendada, kaotaks vajaduse kanda täiendavaid kulusid materjali teisaldamiseks ning välistaks kohustuse võtta sõelmed arvele jäätmena. [17]

KAEVISE MÄRGSEPAREERIMINE



Joonis 9 Märgsepareerimise tehnoloogia.

11. KAEVANDAMISE TEHNOLOOGIA

Pudivere dolokivikarjääris toimub kaevandamine vastavalt OÜ Eesti Geoloogiakeskuse poolt 2013 aastal koostatud kaevandamisprojektile ning Maria Ossadtšaja lõputöö raames koostatud Pudivere dolokivikarjääri arengukavale. Maavara kaevandamiseprojekt ning arengukava koostatakse enne kaevetööde algust. Pudivere dolokivikarjääris alustati kaevetöödega, aga selgus, et teostatud geoloogilised uuringuid ei olnud piisava usaldusväärusel ja lisaks kaevandamisprojekti ettenähtud tehnoloogiale, on vaja kasutusele võtta veel mõni töötlemise tehnoloogia, mis suurendaks karjääri tootlikust. [14], [9]

Annan ülevaate, kuidas Pudivere dolokivikarjääris kaevandamist märgsepareerimise meetodile kekendades teostada.

11. 1 KAEVANDUSVEE KASUTAMINE

Ligikaudu 95% mäeeraldise kasulikust kihist jääb allapoole põhjaveetasel, mistõttu kaasneb maavaravaru kaevandamisega vee väljapumpamine ja veetaseme alanemine kaevandataval alal. Vee väljapumpamisega kaasneb ümbritseval alal veetaseme alanemine. Arvutuslik põhjavee alanemine karjääri töö lõpuaastatel võib kilomeetri kaugusel ulatuda 3,5 ja kahe kilomeetri kaugusel 1,0 meetrini. Vee juurdevool karjääri moodustub valdavalt põhjavee juurdevoolust. Külgnevalt alalt tulev pinnavesi juhitakse piirdekraavide abil äravoolukraavidesse.

Karjääri valguvat põhja- ja sademete vett tuleb Pudivere karjäärist välja pumbata kogu karjääri töötamise jooksul. Väljapumbatava vee kogused on kõige suuremad karjääri töötamise lõpuaastatel, ulatudes hinnanguliselt 8670 m³-ni ööpäevas. Vett juhiti olemasolevate maaparanduskraavide kaudu Luiska oja ja sealt Pikknurme jõkke. Lähtudes väljapumbatava vee maksimaalsest kogusest, pumbati (algselt settetiikidesse ja sealt edasi äravoolukraavidesse) ühes tunnis 361 m³, minutis vastavalt 6 m³ ja sekundis 0,1 m³ vett. [15]

Karjäärist ärajuhitav vesi erineb looduslikust põhja- ja pinnaveest suurema hõljumisisalduse (savi- ja tolmuosakesed) ning võimaliku suurema kareduse poolest. Kuivendamiseks on vaja läbindada vett ärajuhtiv kraav mäeeraldise idaosas. Kraavi sügavus on esialgu 0,5...1,0 m mäeeraldise lamamist sügavamal. Liikudes lõuna poole tuleb kraavi süvendada kasuliku kihi lamami languse tõttu (mäeeraldise lõunaosas lamami abs kõrgus u. 46,2 m). Läbindatud kraavist väljavõetud materjal tuleb paigutada piki kraavi põhjaperve ja moodustada kaitsevall ohutuse tagamiseks. Kraavi rajamisel saadud materjali ei turustata. Karjääri maavaravarude ammendumisel tuleb kraavist väljatõstetud materjal lükata tagasi. [15]

Settebasseinides selginenud vesi suunatakse idapoolse äravoolukraavi kaudu Luiska oja. Vajadusel saab kasutada ka karjäärist lääne poolt algavat maaparanduskraavi. Väljapumbatava vee arvutuslik kogus on 100 l/s. Hüdrotehnikainsener Kalev Raadla eksperthinnangu põhjal selgus, et isegi kui kogu väljapumbatav vesi suunata maaparanduskraavi kaudu Luiska ojasse, ei mõjuta see oluliselt kraavi veeseisu ega maaparandussüsteemi ning metsakuivendussüsteemi toimimist. Kuival ajal tuleb pidev vee voolamine kasuks, sest kraavi ei kasva taimestik, mis takistaks vee läbilaskevõimet. Settebasseinidest väljapumbatava vee saastekoormus on madal ja ei avalda negatiivset mõju pinnaseveele ega infiltreerudes põhjaveele. Karjäärist väljapumbatava vee seire teostamiseks tuleb vaatluspunkt rajada karjääri vee kogumissüvendisse (pumbajaama) ja settebasseinidest väljuvasse kraavi. Seiret on tarvis alustada vahetult enne tööstuslike kaevetööde algust. Seire alustamisel ja kaevandamise esimesel aastal tuleb selgitada vee keemiline koostis (kindlasti NH₄, NO₃ ja NO₂), naftaproduktide ja tahkete osakeste sisaldus. Saadud andmete alusel tuleb täpsustada seire käigus jälgimist vajavate ühendite nimistut. Tuleb jätkata tahkete osakeste, naftaproduktide ja NO₃ sisalduse jälgimist. Seire vaatluspunktidest on esimesel aastal soovitatav

veeproovid koguda 4 korda aastas. Vaatluspunktides tuleb kindlasti jälgida veetaset. Mõõta tuleb orienteeruvalt kord kvartalis ja kindlasti ka veeproovide võtmise ajal. [15]

11.2 PURUSTUS- JA SORTEERIMISSÕLM

AS Kiirkandur kasutab kaevisel purustamiseks, sõelumiseks ja pesemiseks firma Powerscreen masinaid, mille tootlikkused varieeruvad vastavalt masinale. Üldiselt on purustus- ja sorteerimissõlmede tootlikkused u. 150 t/h mis oleneb ka töödeldavast materjalist ja tugevusklassist ning materjalide fraktsioonidest mida toodetakse. Suureks mõjutajas tootmisel on ilm. Suvel vähendab tootlikust vihm, sest niiskuse tõttu hakkavad sõelad ummistuma, viimane vähendab oluliselt töö kiirust. Talvel väheneb tootlikus ilma mõjul ca 25%. Külмага on masinatega töö raskendatud, sest probleeme võivad tekitada ruutsõelad, mis ummistuvad ja jäätuavad. Talveperioodil kasutatakse tootmisel purusteid ja sõelasid, pesusüsteem on välistatud. [20]

11.3 PESUSÜSTEEM

AS Kiirkandur masinapari arvestades oleks võimalik kasutada pesusüsteemi on Terex M 1700 Washplant, mille töö tulemusena eraldatakse kaevisest peenosised. Lubjakivi peened fraktsioonid pestakse surve veega läbi, selle käigus eraldatakse lubjakivist savi ja peenosised. Tulemuseks on killustiku mitu erinevat fraktsiooni (fraktsioonid 0-0,063; 0,063-2; 2-8; 8-16; 16-45 mm). Ärastussüsteemiks on vesitransport. Süsteemi peal on 45mm avadega sõel, kus toimub survevee abil tükide purustus. Ülemõõdulised tükid liiguvad mööda vibrosõela süsteemist välja. Vibrosõela läinud tükid liiguvad vanni, kus segatakse materjal ja vesi. Segatuna liiguvad nad vannis, millele annab survet tsentrifugaalpump, rõhuga 4 atm. Lobri pumbatakse edasi settetiiki settima. Esimese tasandi sõel on avadega 16x16 mm ja teine sõel koosneb viiest sektsioonist, millel on erinevad avad. Esimesel sektsioonil on sõela avad 5x5mm, kolm järgmist sektsiooni on avadega 4x4mm, ja viimane sektsioon on avadega 11,5x11,5mm. Mõlemal sõelal toimub vibrosõelumine ja samaaegselt ka surveveega purustus. Esimese tasandi sõelalt saadakse kätte fraktsioon 16-45 mm, mis liigub tänu vibrosõela kallakule puistangusse. [20]

Teise tasandi sõelalt saadakse kätte fraktsioon 8-16mm, mis liigub ka tänu vibrosõelale puistangusse. 8 mm tükid ei lähe läbi sõela, kuna kuju poolest on nad nõeljad või plaatjad ja nad väljuvad koos 8-16 fraktsiooniga. Märksõelumis- ja pesemiskompleksi all on kaks kogumisvanni, mis võtavad vastu ülejäänud fraktsioonid. Esimene kogumisvann võtab vastu kõige peenema fraktsiooni 0-2mm ja teine vann 2-8mm. [20]

Pulp pumbatakse vannidest edasi järgmisele vibrosõelale avadega 4x4 mm. Samaaegselt sõelumisele toimub ka survevee purustus, millega saadakse kätte fraktsioon 2-8mm. Sõelalt maha vibreerides liigub fraktsioon kaldkonveierile, mis toimetab puistangusse. Konveier on varustatud 0,6m laiuse ja 8 m pika lindiga. Veetustamissõel, mille koosseisu kuuluvad polüuretaanist sõelapaneelid, vibreerib madala amplituudiga ja väga kõrgel sagedusel. Vibroefekti tekitavad kaks mootoriga käitavat vibraatorit, 30 mis paiknevad sõela peal. Lobri langemisel sõelale voolab vesi paneelide kaudu vanni tagasi. Saadud tooraines kulgeb mööda kaldsõela alla üle tammlati kaldkonveierile, mis transpordib edasi puistangusse. Sõelmete ümbertöötlemisõlm kasutab ära killustiku tegemisest ülejäänud sõelmeid 0-5 mm. Enamikes Eesti killustiku tootvatest karjääridest on see jääk, mis ei leia rakendust ja kuhjatakse puistangutesse. Toodangu annab viis erinevat fraktsiooni: pulp(0-0,063mm), peakiviliiv (0,063- 2mm) ja fraktsioonid 2-8mm , 8-16mm, 16-45mm. [20], [21]

Pulp tänase nõudluse juures rakendust ei leia. Fraktsioon 16-45mm läheb uuesti purustussõlme. Kuna sõlm töötab survevee põhimõttel, siis tulenevad sellest ka kasutamise piirangud. Miinus kraadidega enam pole võimalik toota. Antud turu ja majandusliku situatsiooni tõttu, ei ole mõistlik masinal töötada maksimaalse efektiivsuse juures, kuna materjalile ei ole piisavalt nõudlust.

Viimane teeb PS200 sõlme töötamise maksimumis töötamise ebaefektiivseks. Sellest lähtuvalt on optimeeritud sõlme kiirust vastavalt nõudmisele. Mõistlik oleks, kui pesemissõlme toodang oleks keskmiselt 100t/h. Selleks peaks sõlm töötama ainult tööpäeviti ühes vahetuses. Juhul, kui nõudlus suureneb tõstetakse masina tootlikust vastavalt nõudlusele. [20]

12 MASINAPARGI VALIK JA MASINATE TOOTLIKUSED

Masinapark valiti Puidvere mäeeraldise mäenduslikke ja geoloogilis tingimusi arvestades ning AS Kiirkanduri olemasolevat masinaparki arvestades, lisades juurde vajalikud masinad lähtudes masinaspetsialisti soovitudest. [20]

12.1 KAEVANDAMISMASINAD

Masinate tehnilised andmed on saadud masinate edasimüüjalt ning tootjate materjalidest. Masinate tehnilised parameetrid on toodud masinate käsiraamatus. Käsiraamatute originaalid asuvad firma kontoris ning masinajuhtidele on masinates olemas käsiraamatu vajalikest lehtedest koopiad. [20]

12.2 BULDOOSERID

Buldooseri tootlikus sõltub mitmetest teguritest (lükatav materjal, töömaa kallakus, ilmastikuolud jms). Seetõttu ei anna buldooseri tootlikkuse arvutamine usaldatavaid tulemusi. Järgmises tabelis 4 on toodud buldooseri orienteeruvad tootlikkused karjäärides kaevandaja kogemuste alusel. [14]

Buldooseri parameetrid on toodud (Tabel 2) ja tootlikkus (Tabel 3). [14]

Tabel 2 Buldooseri tehnilised parameetrid [14]

| Tehnilised parameetrid | Mäemasin |
|--------------------------------|-------------------|
| | DZ110 või analoog |
| Masina mass, t | ~ 16,6 |
| Mootori võimsus, kw | 112 |
| Lubatud kalle (tõus/langus), ° | - |
| Liikumiskiirus, km/h | 10 |
| Saha laius, m | kuni 4,08 |

Tabel 3 Buldooseri T-130 ja Komatsu D61EX tootlikkused [14]

| Veo(lükke) kaugus, m | Tootlikkus, m ³ /h | |
|----------------------|-------------------------------|---------------|
| | T-130 | Komatsu D61EX |
| 30 | 95 | 175 |
| 40 | 75 | 145 |
| 50 | 58 | 125 |
| 60 | 45 | 110 |
| 70 | 40 | 100 |

12.3 KOPPLAADURID

Kopplaadurite põhilised parameetrid on toodud järgmises (Tabel 4).

Tabel 4 Kopplaadurite tehnilised parameetrid [14]

| Tehnilised parameetrid | CASE 921E | CASE 821C | Dressta 534 | LIEBHERR L550 |
|---------------------------|-------------|-----------|-------------|---------------|
| Masina mass, t | ~23 | ~17 | ~21 | ~16,5 |
| Mootori võimsus, kW | 221 | 139 | 169 | 130 |
| Kopa maht, m ³ | 4...4,6 | 2,3...2,7 | 2,7 | 3,2 |
| Max tühjendamiskõrgus, m | 3,11...2,97 | 2,97 | 2,76...2,95 | 2,88 |

Kopplaaduri tootlikkus sõltub vahemaast, mille taha on vaja materjali laadida/teisaldada. Kaevandamisprojekti on arvestatud transpordikauguseks 100 m. Kopplaaduri tootlikkus materjali laadimisel ja transpordil (T_k) leitakse empiirilisest valemist (1) [14].

$$t_k = q \times \frac{60}{t_{ts}} \times E \text{ [m}^3\text{/h]} \quad (1)$$

q – ühe tsükliga teisaldatav maht, [m³]

t_{ts} – töötsükli kestus, [min]

E – töö efektiivsustegur, 0,83.

Ühe tsükliga teisaldatav maht (q) leitakse valemist (2) [14].

$$q = q_k \times k \text{ [m}^3\text{]} \quad (2)$$

q_k – kopa maht, [m³]

k – kopa täitetegur, 0,9 (materjali varisemine kopast masina liikumisel).

Ühe tsükliga teisaldatava mahu arvutus on toodud järgmises tabelis (Tabel 5). Kopa mahuks on võetud keskmiselt 3,2 m³. [14]

Tabel 5 Kopplaaduri ühe tsükliga teisaldatav maht [14]

| Kopa maht, m ³ | Kopa täitetegur | Ühe tsükliga teisaldatav maht, m ³ |
|---------------------------|-----------------|---|
| 3,2 | 0,9 | 2,88 |

Töötsükli kestus (t_{ts}) arvutatakse valemiga (3). [14]

$$t_{ts} = \left(\frac{D}{1000 \times v_e \times \frac{1}{60}} \right) + \left(\frac{D}{1000 \times v_t \times \frac{1}{60}} \right) + Z \text{ [min]} \quad (3)$$

D – transpordikaugus, [m]

v_e – tühja kopaga liikumise kiirus, [km/h]

v_t – täiskopaga liikumise kiirus, [km/h]

Z – kopa täitmisele, tühjendamisele ja manööverdamisele kuluv aeg, min.

Teades algandmeid ja kasutades ülal olevaid valemeid, saab arvutada kopplaaduri tootlikkuse (T_k). [14]

Tabel 6Kopplaaduri tootlikkus [14]

| D, m | v_e , km/h | v_t , km/h | Z, min | q, m ³ | t_{ts} , min | E | Tootlikkus, T_k | |
|------|--------------|--------------|--------|-------------------|----------------|------|-------------------|----------------------------|
| | | | | | | | m ³ /h | m ³ /vahetuses* |
| 50 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 0,95 | 0,83 | 151,0 | 1509,7 |
| 60 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,02 | 0,83 | 140,6 | 1406,1 |
| 70 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,09 | 0,83 | 131,6 | 1315,8 |
| 80 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,16 | 0,83 | 123,6 | 1236,4 |
| 90 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,23 | 0,83 | 116,6 | 1166,0 |
| 100 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,30 | 0,83 | 110,3 | 1103,3 |
| 110 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,37 | 0,83 | 104,7 | 1046,9 |
| 120 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,44 | 0,83 | 99,6 | 996,0 |
| 130 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,51 | 0,83 | 95,0 | 949,8 |
| 140 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,58 | 0,83 | 90,8 | 907,7 |
| 150 | 20 | 15 | 0,6 | 2,88 | 1,65 | 0,83 | 86,9 | 869,2 |

12.4 KALLURID

Materjali transportimiseks valisin AS Kiirkanduri masinapargist karjääri teenindamiseks kalluri Hitachi.

Kallurite tehnilised parameetrid on toodud järgmises (Tabel 2). [14]

Tabel 7 Kallurite tootlikkused [14]

| | | |
|-----------------|----------------|-----------|
| Nimetus | Ühik | Väärtus |
| Veokasti maht | m ³ | 10...25 |
| Kandevõime | t | 10...28 |
| Nimetus | Ühik | Väärtus |
| Veokasti kõrgus | m | 2,0...3,2 |
| Veoki laius | m | 2,5...2,7 |
| Veoki pikkus | m | 10...14 |

12.5 EKS Kavanaughatorid



Joonis 10 Ekskavaator.

Ekskavaatorite põhilised parameetrid on toodud järgmises (Tabel 8). Andmed on saadud masina brošüüridest. [14]

Tabel 8 Kallurite tootlikkused [14]

| Tehnilised parameetrid | Mäemasin | |
|---------------------------------|------------------|---------------|
| | Kobelco SK210 LC | Hyundai 210LC |
| Masina mass, t | ~22 | ~22 |
| Kopa maht, m ³ | 0,7...1,4 | 0,92 |
| Noole pikkus, m | 5,65 | 5,68 |
| Tehnilised parameetrid | Mäemasin | |
| | Kobelco SK210 LC | Hyundai 210LC |
| Max ammutusraadius, m | 9,73 | 9,94 |
| Max ammutuskõrgus, m | 9,72 | 9,47 |
| Max laadimiskõrgus, m | 6,91 | 6,67 |
| Max kaevandamissügavus, m | 6,70 | 6,74 |
| Ohutsooni raadius, m | 1,7/2,1* | 1,7/2,1* |
| Tööterrassi optimaalne laius, m | 14,6 | 14,9 |

Ekskavaatori tootlikkus (T) kaevandamisel leitakse empiirilisest valemist (4): [14]

$$T = q \times \frac{60}{t_{ts}} \times E \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4)$$

q – ühe tsükliga teisaldatav maht, [m³]

t_{ts} – töötsükli kestus, min;

E – töö efektiivsustegur, 0,83.

Ühe tsükliga teisaldatav maht (q) leitakse valemist (5): [14]

$$q = q_k \times k \quad [\text{m}^3] \quad (5)$$

q_k – kopa maht, m³;

k – kopa täitetegur, 0,90.

Kasutades ülalolevaid valemist ja teades ekskavaatori kopamahtu saab arvutada ekskavaatori tootlikkuse (Tabel 9). [14]

Kaevandamisel ekskavaatoriga on arvutuslik tootlikkus vastavalt masina margile ja kopamahule u. 79...157 m³/h (tabel 9). Ekskavaatori üks vahetus kestab 10 h. [14]

Tabel 9 Ekskavaatori tootlikkus [14]

| Ekskavaator | Kopa maht, m ³ | Kopa täitetegur | q, m ³ | t _{ts} , min | E | Tootlikkus, T | |
|------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|------|-------------------|----------------------------|
| | | | | | | m ³ /h | m ³ /vahetuses* |
| Kobelco SK210 LC | 0,70 | 0,9 | 0,63 | 0,4 | 0,83 | 78,44 | 784,4 |
| | 1,40 | 0,9 | 1,26 | 0,4 | 0,83 | 156,87 | 1568,7 |
| Ekskavaator | Kopa maht, m ³ | Kopa täitetegur | q, m ³ | t _{ts} , min | E | Tootlikkus, T | |
| | | | | | | m ³ /h | m ³ /vahetuses* |
| Hyundai 210LC | 0,92 | 0,9 | 0,83 | 0,4 | 0,83 | 103,09 | 1030,9 |

Purustusliin ja sealt edasi mööda konveiereid lõppsõelurisse, mis jagab killustiku vastavalt 3 fraktsiooniks. Eri fraktsioonid kogutakse killustiku punkritesse, kust laetakse autodele või transporditakse laadimisplatsile. (killustiku kaevandamine ja kasutamine). [14]

12.6 PESUSEADE

Pesuseadmetest valisin Terex M 1700 Washplant seade, mis koosneb järgmistest osadest [14]:

Masina käsiraamat

- veeärastussõelaseade
- hüdrotsüklonid
- kõrgtootlik liiva-veesegu pump
- setitaja ja flokulandi doseerimisjaam
- automaatne polüelektrolüüdi doseerimisjaam
- juhtimiskeskus

Masina tootjaks on liri ettevõtte Terex.



Joonis 11 Pesuseade.

15 KAEVANDAMISE MÕJU KESKKONNALE JA VÕIMALIKE MÕJUDE LEEVENDUS

15.1. KESKKONNAMÕJU HIDAMISE VAJADUS JA EESMÄRK

Vastavalt keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse paragrahv 11 lg 2 vaatas otsustaja (Jõgevamaa Keskkonnateenistus) AS Kiirkandur kaevandamise loa taotluse läbi. Keskkonnamõju hindamine (KMH) algatati Jõgevamaa Keskkonnateenistuse poolt 27.02.2007 juhataja korraldusega nr 387; (Lisa 5), kus tuvastati KMH vajalikkus kaalutluse alusel. Planeeritav kaevandamise ala suurus on 22,15 ha, teenindusmaa suurus 33,92 ha, aastane maksimaalne kaevandatav maht 200 tuh. m³. Kavandatava tegevusega kaasneb müra ja tolmu levik, maapinna vibratsioon, võimalik mõju veerežiimile ümbruskonna kaevudes ja ümbruskonnas elavate inimeste elukvaliteedile. Samuti muudetakse jäädavalt olemasolevat maastikku. Otsuse kaevandamise loa taotluse rahuldamiseks või mitte, teeb Jõgevamaa Keskkonnateenistus pärast keskkonnamõjude selgitamist. Keskkonnamõju hindamine tehti KMH programmi (Lisa 5 Jõgevamaa Keskkonnateenistuse juhataja korraldus nr. 387) alusel, mis kiideti heaks 23.05.2007 Jõgevamaa Keskkonnateenistuse juhataja korraldusega. Keskkonnamõju hindamisel ja selgitamisel lähtuti arendaja AS Kiirkandur arusaamadest, et kaasajal maavara kaevandamisel arvestatakse lisaks arendaja majanduslikele huvidele ka seda, et kaevandamise tulemusel ei kahjustuks karjääri ümbruse looduskeskkond, ei kahjustataks karjääri ümbruse looduskeskkond, ei kahjustataks põhja- ja pinnavett ning paraneks piirkonna elanike tööhõive ja teede olukord. [15]

Keskkonnamõju hindamine (KMH) algatati Jõgevamaa Keskkonnateenistuse poolt 27.02.2007 korraldusega nr 387 (Lisa 4), kus tuvastati KMH vajalikkus kaalutluse alusel. Keskkonnamõju hindamine algatati põhjusel, et dolokivi kaevandamisega muudetakse pöördumatult maastikku, toimub põhjavee taseme alandamine ning võib olla häiriv mõju läheduses elavale I kategooria kaitsealusele liigile (väike-konnakotkas). Keskkonnamõju hindamise aluseks oli programm, mis kiideti heaks 23.05.2007 Jõgevamaa Keskkonnateenistuse juhataja korraldusega nr 960. [15]

Pudivere karjääri mäeeraldise piires on kaevandatava aktiivse tarbevaru maht 2811 tuh. m³, mis sobib kõrgemargilise killustiku tootmiseks. Praktiliselt kogu kaevandatav varu (95%) jääb põhjaveetasemest madalamale. Planeeritava karjääri sügavuseks (sõltuvalt maapinna reljeefist) kujuneb keskmiselt 15,3 m, esimese kaeveastme puhul (koos katendiga) 8,6 m. AS Kiirkandur kavatseb alustada karjääri rajamist ja kaevandamist taotletava mäeeraldise lõunaosast. Aastane maksimaalne kaevandatav kogus on 200 tuh. m³. [15]

Keskkonnamõjude hindamise (KMH) aruandes analüüsiti karjääri avamisega, dolokivi kaevandamisega, vee väljapumpamisega ja ärajuhtimisega ning killustiku transpordiga kaasnevaid keskkonnamõjusid nii piirkonna elanike tervisele, elukvaliteedile, kaevude veetasemele, kaevude ja pinnaveekogude vee kvaliteedile, lähikonda rajatavale gaasitrassile, olemasolevale maaparandussüsteemile ja looduskeskkonnale, sh väike-konnakotka pesitsemis- ja toitumislale ning vääriselupaikadele. [15]

15.2. ASUKOHT JA ASUATUS

Taotletav Pudivere karjääri mäeeraldis (Joonis 1) asub Jõgevamaal Põltsamaa vallas Lambasaare (katastri tunnus 61606:002:0690) kinnistu piires. Mäeeraldise pindala on 22,15 ha. Valla keskus Põltsamaa asub mäeeraldise ligikaudu 10 km lääne pool. Pudivere küla keskusest on mäeeraldis

ca 1,5 km ida pool. Lähemad suuremad külad on Pudivere 1,5 km lääne, Sulustvere 3 km loode, Lustivere 4 km lääne ja Neanurme 4 km lõuna pool. [15]

Taotletav mäeeraldis on ca 20% ulatuses kaetud segametsaga, ülejäänud ala paikneb haritaval maal. Mäeeraldisest põhjapool asuvad Vahemetsa, Triibu, Otsa ja aadressita (katastri tunnus 61606:001:1640) kinnistud. Need maaüksused on valdavalt metsaga kaetud. Mäeeraldisest kirdesse ja itta jäävad Sundjasaare ja Sündisaare kinnistud, millel on nii metsa kui ka haritavat maad. Kaugemal idas asuvad Põltsamaa metskonna metsamaad. Kagusse jääb Kullamäe ja Mollisaare, lõunasse Tiidu ja Timuski, läände Tolga kinnistu, mis on valdavalt metsaga kaetud. [15]

15.3. ÜMBRUSKONNA KAEVUD JA NENDE SEIRE

Keskkonnamõjude hindamise (KMH) käigus tehti salv- ja puurkaevude seiret kuni 6 km kaugusele Pudivere dolokivi karjääri mäeeraldisest. Kuni kuue kilomeetri kaugusel mõõtmist vajavate kaevude nimekirja edastas KMH läbiviiale e-kirja teel hr Raivo Omler. Kavandatava karjääri lähemas ümbruses (kuni 2 km) asuvate kaevude mõõdistamine toimus arendaja initsiatiivil ja kaevuomanike soovil. Välitööde käigus saadi andmeid 37 puurkaevu, 23 salvkaevu ja härra Omleri kinnistul asuvate tiikide kohta. Välitöid tehti 22.–23. jaanuaril, 9. ning 14. septembril 2007. a. ja 31. juulil 2008.a. Seire käigus mõõdeti kaevude veetaset ja sügavust, kaevu nurkkoordinaate L-Est süsteemis ning üsitleuse teel tehti kindlaks ka maksimaalsed ja minimaalsed veetasemed (Lisa 9). Võimaluse korral mõõdeti sondiga ka kaevuvee elektrijuhtivust, veetemperatuuri, mineraalsust, soolsust, hapnikusisaldust, redokspotentsiaali ja pH. kilomeetri raadiuses on vaid üks majapidamine (Kullamäe), mis jääb kavandatava mäeeraldisse piirist ca 400 m kaugusele kagu poole. Seal kasutatakse 7 m sügavuse salvkaevu vett. Mäeeraldisest ühe kuni kahe kilomeetri kaugusele jääb 4 salvkaevu ja viis puurkaevu. Ülejäänud mõõtmist vajanud salv- ja puurkaevud jäävad taotletavast mäeeraldisest kaugemale. Salvkaevude sügavus on 2,8–7,0 m, puurkaevude sügavus valdavalt 20 m. Enamasti kasutatakse puurkaevude vett. [15]

15.4. Teedevõrk, asustus veeteede ääres

Teedevõrk on piirkonnas suhteliselt hästi välja arendatud. Teed on kruusakattega. Kavandatavast mäeeraldisest ligikaudu 4 km loode pool kulgeb asfaltkattega Jõgeva- Põltsamaa ja 5 km edela pool Tallinn–Tartu maantee. AS Kiirkandur kavatses Pudivere dolokivi karjääris valmistatud killustikku turustada Tartu suunal Lõuna-Eestis. Killustiku väljaveoks Tallinn–Tartu maanteele analüüsi keskkonnamõjude hindamise algetapil kahte varianti: teed läbi Pudivere, Neanurme ja Tõrevere küla ja Nukumäe teed läbi riigimetsa. Kuna arendaja on saavutanud kokkuleppe killustiku väljaveoks läbi riigimetsa Nukumäe teed mööda ja selleks otstarbeks teed läbi Pudivere, Neanurme ja Tõrevere küla kasutama ei hakata, siis ülalnimetatud külasid läbiva, alternatiivse tee keskkonnamõjude hindamise vajadus langes ära. Kokkuleppel Riigimetsa Majandamise Keskusega on killustiku väljaveoteena võimalik kasutada Põltsamaa metskonna maaüksusel M-16 asuvat Nukumäe teed, milleni on vaja rajada karjäärist tee piki Jõgeva–Põltsamaa gaasitrassi teenindusmaad. AS Kiirkandur koostab metsatee tee-ehitusprojekti vastavalt ühiste kavatsuste protokollile ja kooskõlastab selle Põltsamaa Vallavalitsuse, Jõgevamaa keskkonnateenistuse ja Maanteeametiga. Tee peab olema teepikkuselt 50% ulatuses kahesuunaliselt kasutatav. Tuleb paigaldada kõik ohutut liiklust tagavad liikluskorraldusvahendid. Tee tuleb ehitada paekivikillustikust paksusega vähemalt 0,4 m. Olemasolevad teekraavid tuleb puhastada. Vajadusel tuleb vahetada välja tee alla jäävad truubid. [15]

15.5. Reljeef ja vetevõrk

Mäeeraldise ümbruses toimub sademete pindmine äravool maaparanduskraavide kaudu. Mäeeraldise edelanurga lähedusest algab kraav, mis kulgeb edelasse ja suubub Hundiojja, viimane omakorda Pikknurme jõkke. Mäeeraldise ida poole jääb kraav, mis voolab Luiska ojja, see omakorda Pikknurme jõkke. Kogu piirkonna reljeef on nõrgalt lainjas. Mäeeraldise piires jääb maapinna absoluutne kõrgus 61–65 m piiridesse ja alaneb lõuna suunas. Ümbritseval alal on absoluutkõrgused 61–71 m vahemikus. [15]

16. KAVANDATAVA KAEVANDAMISE JA SELLE VÕIMALIKE ALTERNATIIVIDE KIRJELDUS JA VÕRDlus

16.1. KATTEKIHI EEMALDAMINE JA DOLOKIVI KAEVANDAMISEKS ETTEVALMISTAMINE

Kaevetöödele eelnevad ettevalmistavad tööd, mille käigus eemaldatakse mets ja võsa, juuritakse kändud ning kooritakse kattekiht. Kaevetöödega alustatakse mäeeraldise lõunaosas. Kattekihi eemaldamisel kasutatakse buldooseri ja ekskavaatorit. Kattekiht eemaldatakse etappide kaupa pindalalt, mis võimaldab arendada karbonaatkivimite planeeritud kaevandamist. Esmalt eemaldatakse kasvukiht, mis vallitatakse mäeeraldise lõuna pool asuval teenindusmaal. Kattekihi põhiosa moodustab moreenpinnas. Moreen kooritakse ekskavaatoriga ja kopplaaduriga ning transporditakse kallurautodega teenindusmaale. Koos moreeniga eemaldatakse ka kohati maavaral lasuv, kattekihi hulka arvatud kaljukatend. 3–5 m kõrguse vallilaadse pinnavormi rajamine ümber mäeeraldise vähendab oluliselt karjäärist leviva müra, tolmu ja lõhkamisproduktide levikut. Mäeeraldise välispiirile rajatakse kraav, mille kaudu hakkab ära voolama ümbritsevalt alalt valguv sademete ja maaparandusdrenaaži vesi. Rajatakse karjäärist väljapumbatava vee tarbeks settetiigid ning puhastatakse/süvendatakse äravoolukraavid. Peale kattekihi eemaldamist rajatakse mäeeraldisele kaeveastme kivimi kaevandamiseks planeeritud sügavuse ja profiiliga veekogujakraav, mis päädib kogujakaevuga, kust vesi pumbatakse settetiikidesse. Settetiikidest voolab selginenud vesi mäeeraldise ida pool asuva kraavi kaudu esmalt Luiska oja, seejärel Pikknurme jõkke. [15]

16.2. KARBONAATKIVIMITE (DOLOKIVI) KEVANDAMINE

AS Kiirkandur kavandab Puidvere karjäärist kaevandada maksimaalselt 200 tuh. m³ karbonaatkivimeid aastas. Mäeeraldise piires on kaevandatava karbonaatkivimite kihi keskmine paksus 12,7 m, selle väljamine planeeritakse kahe ca 6 m kaeveastmega. Kaevandatava kihi lamami absoluutne kõrgus on vahemikus 46,20–50,20 m. [15]

16.3. LÕHKAMINE JA SELLE ALTERNATIIVID

Mäetööde põhiprotsess. Selleks on kasuliku kihi eelnev kobestamine ning kobestatud mäemassi laadimine kalluritele. Kasuliku kihi kobestamine saab toimuda nii puur-lõhketööde abil kui ka hüdrovasaraga raimamisel. Lõhketöid teostab litsentsi omav firma kooskõlas kohaliku omavalitsusega kooskõlastatud passile. Arendaja lubab firmal kasutada lõhkamistööl lõhkeainena nobeliiti, ANFO-d või teisi lõhkeaineid, kuid kindlasti tasakaalustatud või vähese positiivse hapnikubilansiga. Lõhkeaine erikulu 1 m³ karbonaatkivimite massiivi kohta on tavaliselt 0,50–0,60 kg. Tulenevalt planeeritavast maksimaalsest toodangust (200 000 m³ looduslikke karbonaatkivimeid aastas) on nädalas tarvis lõhata kuni 4000 m³ karbonaatkivimit. Seega lõhkeaine kulu moodustab nädalas kuni 2400 kg. Lõhkamiskord, lõhkepuuraukude tihedus ja sügavus, lõhatava mäemassi kogus ja tingimused sõltuvad korraka lõhatava maavara kihi paksusest, kvaliteedist ja vajalikust kobestatud massi kogusest, kuid samuti tööde vahetust asukohast ning määratakse lõhketööde kaardi (passi) ja laengu konstruktsiooniga (Lõhkematerjali..., 1999). Lõhketööde passi koostamisel tuleb passis kehtestada puuraukude diameeter ja nõuded topise pikkuse kohta. On soovitatav, et lõhkamiseks vajalike puuraukude puurimine toimub kas märgpuurimismeetodil või tolmutõukuriga varustatud pneumomeetodil. Tuleb kasutada lühiviitlõhkamist. See vähendab seismilist efekti ja õhku paiskuvat tolmu kogust. Sõltuvalt vajalikust tootmise mahust toimub lõhkamine nädalas kuni 3 korda. Lõhkamine tuleb

läbi viia ainult tööpäevadel ja lõhkamisest teavitada lähima, Kullamäe talu elanikke. Kuna Kullamäe talu paikneb rohkem kui 400 m kaugusel ja on ümbritsetud metsaga, siis lõhkamisel tekkinud tolmu tuulega elamuni ei kandu. [15]

16.3.1. Dolokivi kobestamise alternatiivide võrdlus.

Eestis kasutatakse karbonaatkivimite kaevandamisel killustiku tootmiseks kivimi eelnevalt kobestamiseks puur-lõhketöödele ja hüdrovasaratega raimamist. Lõhkamisega kaasneb väga lühiajaline (esimesed sekundid) tume müra, maapinna võnkumine ja tolmu ning kivitükkide paiskumine õhku. Hüdrovasaraga raimamisel tekib pidev, teravaid lööke saatev müra ja tolmu eraldumine. Kaevandamise võimalikkuse üle otsustatakse keskkonnamõju (õhu kvaliteet – tolmu ja gaasid, mõju põhjaveele, müra tase ja mõju tervisele, mõju kotka elupaigale) ja majandustulemuste järgi. Alljärgnevalt (Tabel 1) võrreldakse omavahel kahe Eestis kasutatava, põhimõtteliselt erineva kobestustehnoloogia mõjusid 5 palli süsteemis. Kui üks nendest mõjudest pole rahuldav (pallide arv 1), pole kaevandamine võimalik. Võrdlus on koostatud Eesti juhtivate mäeinseneride H. Viilupi ja I. Maristi kogemuste ja arvamuste põhjal. Peale keskkonnamõjude on võrdluses rõhutatud töötingimusi, kuna karjääris töötajad viibivad olulise keskkonnamõju tingimustes. Karjääri ümbruse elanikud on tabelist välja jäetud, kuna Pudivere karjääri ümbruses asuvad elamud piisavalt kaugel ja kaevandamise keskkonnamõju nendele on väike. See ei tähenda, et kaevandamise mõju nendeni üldse ei ulatu. Ulatub küll, kuid sellisel tasemel, et Euroopas ja Eestis kehtestatud normatiivide alusel ei ohusta see inimeste tervist, nende eraldamine taustmõjudest pole võimalik jne. Kaevandamismeetodite võrdluse tulemused pallides tuuakse alljärgnevas tabelis (Tabel 10). [15]

Tabel 10 Kaevandamismeetodite võrdlus pallides [15]

| Kaevandamismeetod | | Karbonaatkivimite kobestamine puurlõhketöödega | Raimamine mehhanismide abil |
|-----------------------|------------------|--|-----------------------------|
| Kriteerium | | | |
| Majanduslik tasuvus | | 4 | 2 |
| Kesk-konnamõjud | Õhu kvaliteet | 3 | 3 |
| | Müra | 3 | 2 |
| | Vee kvaliteet | 3 | 3 |
| | Veetase kaevudes | 3 | 3 |
| | Kotka elupaik | 2 | 2 |
| | Tervisekaitse | 4 | 3 |
| Keskmine punktide arv | | 3,1 | 2,6 |

Tabel 11 Pallide arvu iseloomustus [15]

| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---------------------|------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Majanduslik tasuvus | | Väga kiire | Kiire | Keskmine | Aeglane | Väga aeglane |
| Keskkonnamõjud | Õhu kvaliteet | Muutub palju paremaks | Muutub paremaks | Jääb samaks | Halvneb | Ei vasta normidele |
| | Müratase | Väheneb palju | Väheneb | Jääb samaks | Suureneb | Ei vasta normidele |
| | Vee kvaliteet | Muutub palju paremaks | Muutub paremaks | Ei mõjuta | Halvneb | Ei vasta normidele |
| | Veetase kaevudes | Tõuseb palju | Tõuseb | Ei mõjuta | Väheneb | Vesi kaob |
| | Kotka elupaik | Muutub palju paremaks | Muutub paremaks | Jääb samaks | Halvneb | Ei sobi elamiseks |
| | Tervisekaitse | Töötingimused muutuvad palju paremaks | Töötingimused muutuvad paremaks | Töötingimused jäävad samaks | Töötingimused halvnevad | Töötingimused ei vasta normidele |

Tabel 12 Karbonaatkivimite kaevandamise alternatiivid [15]

| Alternatiiv | Pallide arv puurlõhketöödelt üleminekul ainult raimamisele | Kriteeriumite kirjeldus | |
|---------------------|--|---|--|
| Majanduslik tasuvus | 2 | Kulud on suured. Selleks, et toota raimamisega sama palju kui puurlõhketöödega, on vaja osta täiendavalt hüdrovasaraid. Lisada veel pideva hoolduse tasud, kütuse maksumus ja masinisti palk. | |
| Keskkonnamõjud | Õhu kvaliteet | 3 | Õhu kvaliteet jääb samaks. Vahe tekib sellest, et lõhkamisel on tolmuheide lühiajaline ja suurem, raimates on aga tolmuheide pidev ja väiksem. Kokku tuleb tolmuheitme aastane kogus ikka sama suur. |
| | Müratase | 2 | Kui lõhkamisel on müra hetkeline, siis raimates on müra pidev ja kokkuvõttes keskkonnale kahjulikum. |
| | Vee kvaliteet | 3 | Kuna lõhatakse ja raimatakse veetasemest kõrgemal, siis vee kvaliteet ei muutu. |
| | Veetase kaevudes | 2 | Nii lõhkamine kui ka raimamine häirivad kotkast. Raimamise müra ja vibratsioon on pidev. |
| | Alternatiiv | Pallide arv puurlõhketöödelt üleminekul ainult raimamisele | Kriteeriumite kirjeldus |
| | Kotka elupaik | 3 | Kuna kaevud jäävad kaugele, siis kummagi meetodiga tekkinud maapinna võnked ei mõjuta kaevude veetaset. |
| | Tervisekaitse | 2 | Tervisekaitse seisukohalt muudab pidev müra töötingimused halvemaks. |

Toodud tabelist järeldub, et karbonaatkivimite kobestamine puurlõhketöödega on keskkonnasõbralikum kui hüdrovasaraga raimamisel. Tulevikus pole välistatud puurlõhketööde asendamine kihtkihilise kobestamisega raskete freeskombainide või buldooseri abil. Sellesuunalisi katseteid teostati Vao lubjakivikarjääris juba 90-ndate aastate algul. Lubjakivi kobestamist katsetati freeskombainiga Wirtgen 2600 SM. Katsed näitasid, et Eestimaa paekivide kobestamiseks peab masin kaaluma 80–150 tonni. Sellise tehnikaga kobestamisel kaasnes pidev kõrge müra. Saadud paekillustikus suurenes aga pärast täiendavat purustamist plaatjate tükide osakaal ning killustik oli sobilik kasutamiseks ainult teede aluskatte materjalina. Majanduslikust seisukohast on freeskombaini kasutamine võimalik ainult karjäärides, mille

aastatoodang on suurem kui 500 000 m³ karbonaatkivimeid. Vaatamata masina paljulubavatele näitajatele tuli müra suurenemise tõttu ja killustiku kvaliteedi ning majanduslike näitajate halvenemise tulemusel selle kasutamisest loobuda. [15]

Karjääri avamine (katendi eemaldamine). Kaevandamise esimesel etapil teisaldatakse mullast, moreenist ja kaljukatendist kattekiht, mis vallitatakse ümber mäeeraldist (tulevast karjääri) selleks ettenähtud teenindusmaale. Kattekihi teisaldamine ekskavaatori, buldooseri ja kallurautode abil on võrreldav tavapärase tegevusega liiva- ja kruusakarjäärides ning sellisele tegevusele (karjäär pindalaga alla 25 ha) reeglina keskkonnamõju hindamist Eesti tingimustes rakendatud pole. Valdavalt saviliivmoreenist katendi teisaldamisega ei kaasne tolmu teket. Katendist vall on oluliseks leevendavaks meetmeks dolokivi kaevandamisega tekkiva müra, tolmu ja lõhkeproduktide leviku vähendamisel. Samasugust rolli omab ka mäeeraldise löuna- ja kagupool kasvav kuuse-segamets. Mäeeraldise välispiirile rajatakse kraav, mille kaudu hakkab ära voolama ümbritsevalt alalt valguv sademete ja maaparandusdrenaaži vesi. Kaevandamise esimesel etapil rajatakse karjäärist väljapumbatava vee tarbeks settetiigid ning puhastatakse/süvendatakse äravoolukraav Luiska oja. Korrastatud äravoolukraav ja settetiigid võimaldavad karjäärivett suunata looduslikku veekogusse, ilma seda reostamata. [15]

Kaitsealuse väike-konnakotka püsielupaik asub kavandatava karjääri piirist 360 m kaugusel ida pool. AS Kiirkandur ja Kotkaklubi vahel sõlmitud koostöölepingu alusel ei teosta kaevandaja lõhkamis- ja purustustöid ajavahemikul 15.03–30.07. juhul, kui väikekonnakotkas kõnealusel pesitsusterritooriumil pesitseb. Ülalesitatud keeluperioodist kinnipidamisel ei ole kaevandamine ja sellega seotud tegevused väike-konnakotkale olulise negatiivse mõjuga. Dolokivi kaevandamine lõhkamise abil. Alternatiivsete kaevandamismeetodite (lõhkamine, raimamine) võrdlusest selgus, et väiksemate kahjulike keskkonnamõjudega on lõhkamine. Lõhkamisega kaasneb lühiajaline pinnase vibratsioon, tolmu, müra, gaaside teke ja võivad lenduda kivimitükid. Lõhketööde pass, mille koostab litsentseeritud firma, peab kindlustama, et kivimitükide lennukaugus ja pinnase vibratsioon ei ületaks seadusega ettenähtud piire (vastavalt 200 m ja 0,7–0,9 cm/s). Sellisel juhul pole karbonaatkivimite kobestamine lõhkamise abil olulise keskkonnamõjuga tegevus ja ei ohusta Kullamäe talu, väike-konnakotka elupaika ja mäeeraldise põhja pool kulgevat madalsurve gaasitrassi. Esimeste lõhkamiste jooksul tuleb maapinna võnkekiirust mõõta seisimograafiga lähima, Kullamäe talu juures. Lõhkamisega kaasneb müra, mille levikut takistavad nii katendivallid kui ka karjäärisüvendi seinad, on väga lühiajaline. Nädalas lõhatakse maksimaalselt kolm korda. Lõhkamisega eraldub õhku gaasilisi lämmastiku ja süsinikuühendeid, mis hajuvad kiiresti ja ei põhjusta olulist kahjulikku keskkonnamõju. Lõhkamisega kaasneva müra, tolmu ja gaaside ulatuslikuma leviku vältimiseks ida pool asuva väike-konnakotka püsielupaiga suunas tuleb arvestada tuule suuna ja kiirusega. Dolokivi transport ja purustamine karjääris. Kobestatud mäemass purustatakse purustus-sorteerimissõlmes, mis asub katendivallidega piiratud karjääri süvendis. Mäemassi ja killustiku laadimine toimub ekskavaatori/laaduri ja kallurautode abil. Kaevandamine toimub päevasel ajal ajavahemikul 7–23. Karbonaatkivimite kaevandamisel, purustamisel ja transpordil on tehnika vahekauguseks karjääris kümned ja sajad meetrid. Arvutuste kohaselt ei ületa müra intensiivsus karjääri piires 80–100 dB. Karjääri põhjas toimuva tegevusega kaasneva müra ja tolmu levikut ümbritsevale alale piirab nii katendist piirdevall kui ka karjääri seinad ja mäeeraldise löunaosa ümbritsev mets, mille tõttu jääb müra tase karjäärist ca 400 m kaugusel (Kullamäe talu ja väike-konnakotka püsielupaik) väiksemaks kui 20–40 dB, mis on ligi 1,5 korda madalam lubatud piirist (50 dB) elamute ümbruse välisõhus. Arvutuste kohaselt tekib karbonaatkivimite tarbimiseks ettevalmistamise protsessis ning karjääris transpordil tolmu ca 100 t aastas ja maksimaalse tolmu tekitamise ajal (purustamine, laadimine, vedu) 6,1 g/s. Kundas, Aru-Lõuna lubjakivikarjääris tehtud uuringud on näidanud, et killustiku valmistamisel lenduva tolmu sisaldus õhus väheneb tolmuallikast (purustus-sorteerimissõlmest) kaugenedes oluliselt. Tolmuallika lähedal saadi õhu maksimaalseks saastetasemeks 5,06 mg/m³ ja juba 160 m kaugusel jõudis see lubatud piirile (0,5 mg/m³; Välisõhu ..., 2004). Nende mõõtmiste tulemusel ei

peaks ka Pudivere karjääri kontuurist juba 160 m kaugusel tolmu sisaldus õhus ületama lubatud piirnorme, sest karjääri ümbrise katendivall ja lõunaosas mets. Kokkuvõtvalt – karjääris dolokivi purustamise ja transpordiga kaasnev müra ja tolm pole olulised keskkonnamõjud. Kaevandamisega kaasnev vee väljapumpamine ja selle ärajuhtimine. Karjääri töötamise lõpuaastatel on arvutuslik väljapumbatava vee kogus 8670 m³ ööpäevas ja veetaseme alanemine 1 km kaugusel 3,5 ning kahe kilomeetri kaugusel 1,0 m. Analoogsetes geoloogilistes ja mäenduslikes tingimustes (Röstla paekarjäär) ulatub veetaseme alanemine karjäärist vaid mõnesaja meetri kaugusele. Kaevandamise jooksul tuleb teha pinnasevee seiret Kullamäe talu salvkaevus ja põhjavee seiret lähimates, 1,2– 2,1 km kaugusel loodes, läänes ja lõuna-edelas asetsevates puurkaevudes nr 2, 14 ja 9. Kaevandamisega põhjustatud vee kvaliteedi muutuste ja veetaseme alanemise korral on Jõgevamaa keskkonnateenistusel õigus nõuda arendaja kulul ka kaugemate salv- ja puurkaevude seire läbiviimist. Settebasseinides selginenud vesi suunatakse idapoolse äravoolukraavi kaudu Luiska oja. Väljapumbatava vee arvutuslik kogus on 100 l/s. Hüdrotehnikainsener Kalev Raadla eksperthinnangu põhjal selgus, et isegi kui kogu väljapumbatav vesi suunata maaparanduskraavi kaudu Luiska ojasse, ei mõjuta see oluliselt kraavi veeseisu ega maaparandussüsteemi ning metsakuivendussüsteemi toimimist. Kuival ajal tuleb pidev vee voolamine isegi kasuks, sest kraavi ei kasva taimestik, mis takistaks vee läbilaskevõimet. Karjääri settebasseinidest väljapumbatava vee saastekoormus on madal ja ei avalda negatiivset mõju pinnaseveele ega infiltreerudes põhjaveele. Karjäärist väljapumbatava vee koostise seire teostamiseks tuleb vaatluspunkt rajada karjäärivee kogumissüvendisse (pumbajaama) ja settebasseinidest väljuvasse kraavi. Seiret on tarvis alustada vahetult enne tööstuslike kaevetööde algust. Seire alustamisel ja kaevandamise esimesel aastal tuleb selgitada vee keemiline koostis (kindlasti NH₄, NO₃ ja NO₂), naftaproduktide ja tahkete osakeste sisaldus. Saadud andmete alusel tuleb täpsustada seire käigus jälgimist vajavate ühendite (näitajate) nimistut. Kindlasti tuleb jätkata tahkete osakeste, naftaproduktide ja NO₃ sisalduse jälgimist. Vaatluspunktidest on esimesel aastal soovitatav veeproovid koguda 4 korda aastas – kevadise suurvee ja sügisese vihmade maksimumi- ning kevad-suvise ja talvise miinimumiperioodi ajal. Vaatluspunktides tuleb kindlasti jälgida veetaset. Mõõta tuleb orienteeruvalt kord kvartalis ja kindlasti ka veeproovide võtmise ajal. Veoteed. AS Kiirkandur kavatses Pudivere dolokivi karjääris valmistatud killustikku turustada Tartu suunal Lõuna-Eestis. Väljaveoteena hakatakse kasutama riigimetsa läbivat Nukumäe teed, mille kasutamiseks on RMK ja AS Kiirkandur koostanud 17. juunil 2008 ühiste kavatsuste protokoll. Väljaveoteel sõitvate kaasaegsete kallurautode müratase jääb autost 30 m kaugusel alla 60 dB ja kuna väljaveotee kulgeb metsa vahel, toimib mets täiendava müratõkkena. Kohustatakse tegema tolmutõrjet. Maksimaalse aastase toodangu korral (200 tuh. m³ dolokivi) kujuneks täiskoormaga veoautode sõidutiheduseks 15–20 autot tunnis. Kokkuvõtvalt – kavandatav Pudivere karjäär ja sellega seotud tegevused ei avalda looduskeskkonnale ja piirkonna elanikele ning nende elukeskkonnale olulist negatiivset mõju. Planeeritava tegevusega kaasneb tööhõive suurenemine ja korrastatakse väljaveotee. Tulevikus karjääri alale kujunev veekogu rikastab looduskeskkonda ja võib saada kohalikele elanikele ujumis- ja kalastamiskohaks. Käesolevas keskkonnamõjude hindamise aruandes tehtud ettepanekuid võimalike mõjude leevendamiseks saab Jõgevamaa keskkonnateenistus rakendada täiendavate tingimustena kaevandamise loas ja väga vajalikus seirekavas. [15]

17. MÄETÖÖDE MÕJU KESKKONNALE JA ABINÕUD SELLE VÄHENDAMISEKS

Pudivere dolokivikarjääri mäeeraldis ja selle teenindusmaa ei jää Natura 2000 võrgustiku ega looduskaitsealadele, samuti ei ole sellel registreeritud looduskaitseobjekte. Maavarade kaevandamisega kaasneb alati mõju keskkonnale. Ehituskivi kaevandamisega võib eeldada tolmu, müra ja vibratsiooni teket. Lisaks sellele muudetakse jäädavalt maapinnareljeefi ja alandatakse mäetööde ajal põhjaveetaset. Kogu kasuliku kihi kuivendamise puhul alandatakse kaevetööde käigus looduslikku põhjaveetaset kuni ~12,5 m. Väljapumbataval veel lastakse settetiikides eelnevalt selgineda ning seejärel suunatakse olemasoleva kraavisüsteemi kaudu Luiska ojja ja seal Pikknurme jõkke. Vältimaks põhjavee reostust põhjustatuna karjääris töötavate masinate kütuse või määrdesüsteemi leketest, tuleb masinaid remontida ja tankida ainult selleks ettevalmistatud alal. Juhul kui toimub õli või kütuse leke, tuleb reostatud pinnas kiirelt eemaldada või kasutada reostuse likvideerimiseks absorbente (turvas, saepuru). Vastavalt keskkonnaseire programmile, mis kiideti heaks Keskkonnaameti 01.03.2013.a. kirjaga nr JT 10-1/1373910-2, teostati veeseiret jälgimaks kaevandamise mõju põhjaveele – 2 korda aastas mõõdeti veetaset karjääri lähimas Kullamäe talu salvkaevus, ning üks kord aastas määrati ka NO₃, NO₂ ja NH₄ sisaldused kaevuvees. Samuti näeb seireprogramm ette mõõta kaugemates puurkaevudes (seireprogrammis ettenähtud punktides) veetaset üks kord kolme aasta jooksul. Mõõtmise tulemused protokollitakse ja esitatakse Keskkonnaametile. Samuti on oluliseks ümbruskonda häirivaks mõjuriks kivimi lõhkamine. Lubjakivi raimamisel kasutatakse puur- ja lõhketöid, millega kaasneb vibratsioon ja kivimitükkide laialipaiskumine. Kuna mäeeraldisel ülaosas lasub tugevalt karstunud kivim, kus rohked karstilõhed on täitunud saviga, plaanib kaevandaja kivimit murendada ka hüdrovasaraga, mis võimaldab kaevandada selektiivselt ja hoiab ära savi ja kivimosakeste segunemise. Vastavalt Lõhkematerjaliseaduse §42 punktile 2 peavad lõhketöö parameetrid ja kasutatavad kaitsevahendid vältima lõhketöö ohualasse jäävate seadmete kahjustamist lõõklaine, kildude laialipaiskumise ning seismilise võnkumise mõju eest. Lõhkamisega kaasnevad seismilised võnked võivad ohustada eelkõige hooneid ja muid rajatisi. [15]

Sõltuvalt pinnasest, millel asub hoone vundament, hoone konstruktsioonist ja ehitusmaterjalist on määratud hoonetele lubatavad maksimaalsed võnkekiirused. Teades, milliseid maksimaalseid võnkekiirusi hoone konstruktsioon talub ja arvestades hoone kaugust lõhkamiskohast, saab määrata maksimaalsed seismiliselt ohutud lõhkelaengute suurused. Kaasajal läbiviidavad lõhketööd ei paiska purustatud materjali õhku, vaid kobestavad kivimit. Lähtuvalt ohutuseeskirjast on masslõhkamise korral laenguaugu meetodil lõhates inimesele ohutu kaugus 200 m. Kaasaegse lõhkamise meetodikaid kasutades ei paisku lõhkamisel üksikud killud kaugemale kui 50 m (Vesiloo, 2008). Valdav osa kilde langeb maha vahetult lõhatava ploki juures. Enne lõhkamist peab ohtlik ala olema looduses märgistatud ja välja pandud valve selliselt, et oleks välditud kõrvaliste inimeste sattumine lõhketööde ohutsoonis. Arendaja ostab vastava teenuse litsentsi omavalt ettevõttelt, kes peab tagama tööde ohutu läbiviimise. Mäeeraldisest ligikaudu 1 km raadiuses on vaid üks majapidamine (Kullamäe), mis jääb maardla piirist ca 400 m kaugusele kagu poole. Teadaolevalt on Eestis uuritud lõhkamise mõju nii karjääri kui ka piirkonna kaevude veekvaliteedile. Karjäärivee kvaliteedi uuringutes on selgunud, et väljapumbatava vee saastekoormus jääb madalaks (madalamaks kui kuivenduskraavides lisanduva saastekoormuse teke). Müra tekitavad karjääris töötavad kaevandamismasinad (ekskavaator, buldooser, purustussõlm, kopplaadur, kallurauto, puurmasin) ja killustikusõlm. Transpordimasinal on müratase normeeritud. Meil kehtivate müra normtasemetega järgi on 150 kW ja suurema mootoriga ning täismassiga 12 t ja raskemate veokite müratase vahemikus 84–90 dB. Sama valju müra tekitavad ka ekskavaator, buldooser ja kopplaadur. Avamaal alaneb müratase 100 m kaugusel müraallikast 16 dB, 200 m kaugusel 20 dB ja 300 m kaugusel 23 dB võrra. Karjääris liiguvad masinad süvendis ja puistangute vahel, mis toimivad müra tõketena ja alandavad

mürataset 18–25 dB võrra. Seega on karjääri töö-ees töötavate masinate müratasete 200 m kaugusel 52 dB ja transpordimasinatel 70 dB (väljaspool süvist). Avamaal töötavates killustikusõlmedes on müratasetemeks mõõdetud 250 m kaugusel kuni 70 dB. Vajaliku suurusega kaeveõõnsuse tekkimisel paigaldatakse purustussõlm karjääri põhja, mille tulemusena tekib täiendav müraekraan ning mürataset väheneb. Mäetööde arendaja on kohustatud järgima sotsiaalministri 04.03.2002.a. määrusega nr 42 “Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja müratasete mõõtmise meetodid” kehtestatud müra normtasemeid. Mäetöödega tekkiva ja elamualadele (II kategooria) leviva müra piirtase ei tohi määruse § 5 lg 6 järgi ületada päevasel ajal (7.00-23.00) 60 dB ja öisel ajal (23.00-7.00) 45 dB. []

Karjääri teenindava transpordi liiklusrüüri piirtase ei tohi elamupiirkondades päeval ületada 60 dB ja öösel 55 dB. Kaevetööd toimuvad reeglina tööpäevadel päevasel ajal. Peamisteks tolmutekitajateks rajatavas karjääris on puur-lõhketööd, purustussõlm, karjääris liikuv transport ja laoplatid. Puur-lõhketöödel, kui kivim on kuiv ja topise materjali ei niisutata, võib kuiva ja tuulise ilmaga tolmupilv kanduda 100–200 m laiuse võõndina 600–800 m kaugusele. Tuulevaikse ilmaga langeb tolm lõhkamiskoha vahetusse ümbrusesse tagasi. Kaevemasinate poolt tekitatud tolmuhulk on väike, kuna masinate liikumiskiirused on väikesed ja tolm sadestub töökohast kuni 100 m raadiuses. Kaugemale võib tolm levida tingituna lõhatud kivimit ja killustikku vedavatest kallurautodest nii karjäärisisestel kui ka väljaveoteedel. Seniste vaatluste põhjal võib lagedal maastikul tolm levida keskmise tugevusega tuule korral kuni 250 m kaugusele. Nagu öeldud, jääb lähim talu karjäärist 400 m kaugusele, kusjuures teenindusmaa ja majapidamise vahele jääb ka vähemalt 100 m laiune metsariba, mis toimib müra- ja tolmütõkkena. Vältimaks tolmuteket kuival ja tuulisel ajal, on otstarbekas regulaarselt niisutada karjääri väljaveoteid, killustikukuhilaid, laoplatse ja purustussõlmede ümbrust. Karjääris töötavad ekskavaatorid/kopplaadurid ning materjali väljaveol kasutatavad kallurautod eraldavad õhku heitgaase, mille tase ei tohi ületada lubatud piirmäärasid. Tehniliselt korrasoleva kaevandamistehnika kasutamisel heitgaasid hajuvad ning nendes esinevate saastekomponentide sisaldus on võrreldav igapäevakasutuses olevate mehhanismide (veokid, põllumajandusmasinad jmt) poolt eraldatavate kogustega. Veokite heitgaaside piirväärtused on kehtestatud valmistaja tehase poolt ning neid kontrollitakse masinate tehnoulevaatusel. Võimaliku keskkonnamõju minimaliseerimiseks jälgitakse ohutustehnika ja keskkonnaohutuse reegleid. Mäetöödel välistatakse pinnase ja vee reostumine, st lähtutakse mäetööde läbiviimise korda sätestavatest eeskirjadest, nagu: töötavate seadete regulaarne ülevaatus, kütte- ja määrdeainete mahasattumise vältimiseks ettenähtud kaitsevahendite olemasolu ja korrashoid, ohutust tagavate töö- ja kaitsevahendite olemasolu, töötajate instrueerimine jne. Karjääris töötava seadme tehnilise rikke korral, mille tulemusena võib pinnas saastuda, tuleb reostatud pinnas koheselt eemaldada. Masinate tehniliste rikete vältimiseks tuleb kasutada kaasaegset ja ohutusnõuetele vastavat tehnikat. Tõid korraldatakse tööohutusjuhendite ja normdokumentide nõuete kohaselt koostöös Keskkonnaametiga ja Tehnilise Järelevalve Inspektsiooniga. Rikutud maastiku esteetiline ilme taastatakse ja kujundatakse hilisema korrastamisega. Kaevandamise mõju keskkonnale ja abinõusid selle vähendamiseks on hinnatud põhjalikult aruandes „Püdivere dolokivikarjääri keskkonnamõjuhindamise aruanne” (Põldvere, 2008), mis kinnitati Jõgevamaa Keskkonnateenistuse juhataja 22.09.2008 kirjaga nr 33-12-1/07/12265-71. Maavara kaevandamisega mõjutatakse alati suuremal või vähemal määral keskkonda. Kaevandamisel on peamisteks keskkonda mõjutavateks teguriteks müra, tolm, maastikupildi visuaalne muutumine ja kujunenud veerežiimi muutumine. [15]

18. KAVANDATAVA TEGEVUSEGA KAASNEV KESKKONNAMÕJU

Eestis kasutatakse karbonaatkivimite kaevandamisel kivimi eelnevaks kobestamiseks puur-lõhketöid ja hüdrovasaratega raimamist. Teised reaalsed meetodid puuduvad. Raskete kobestajate kasutamine ei võimalda saada kvaliteetset materjali ja pole majanduslikult tasuv, nagu ka ligikaudu sajand tagasi laialt levinud paekivi käsitsimurdmine. Sellest tulenevalt vaadeldakse allpool ainult tunnustatud ja kasutatava killustikutootmise tehnoloogiaga kaasnevat keskkonnamõju. [15]

18.1. VÄLISÕHKU PAISATAVATE SAASTEAINETE HEITEKOGUSTE MÄÄRAMINE

Karbonaatkivimite kaevandamisel, purustamisel ja transpordil kaasnevad tolmu ja heitgaasid. Tekkiv tolmu on valdavalt karbonaatse koostisega. Tolmu tekib lõhketöödel, killustiku tootmisel ja transpordil. Tolmu tekke koguste arvutustes kasutati Eesti lubjakivikarjääride (Väo, Harku, Kolga-Saka jt) keskkonnamõju hindamise meetodikat ja atmosfääriheitmete piirmäärade arvutusi (Kruus, 2002). Tolmu ja gaasi levi sõltub ilmast (õhuniiskus, tuule tugevus ja suund). Selle tõttu tuleb lõhketööde tegemisel arvestada ilmastikuga. Nagu mainitud, tuleb lõhketöid vältida, kui on tugev lääne- ja loodetuul, mis kannab lõhkegaase ja tolmu idas asuva kotka elupaiga ja kagus asuva Kullamäe talu suunas. [15]

Kaasajal läbiviidavad lõhketööd ei paiska purustatud materjali õhku, vaid kobestavad kivimit. Lõhkamisel ei tohi kivitükkide lennukaugus ületada 200 m (Lõhketöö..., 2005). Lõhkamise käigus tekkiva ja õhku paiskava tolmu fraktsiooni sisaldus on väga väike ja tolmu eraldumine lühiaegne. Tolmu tekib purustatud karbonaatkivimite kohta kuni 0,11 kg/m³ (Kruus, 2002). Tekkivast tolmust on õhu saasteainena arvestatavat tolmu (osakeste aerodünaamiline diam. <10 µm) ca 40%. Siit järeldub, et 200 tuh. m³ karbonaatkivimite kaevandamisel aastas eraldub 8,8 t tolmu (200 000 x 0,11 x 0,4). [15]

Lõhketööde gaasid ja tolmu levivad kuiva ja tuulise (4–6 m/s) ilmaga avatud maastikul 400–600 m kaugusele. Puidvere karjääris toimub lõhkamine esmalt 4–5 m kõrguste katendivallide vahel, hiljem kuni 6 m kõrguste seintega karjääri süvendis. Lisaks piirab karjääri lõunaosa segamets. Valdav enamus lõhkamise tahketest komponentidest settib karjääris või lähiümbruses. Selliste kaitsebarjääridega piiratud alal on tolmu ja heitgaaside levik kaks kuni kolm korda väiksem kui avatud maastikul. Lõhketööde gaaside ja tolmu mõju on väga lühiajaline. Kuna lõhkamise ajal on töö karjääris seisatud, siis teiste tööprotsesside täiendavat tolmu ei lisandu. [15]

Mürgiste gaaside tekke ja leviku vältimiseks kasutatakse lõhketöödel tasakaalustatud või vähese positiivse hapnikubilansiga lõhkeainet. Lenduvad lämmastikja süsinikühendid hajuvad kiiresti. Lõpptulemusena jääb saastekomponentide sisaldus lähimate elamute lähedases õhus madalamaks lubatud saastekoormusest. (Välisõhu saastetaseme ..., 2004). Aastas kobestatud karbonaatkivimite mass on ca 520 000 tonni (200 000 m³ x 2,6 t/m³). Karjääris kavatakse kasutada Suurbritannia päritolu purustit ja sõelasid, mis vastavad Euroopas kehtivatele tolmu ja müra nõuetele ja on kooskõlas EÜ masinadirektiivi 98/37/EÜ sätetega, vastavate EEEL ühtlustatud standarditega ning riiklike BS standardite ja määrustega. Kui lähtuda purustus-soreerimissõlme (Metrotrak 900x600 Hyd) optimaalsest tootlikkusest (110 tonni tunnis), töötab purustussorteerimissõlm aastas 4700 tundi. [15]

18.2. HINNANG KAEVANDAMISE MÕJU KOHTA PINNA- PINNASE- JA PÕHJAVEELE

Pudivere maardla piirkonnas esineb Siluri survevaba veekompleks, mis toitub sademetest ja lume sulavetest. Veekompleksi paksus on hinnanguliselt 40 m. Geoloogilise uuringu puuraukudes jäi põhjaveetase maapinnast 1,4–5,6 m sügavusele ehk 59,3–62,7 m absoluutsele kõrgusele. Ligikaudu 95% kasulikust kihist jääb allapoole põhjaveetasel. [15]

Veealuse varu kaevandamisega kaasneb vee väljapumpamine ja veetaseme alanemine. Peale kattekihi eemaldamist rajatakse mäeeraldisele kaeveastme kivimi kaevandamiseks planeeritud sügavuse ja profiiliga veekogujakraav, mis päädib kogujakaevuga, kust vesi pumbatakse settebasseinidesse. [15]

Kaevandatakse kaheastmeliselt. Esimese kaeveastangu kõrgus on keskmiselt 6 m, teise puhul ca 6,7 m. Koos katendikihiga (keskmiselt 2,5 m) on esimeses kaeveastmes asuva dolokivi väljamise korral karjääri sügavus 8,5 m. Esimeses kaeveastmes asuva varu suurus on ca 1,3 miljonit kuupmeetrit. Maksimaalse aastase kaevandamise korral (200 tuh. m³ aastas) jätkub varu vähemalt kuueks aastaks. See aga tähendab, et vähemalt esimese kuue aasta jooksul on karjääri sügavus ca 8,6 m, mille tõttu pole vaja sügavamal asuvat vett välja pumbata. Peale seda, kui esimese kaeveastme varu on väljatud, minnakse sügavamale ja siis kujuneb karjääri sügavuseks ca 15,3 m. Järgnevatel aastatel tuleb arvestada olukorraga, kus veetase hoitakse karjääri piires vähemalt 15,3 m sügavusel. [15]

Karjäärist väljapumbatud selginenud vesi suunatakse sealt edasi äravoolukraavi. Kraav suubub Luiska oja, sealt edasi Pikknurme jõkke. Vee väljapumpamisega kaasneb ümbritseval alal veetaseme alanemine. Geoloogilise uuringu andmetel (Korbut jt., 2006) on tehtud veejuhtivuse hindamiseks rühmapumpamist, mis oli vajalik vee juurdevoolu hindamiseks karjääri. Puuraukude sügavus oli 20 m ja nad avasid Raikküla veekihi ülemist osa. Vee juurdevool karjääri moodustub valdavalt põhjavee juurdevoolust. Külgnevalt alalt tulev pinnavesi juhitakse piirdekraavide abil äravoolukraavidesse. Kuna uuringu andmetel on kivim muutliku lõhelisusega, kohati massiivne, siis siin esitatud arvutustes kasutatakse katsepumpamise keskmist veejuhtivuse väärtust (km = 373 m²/ööp.). Vee juurdevoolu arvutame kuuendal aastal (esimese kaeveastme lõpetamise ajaks) ja viieteistkümnendal aastal (karjääri ammendamise aeg). [15]

18.3. HINNANG KARJÄÄRIST VÄLJAPUMBATAVA VEE SAASTETASEME KOHTA

Karjäärist ärajuhtiv vesi erineb looduslikust põhja- ja pinnaveest suurema hõljumisisalduse (savi- ja tolmuosakesed) ning võimaliku suurema kareduse poolest, vee keemiline koostis muutub vähe. Vette võib sattuda lõhkamisega seotud lämmastiku- ja süsinikuühendeid. Karjäärivee veekogusse juhtimiseks tuleb seda eelnevalt lasta selgineda settebasseinis. Hõljumi väljasettimine ning vee infiltreerumine pinnasesse toimub nii kraavides kui ka settebasseinides. Settebasseinid oleks kõige otstarbekam rajada karjääri teenindusmaa lõunaossa, maapinna kallakuse suunas. Lämmastiku- ja süsinikuühendite (seotud lõhkeainetega), tahkete osakeste ja naftasaaduste sisaldust on süstemaatiliselt jälgitud Väo lubjakivikarjäärist väljapumbatavas vees. Nendest kahe esimese sisaldus on jäänud vastavalt madalamaks 20 µg/l ja 8 µg/l. Sellised saastekomponentide sisaldused on kümneid kordi madalamad lubatust (Heitvee..., 2001). Karjäärist väljapumbatava vee saastekoormus jääb madalamaks, kui põllukraavides kujuneva ajutise vee saastekoormus. Karjäärivesi ei avalda negatiivset mõju pinnaseveele ega infiltreerudes põhjaveele. [15]

18.4. KAEVANDAMISE MÕJU MAASTIKULE

Kaevandamisega kujundatakse ümber maa-ala reljeef, pinnas ja taimestik. See ümberkujundamine peab olema loodust säästev ja arvestama Põltsamaa valla, Jõgevamaa keskkonnateenistuse ning kohalike elanikkonna soove ja ettepanekuid. Neid nõudmisi tuleb arvestada juba karjääri projekti koostamisel. Karbonaatkivimite väljamisel kujuneb Pudivere karjääri alale ligikaudu 12–15 m sügavune ja 22 ha suurune tehisveekogu, mille kalda-ala korrastatakse. Teenindusmaale vallitatud muld ja saviliivmoreenist kattekiht kasutatakse karjääri nõlvade planeerimisel. Korrastamise projekt, selle tähtsused ja tingimused kooskõlastatakse Jõgevamaa keskkonnateenistuse ja Põltsamaa Vallavalitsusega. [15]

18.5. KAEVANDAMISE MÕJU TAIMESTIKULE, LOOMASTIKULE JA LINDUDELE, EALHULGA VÄIKEKONNAKOTKALE JA VÄÄRISLUPAIKADELE

Pudivere karjääri mäeeraldis asub rohumaal ja osaliselt segametsaga kaetud alal. Enne kaevandamisele asumist mets raiutakse, kännud juuritakse ja muld ning moreenkatend vallitatakse selleks taotletud teenindusmaale. Pudivere karjääri mäeeraldisel ja selle teenindusmaal pole teada kaitsealuseid taimi. Loomade pääsu karjääri pidurdab karjääri ümbritsev piirdevall. MTÜ Kotkaklubi eksperdi Joosep Tuvi andmetel (Lisa 11) elutseb kavandatava dolokivi karjääri naabruses kaitsealune väike-konnakotkas. Tema koostatud eksperthinnangust selgub, et varasematel aastatel pesitses kotkapaar kavandatavast karjäärist põhja pool asuval pesapuul, mis käesolevaks ajaks on kuivanud ja ümbritsev mets maha raiutud. 2006. aasta lõpus jätsid kotkad selle puu maha ja hõivasid ida pool Sündisaare maaüksusel asuva hiireviu pesa. Joosep Tuvi hinnangul tuleb kuivanud puul asunud pesakoht mõne aasta pärast Eesti Looduse Infosüsteemist kustutada ja pesa ümbritseva püsielupaiga piirang kaob. Praegune püsielupaik, mis asub Sündisaare maaüksusel, jääb kavandatava karjääri piirist 360 m kaugusele ida poole. Eksperthinnangust järeldub, et seoses karjääri rajamisega mõjub kotka elamistingimustele kõige negatiivsemalt toitumisalade vähenemine. Aerofotolt (Lisa 12) on näha, et kavandatava karjääri ala moodustab väga väikese osa ümbruskonna rohu- ja põllumaadest. Aerofotolt, millel on ülevaade ca 25 km²-st, selgub, et pesapaiga lähikonnas on turvalisi rohumaid nii suurte lagendikena kui ka metsaheinamaadena. Teiseks oluliseks negatiivseks mõjukuks peab ekspert kotka häirimist seoses inimeste tihedama sattumisega pesa ja karjääri vahelisele toitumisalale ning kaevandamisega seotud tegevust – lõhkamise ja mehhanismide müra. Inimeste viibimist karjäärist ida pool asuval põllul ei saa ära keelata ka sel juhul, kui kavandatavast tegevusest loobutaks. Kaevandamise ajal peab arendaja instrueerima karjääris töötavaid inimesi sellest, et karjäärist ida pool asuval põllul viibimine võib häirida naabruses elutsevat kotkaperet. Karjääri tegevusega kaasnev müra ei saa oluliselt mõjutada kotka elukeskkonda, sest karjääri lõunaosa, mis on püsielupaigale kõige lähemal, piirneb ida poolt müra summutava metsaribaga. Karjääri põhjaosa jääb aga püsielupaiga piirist 600–900 m kaugusele. Müra levikut aitavad tõkestada ka karjääri ümbritsev katendist vall ja karjääri seinad. Enamus tegevusest toimub karjääri süvendis. AS Kiirkandur ja Kotkaklubi vahel sõlmitud koostöölepingu alusel ei teosta kaevandaja lõhkamis- ja purustustöid ajavahemikul 15.03–30.06. juhul, kui väikekonnakotkas kõnealusel pesitsusterritooriumil pesitseb. Ülalesitatud keeluperioodist kinnipidamisel ei ole kaevandamine ja sellega seotud tegevused väike-konnakotkale olulise negatiivse mõjuga. Kavandatava karjääri piirist ca 600–700 m kaugusel kagu pool laiuv segametsas on piiritletud erineva kooslusega taimede vääriselupaigad. Kahe vääriselupaiga pindala on kokku ca 2,1 hektarit. Kavandatava karjääri seotud tegevuse mõjud nendeni ei ulatu. [15]

18.6. KAEVANDAMISE JA KILLUSTIKU TOOTMISEGA KAASNEVAD TOOTMISJÄÄTMED

Karbonaatkivimite kaevandamise, killustiku tootmise ja kasutamiseks ettevalmistusega tootmisjäätmel ei teki. Kasutust leiavad kõik killustikufraktsioonid, kaasa arvatud tootmise käigus utiliseeritud kivitolm. Tootmisjäätmelena võib tinglikult käsitleda ainult ajutisi kattekihi puistanguid (huumushorisoni ja moreeni vallid). Ajutised kattekihi puistangud ja muld kasutatakse karjääri nõlvade korrastamiseks ja bioloogiliseks rekultiveerimiseks. [15]

18.7. MÜRA KARJÄÄRIS, VÄLJAVEOTEDEL, LIIKLUSKOORMUSE KASV

Karbonaatkivimite kaevandamisel on müra peamised tekitajad lõhketööd, karjääris töötavad 20 tonnise kandevõimega Scania tüüpi kallurid, kopplaadur ja purustus- sorteerimisese. Lähtudes kavandatavast rütmilise töö korraldamise ja valmistatavate fraktsioonide vajadusest, lõhatakse lubjakivi nädalas kuni 3 korda. Karjääris töötab korraga kuni 3 kallurit, kopplaadur ja purustus- sorteerimisese. Neile võib lisanduda keskmiselt üks karjääri sisenev/väljuv kallur. Tööpäeva jooksul põhjustavad need kallurid koos kopplaaduri ja purustiga pideva mürafooni. Firma "Scania" tehnikaspetsialistiandmetel on 15-tonnise kalluri maksimaalseks müraks täisvõimsusel töötavast kallurautost 7 m kaugusel mõõdetud kuni 78 detsibelli (dB). Sama müratase on teistel kaasaegsetel kalluritel. Purustus-soreerimissõlme poolt tekitatav müra (helirõhu tase, lisa) on 20 m kaugusel ca 68–73 dB (mõõdetud kõval pinnasel, kuivades ja tuuletutes tingimustes 1,6 m kõrgusel maapinnast). Karbonaatkivimite kaevandamisel, purustamisel ja transpordil on tehnika vahekauguseks karjääris kümned ja sajad meetrid. Vaadeldaval juhul asub purusti karjääris elumajadest ja kotka elupaigast enam kui 400 m kaugusel ning karjääri serv koos kattekihiga piirdevalliga tegutseb täiendava mürabarjäärina. See vähendab müra taset veelgi. Karjääri seina ja kaitsevalli müra summutav mõju sõltub barjääri kõrguse ning müraallika kauguse suhtest. Toodangu transpordiks kasutatakse "Scania" tüüpi kallurautosid. Ühe kallurauto poolt põhjustatud maksimaalne müratase jääb autost 30 m kaugusel alla 60 dB ja see ei ületa ka maanteeäärsete elumute lähedal välisõhus päevasel ajal elamurajoonides lubatud (60 dB) mürataset (Müra normaaltasemed...,2002). Kallurautode juhid on väljaveoteel kohustatud täitma liikluseeskirja nõudeid. Killustiku väljavedu karjäärist Tallinn–Tartu maanteele planeeritakse karjäärist põhja poolt piki Jõgeva–Põltsamaa gaasitrassi teenindusmaad riigimetsas asuvalle Nukumäe teele. Tee peab vastama intensiivsele raskeliiklusele. Maksimaalse aastase toodangu korral (200 tuh. m³ dolokivi) kujuneks täiskoormaga veoautode sõidutiheduseks 15–20 autot tunnis. Nõusoleku riigimetsas asuva Nukumäe tee kasutamiseks killustiku väljaveoteena on andnud RMK Põltsamaa metskond. [15]

18.8. LÕHKETÖÖDE JA VIBRATSIOONI NING ÕHULÖÖKLAINE PROGNOOS

Nagu mainitud, lubab arendaja lõhketöid teostaval firmal kasutada lõhkeainena nobeliiti, ANFO-d või teisi lõhkeaineid, kuid kindlasti tasakaalustatud või vähese positiivse hapnikubilansiga. See minimeerib lõhkamisel mitte ainult mürgiste gaaside teket, vaid koos lühiviitlõhkamisega vähendab seismilist efekti ja lööklaine tugevust ning õhku paiskuvat tolmu kogust. Karjääri lähiümbruses on pinnakatte paksus valdavalt üle 2 m. Tulevasest karjäärist asuvad elamud jt. hooned kaugemal kui 400 m ning paiknevad savisel ja liivasel moreenil. Lõhketööde kaardi ja laengu konstruktsiooni dokumendi (passi) koostamisel tuleb jälgida, et lõhkamisega kaasnev maapinna suurim võnkekiirus mainitud elumute jt hoonete lähedal ei ületaks majandusministri määruses nr 60 toodud savi, kruusa, liiva ja moreenpinnases lubatavat suurimat võnkekiirust 0,7–

0,9 cm/s; (Lõhkematerjali..., 1999). Passis kehtestatud piirangu kontrollimiseks mõõdetakse võnkekiirust lähima maja juures seismograafiga. Lõhkamisel tuleb ka jälgida puuraukude diameetri ja topise pikkuse suhet. Meie tingimustes kehtib nõue, et puuraukudes laengut katva topise pikkus ületaks vähemalt 15 kordselt puuraugu läbimõõdu. Sellisel juhul pole lõhketöödega kaasnevate löök- ja akustiliste lainete mõjud lähimatele elamutele ja elanikele kahjulikud. Võimalike probleemide vältimiseks tuleks enne lõhketööde alustamist fikseerida lähima, Kullamäe talu hoonete seinte ja vundamendi seisukord. Kindlasti peavad olema jäädvustatud kõik lõhed. Vajadusel tuleb objektid pildistada või jäädvustada videofilmile. Selline lähenemine aitab tuvastada lõhkamisega hoonetele põhjustatud võimalikke kahjustusi ja need arendaja poolt probleemideta likvideerida. [15]

18.9. KAEVANDAMISEGA KAASNEVA VÕIMALIKU RADOONI OHT

Kaevandatavad karbonaatkivimid on madala uraani ja raadiumi sisaldusega (<1,5 mg/kg). Nendes raadiumi lagunemisel tekkiva ja pinnasepooride õhku eralduva radooni sisaldus jääb samuti madalaks (<30 000 Bq/m³) ning ei kujuta ohtu inimeste tervisele. Kuna radoon vees ega veeküllastunud pinnases ei levi, siis probleemi ei teki ka karjääri alale kujuneva veekogu korral. [15]

18.10. KAEVANDAMISE MÕJU INIMESTE TERVISELE JA EHITISTELE

Lähimad elamud asuvad karjääri kaguservast enam kui 400 m kaugusel. Nagu selgus eelpooltoodust (pt 6.1–6.8), jäävad kaevandamisega kaasnevad mõjud lähiümbrusele Eestis kehtestatud normide piiridesse või on nendest madalamad ja on seega keskkonnamõju hindamise seisukohast väheolulised. Nii tolmu kui ka müra tase jääb lähimate elamute juures seadusandlusega lubatud piiridesse. Kaevandamine ei mõjuta oluliselt ka pinnase ja põhjavee kvaliteeti. Lõhketööde passi koostamisel tuleb eelpooltoodud nõuetesse suhtuda kui kohustuslikesse. Nende järgimisel ei kaasne olulisi keskkonnahäired ning ei tekitata kahju kohalikele elanikele. Lõhkamisi tehakse maksimaalselt 3 korda nädalas ja ainult tööpäevade hommikupoolikul, arvestatakse tuule suunda. Sellisel juhul häirib lühiajaline heli inimesi kõige vähem. Pärast mäeeraldisel kaevandamise lõpetamist karjäär korrastatakse (seinad tasandatakse). Kujunev ca 22 ha suurune tehisveekogu rikastab oluliselt piirkonna loodust ja loob kohalikele elanikele täiendavaid puhkevõimalusi. [15]

18.11. VÕIMALIKUD AVARIID TOOTMISTSÜKLIS JA NENDEGA KAASNEVATE KESKKONNARISKIDE HINNANG

Tootmine karjääris toimub organiseeritult ja pideva järelvalve all. Pidev järelvalve kuulub karjäärimeistri otseste töökohustuste hulka, kes võimalike avariide korral rakendab meetmed nende likvideerimiseks. Vajadusel tootmine peatatakse, keskkonnakahjude vältimiseks kaastakse avarii likvideerimisel spetsialiste või toimitakse varem kooskõlastatud käitumisjuhendi järgi. Võimalikud avariid ja nende likvideerimine: Mehhanismide rikest tulenevate naftaproduktide sattumine karjäärivette. Likvideerimiseks kasutatakse selleks karjääris hoitavaid absorbente. Liigne tolmu eraldumine õhku. Likvideeritakse purustus-sorteerimissõlme või tolmu utiliseerimisseadme rikked või tehakse plaaniväline karjäärisiseste, vajadusel ka väljaveoteede kastmine. Lõhkamisel tekivad lubatust kõrgemad pinnasevõnked (seismograafide näidud). Vähendatakse laengute suurust või kooslõhatavate puuraukude arvu. Vastav muudatus fikseeritakse lõhketööde passis. Ohtlike ainete sattumine keskkonda. Vastavuses AS Kiirkandur

kodukorra kohaselt kogutakse keskkonnale ohtlikud jäätmed (määrdeõlid, pliiakud, patareid, õlised kaltsud jm) karjääri paigaldatud erikonteineritesse. [15]

18.12. KAEVANDAMISE MÕJU NAABERKINNISTUTE VÄÄRTUSTELE

Planeeritav Pudivere karjäär piirneb 11 kinnistuga, mille omanikud on huvitatud, et nende kinnistute väärtus seoses karbonaatkivimite kaevandamisega ei väheneks. Pudivere karjääri tegevuse jooksul (ca 15 aastat) pole mõistlik karjääri vahetusse lähedusse elamuid rajada. Seni nende kinnistute piires elamumaa ka puudub. Kaevandamine ei mõjuta ka põllumajandust. Naabruses asuvate kinnistute väärtus võib tõusta, kuna ka seal esineb dolokivi, mille kaevandamine on lihtsam, kui lähtutakse olemasolevast karjäärist. [15]

18.13. KAEVANDATAVA ALA KORRASTAMINE

Peale veealuse varu väljamist kujuneb karjääri alale ca 22 ha suurune veekogu, mille kaldad korrastatakse vastavalt Jõgevamaa keskkonnateenistusega kooskõlastatud projekti alusel. [14]

18.14. NEATIIVSE KESKKONNAMÕJU VÄLTIMIE JA LEEVENDAMISE VÕIMALUSED

Pudivere karjääris planeeritakse killustiku tootmisel kasutada kaasaegset, keskkonnasõbralikku tehnikat ja lõhkeainet. Negatiivse keskkonnamõju vältimiseks või vähendamiseks on tarvilik: – jälgida pidevalt kopplaadurite, kallurite ja purustus-sorteerimissõlme tehnilist seisukorda ja tööd. Tehniliste rikete korral kuni rikete likvideerimiseni töö peatada; – on oluline, et tolmu utiliseerimise või kaitse süsteemid töötaksid passis kehtestatud nõuete kohaselt. Õigeaegselt kasutada purustatud materjali täiendavat niisutust; – kuivadel perioodidel jälgida, et karjäärisiseseid teid pidevalt kastetaks; – viia läbi laadurite juhtide täiendav instruktuaž, mis tagaks selle, et laadimisel satuks vähem tolmu keskkonda; – kasutada maksimaalselt loodussõbralikke (bioloogilisi) õlisid; – jälgida, et mahavalgunud õli likvideeritaks koheselt ja et karjääris ei vedeleks õliseid kaltse, masinate osi, vanu akusid jt keskkonda saastavaid jäätmeid. [14]

18.15 TOLM

Tolmu peamisteks tekitajateks karjääris on puur- ja lõhketööd, purustus- ja sorteerimissõlm, karjääris liikuv transport, laoplatsid. Puur- ja lõhketöödel, kui kivim on kuiv, võib tuulise ilmaga tolmutuul kanduda 100...200 m laiuse vööndina kuni 600 m kaugusele (vaatlusandmed Harku karjääris). Tuulevaikse ilmaga langeb tolmu lõhkeamiskoha vahetusse ümbrusesse tagasi. Kaevandamismasinade poolt tekitatud tolmu hulk on väike, kuna masinate liikumiskiirused on väikesed ja tolmu sadestub töökohast 40...50 m raadiuses. Kaugemale võib tolmu levida tingituna killustikku vedavatest kallurautodest nii karjäärisisestel kui ka väljaveoteedel. Seniste vaatluste põhjal võib lagedal maastikul tolmu levida keskmise tugevusega tuule korral kuni 200 m kaugusele. Tolmu leviku tõkestamiseks tuleb kuival ja tuulisel ajal regulaarselt niisutada karjääri sise- ja väljaveoteid, purustussorteerimissõlme ümbrust, sorteeritud killustiku kuhilaid jne. [14]

18.16 MÜRA

Normatiividega kehtestatud piirväärtuseülene müra on üks olulisemaid tervistkahjustavaid füüsilisi tegureid ning helirõhutaseme määramine, kas prognooskaardi koostamise või seire läbi on esimene samm negatiivsete tagajärgede ennetamisel ning nende parendamisel. [14]

Müra tekitavad karjääris töötavad kaevandamiseseadmed (ekskavaator, buldooser, kopplaadur, kallurauto) ja killustikusõlm. Transpordimasinal on müratase normeeritud. Meil kehtivate müra normatasemetega järgi on 150 kW ja suuremate mootoritega ning täismassiga 12 t ja raskemate veokite müratase vahemikus 84...90 dB. Samasugust müra tekitavad ka ekskavaator, buldooser ja kopplaadur. Sõela (ka purusti) müratase on mõnevõrra suurem, u. 100 dB. Müraallikast eemaldudes müratase alaneb. Avamaal alaneb müratase 100 m kaugusel müra allikast 32 dB võrra, 200 m kaugusel 38 dB ja 300 m kaugusel 42 dB võrra. [14]

Karjääris liiguvad masinad süvendis või puistangute vahel, mis tekitavad müratõkke ja alandavad mürataset keskmiselt 18 dB võrra. Seega karjääri kaevandus-ees töötavate masinate maksimaalseks müratasemeks 200 m kaugusel võib kujuneda u. 34 dB (90-38-18) ja transpordimasinatel (väljaspool süvendit) u. 52 dB (90-38). Kusjuures sarnaste müraallikate kumulatiivne mürataseme suurenemine on minimaalne. [14]

Töötavates killustikusõlmedes avamaal on müratasemeks mõõdetud 250 m kaugusel kuni 70 dB. Vajaliku suurusega kaeveõõnsuse tekkimisel paigutatakse purustussorteerimissõlm karjääri põhja, mille tulemusena tekib täiendav müraekraan ning müratase väheneb. [14]

Arendaja on kohustatud järgima sotsiaalministri 04.03.2002.a määrusega nr 42 ((RTL 2002, 38, 511) kehtestatud müra normtasemeid. Mäetöödega tekkiva müra tase ei tohi päevasel ajal ületada 60 dB ja öösel 55 dB. Karjääri teenindava transpordi liikluse müra piirtase ei tohi elamupiirkondades päeval ületada 60 dB ja öösel 55 dB. Vajadusel tuleb mäe- ja transportmasinate töötamisest tuleneva mürataseme alandamiseks rajada puistanguid ja luua müratõkkevalle. [14]

Dolokivi raimamisel kasutatakse hüdrovasar ning puur- ja lõhketöid, millega kaasneb seismilise mõju ja kivimitükkide laialipaiskumine. Lähim talu asub mäeeraldisest u. 400 m kaugusel kagu suunas. Vastavalt Lõhkematerjaliseaduse § 42 punktile 2 peavad lõhketöö parameetrid ja kasutatavad kaitsevahendid vältima lõhketöö ohualasse jäävate ehitiste ja seadmete kahjustamist lööklaine, kildude laialipaiskumise ning seismilise võnkumise mõju eest. [14]

18.17 MÕJU PINNA- JA PÕHJAVEELE

Veealuse varu kaevandamisega kaasneb vee väljapumpamine ja veetaseme alanemine. Vee väljapumpamisega kaasneb ümbritseval alal veetaseme alanemine. Arvutuslik põhjavee alanemine karjääri töö lõpuaastatel võib kilomeetri kaugusel ulatuda 3,5 ja kahe kilomeetri kaugusel 1,0 meetrini. [15]

Karjäärist ärajuhitud vesi erineb looduslikust põhja- ja pinnaveest suurema hõljumisalduse (savi- ja tolmuosakesed) ning võimaliku suurema kareduse poolest. Vee keemiline koostis muutub vähe. Karjäärist väljapumbatava vee saastekoormus jääb madalamaks, kui põllukraavides kujuneva ajutise vee saastekoormus. Karjäärivesi ei avalda negatiivset mõju pinnaseveele ega infiltreerudes põhjaveele. [15]

Kaevetööd viiakse läbi nii, et oleks välistatud õlireostuse sattumine pinnasesse ja sealtskaudu põhjavette. Kaevandamise käigus tootmisjääke ei teki. Kaevetöödel tuleb kinni pidada kehtivatest mäetööde korda sätestavatest eeskirjadest ja nõuetest: viiakse regulaarselt läbi töötavate seadme tehnöülevaatusi, tangitakse ja määratakse töötavaid seadmeid selleks ettenähtud kohtades, kontrollitakse ohutusvahendite olemasolu, instrueeritakse regulaarselt töötajaid jne. Kaevetööd toimuvad aastaringselt. [14]

18.19 VÕIMALIK MÕJU LEEVENDUS

Kaevandamisega kaasnevate kahjulike (negatiivsete) keskkonnamõjude leevendamiseks kavandatakse abinõud, mille rakendamine algab vahetult kaevandamistöde alustamisel. Põhilised keskkonnamõju leevendamise abinõud on toodud tabelis (Tabel 13). [14]

Tabel 13 Põhilised keskkonnamõju leevendamise abinõud. [14]

| Jrk. nr | Kahjulik keskkonna mõju. | Looduslik leevendav faktor. | Vältimise ja leevendamise abinõud. | Täitmise tähtaeg, sagedus. |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|---|--|
| 1 | innase ja pinnavee reostus. | - | Vedelkütusel töötavate masinate tankimiskohad ja hooldusplatsid rajada väljapoole kaevevälja piire. Maha sattunud kütus, õli või kemikaalid kokku koguda ja eemaldada karjäärist. | Kaevandamistöde alustamisel. Koheselt avastamisel. |
| 2 | Tootmisprotsessi müra. | Ümbritse v mets, süvend | Mitte lubada enneaegset metsa raadamist mäeeraldisel. Vajadusel moodustada mäeeraldisel ümber müratõkkevallid. Seadmeid teenindaval personalil kasutada vajadusel isikukaitsevahendeid. | Vastavalt kaevandamistöde arengule. Isikukaitsevahendite kasutamine seadme töötamise ajal. |
| 3 | Välisõhu saastumine. | Ümbritse v mets, süvend | Kuival ajal tolmused teed piserdada veega, piirata kallurite kiirust mäeeraldisel. | Enne veo ja tööde alustamist. |

18. 20 KORRASTAMISE SUUND

Kui Püdivere dolokivikarjääri maavaravarud on ammendunud siis järgneb mäeeraldisel ja mäeeraldisel teenindusmaa korrastamine. Vastavalt . a. vastu võetud kaevandamiseseaduse (RT I 2003, 20, 118) § 5 lõikele 1 tuleb kaevandamine kaevandamise kohas peatada või lõpetada nii, et oleks tagatud inimese, vara ja keskkonna ohutus ning kaevandatava maavara hilisem võimalik kasutamine. Vastavalt Maapõueseaduse (Vastu võetud 23.11.2004. a. RT I 2004, 84, 572) § 48 lõikele 8 tuleb maavaravaru kaevandamisega rikutud maa korrastada enne kaevandamisloa kehtivusaja lõppemist. Lähtudes maavara kaevandamise loas toodud kaevandamisega rikutud

korrastatava maa kasutamise otstarbest, korrastatakse Pudivere dolokivikarjäär veekoguks. Loodusliku erosiooni vältimiseks ja nõlvade parema püsivuse saavutamiseks teostatakse mäeeraldisel tehniline (põhiliselt kaevandamise käigus) kui ka bioloogiline rekultiveerimine. Karjääri korrastamistööd teostatakse vastavalt korrastamisprojektile. Korrastamisprojekt koostatakse lähtudes korrastatava maa asukohajärgse maakonna keskkonnateenistuse poolt esitatud korrastamistingimustest. Korrastamistingimusi esitades tuleb arvestada maaomaniku poolt esitatavaid nõudeid ja kohaliku omavalitsuse arvamust. [14]

Vastavalt määrusele „Üldgeoloogilise uurimistööga, geoloogilise uuringuga ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise kord“ (Vastu võetud) § 12 lõike 1 järgi tuleb aukkaevandamisega käideldud purdkaeviste karjääri külje nõlv kujundada laugemaks kui on kaevisele iseloomuliku püsiva nõlva nurk. Karjääri nõlvad tuleb kujundada nii, et oleks tagatud maa ohutu ja otstarbekas taaskasutamine ning maastiku üldilme oleks esteetiliselt vastuvõetav. Karjääri külgede nõlvus tuleb korrastamisel valida selline, et oleksid välditud varingud, lihked ja erosioon. Konkreetsed korrastamisjärgsed nurgad ja nõuded korrastamisele märgitakse korrastamistingimustes. [14]

KOKKUVÕTE

Töö tulemuseks on Pudivere dolokivikarjääri uus kaevandamismudel, mis on keskkonnasäästlik ja võimaldaks karjääris taas tootmist alustada.

Pudivere karjääris on 2,15 hektaril kõrgemargilise ehitusdolokivi aktiivne tarbevaru 2811 tuh m³, millest kaevandatav varu on 2719 tuh m³.

Kaevandusluba on nr L.MK/319723 ja loa kehtivusajaks on kuni 12.12.2025. a.

Lõputöö valmis koostöös AS Kiirkanduriga.

Sobilikuks tehnoloogiaks valiti märgsepareerimise meetod.

Pudivere karjääriks koostati teenindav masinapark vastavalt karjääri mäenduslikele tingimustele ja tootmisviisi valikule.

Töötati välja märgsepareerimise mudel killustiku kvaliteedi tõstmiseks. Eri tihedusega materjalid eraldatakse veega rappumise tulemusena kihtideks vastavalt materjali tihedusele.

Märgsepareerimis meetod suurendab nii varem toodetud kui ka edspidi toodetavate sõelmete kasutusvõimalusi. Märgsepareerimine aitaks tootjal kulusid vähendada, kaotaks vajaduse kanda täiendavaid kulusid materjali teisaldamiseks ning välistaks kohustuse võtta sõelmed arvele jäätmena. Märgsepareerimise meetodi kasutuselevõtu positiivseks mõjuk on, et Pikknurme jõkke ei juhita heljumirikast vett.

Pudivere dolokivikarjääris saab analüüsi põhjal toota killustikku fraktsioonidega:

- 32/64
- 16/32
- 8/16
- 4/16

Antud töö pakub välja keskkonnasäästliku lahenduse Pudivere dolokivikarjääri kaevandusluba omavale kaevandusettevõttele AS Kiirkandur.

TÄNUAVALDUSED

Soovin tänada lõputöö juhendajat, Mall Orrut, kes nõustus käesolevat lõputööd juhendama ja aitas luua kontakti AS Kiirkanduriga ning oli igati töö juhendamise abiks.

Lisaks tänan ka AS Kiirkandurit, kes andsid tööks algmaterjalid. AS Kiirkandurist tänan juhatajat, Tiit Ploomi, kes andis töö teema mõtte, Olev Eensalu, kellelt sain seadmete andmed ning tänan ka Angela Nottonit, kes aitas kontaktidega ja edastas mulle materjale.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Pudivere dolokivikarjääri maardla. (Aluskaart Maa-ameti kaardirakendusest)
2. Reinsalu, E. Eesti mäendus . Tallinn. 2011. lk 16.
3. Bishop, A. C., Launert, E., The World of Geology. London. 1983. lk 164
4. Arold, I., Raukas, A., Viiding, H., Geoloogia alused. Tallinn, Valgus. 1987. lk 49
5. Eesti Standardikeskus. EVS 670 Kaubapõlevkivi. Tallinn. 1998
6. Reinsalu, E., Eesti mäendus II. Tallinn. 2013. lk 49.
7. Reinsalu, E., (2013) Eesti mäendus II. Tallinna Raamatutrükikoda (lk 66)
8. Keskkonnaministeerium. Maavarad. <https://www.envir.ee/et/maapou>
9. Ossadsaja, M., Pudivere dolokivikarjääri arengukava 2012. [kasutatud 10 aprill 2019]
10. Maa-ameti kaardirakendus
11. Vesiloo, P., Kohaliku omavalitsuste keskkonnaspetsialistide mäetööstuse pädevuskoolitus 2012. Kaevandamise tehnoloogia konspekt
12. Pudivere dolokivikarjääri mäeeraldise maavara kaevandamise loa L.MK/319723 uutmise taotlus. Kiirkandur AS. 2015
13. Raukas, A., Teedumäe, A. (1997) Geology and mineral resources of Estonia.
14. Tallinn: Estonian Academy Publishers
15. Projekt Kaupo Rõivasepp, Oü Eesti Geoloogiakeskus, Pudivere kaevandamise projekt 2013. [kasutatud 12 märts 2019].
16. Põldvere, A., Pudivere dolokivikarjääri keskkonnamõju hindamise aruanne. Tartu. 2008 Eesti Geoloogiakeskus. [kasutatud 4 aprill 2019]
17. Magistritöö Märgsepareerimine maavarade kaeviste, Martin Nurme 2015
18. Jäätmeseadus. RT I, 30.12.2015, 12. Riigi Teataja 2015 <https://www.riigiteataja.ee/akt/114062013006>
19. Maapõueseadus. RT I, 10.02.2019. Riigi Teataja 2017 <https://www.riigiteataja.ee/akt/MaaPS>
20. Terex M 1700 Washplant tehnlne spetsifikatsioon.
21. Maavara säästlik kaevandamine Pudivere karjääris, Hannes Karon 2014
22. Valgma, I., Kolats, M., Grossfeldt, G., Mäenduslikud õpiobjektid. Mäendus. Mäeinstituut. 2014
23. Vesiloo, P., Kohaliku omavalitsuste keskkonnaspetsialistide mäetööstuse pädevuskoolitus 2012. Kaevandamise tehnoloogia konspekt

Lisad

Lisa 1Kaevandusluba(1)

MAAVARA KAEVANDAMISE LOA L.MK/319723 MUUTMISE TAOTLUS

| | | |
|--|--|---|
| 1 Taotleja | 1.1. Ettevõtja nimi Kiirkandur AS | |
| | 1.2. Ariregistrikood (isikukood) 10111516 | 1.3. Aadress Järvekalda 1 Harkujärve, 76902 Harjumaa |
| | 1.4. Majandustegevuse registri number ja registrisse kandmise kuupäev | |
| 1.5. Taotluse koostaja OU Eesti Geoloogiakeskus | | |
| 2 Kaevandaja | 2.1. Ettevõtja nimi Kiirkandur AS | |
| | 2.2. Ariregistrikood (isikukood) 10111516 | 2.3. Aadress Järvekalda 1 Harkujärve, 76902 Harjumaa |
| | 2.4. Majandustegevuse registri number ja registrisse kandmise kuupäev | |
| 3 Maardla | 3.1. Maardla nimetus Pudivere dolokivimaardla | 3.2. Maardlaosa nimetus |
| | 3.3. Maardla (maardlaosa) registrikaardi number 362 | 3.4. Maardla põhimaavara ehitusdolokivi |
| | 3.5. Maardla tähtsus üleriigilise tähtsusega [] kohaliku tähtsusega [X] | |
| 4 Mäeeraldis | 4.1. Mäeeraldis nimetus Pudivere dolokivikarjäär | |
| | 4.2. Mäeeraldis liik uus mäeeraldis [] ümbervormistamine või olemasoleva laiendus [] ümberregistreerimine [X] | |
| | 4.3. Mäeeraldis asukoht maakond Jõgeva maakond vald Põltsamaa | |
| | 4.4. Mäeeraldis pindala ha 21,68 | |
| 5 Mäeeraldis teenindus- maa | 5.1. Pindala ha 33,92 | |
| | 5.2. Kinnisasja omanike või valdajate ja nendele kuuluvate kinnisasjade katastritunnuste ning pindalade loetelu Kiirkandur AS; Lambasaare; kat. tunnus 61606:002:0690; 38,04 ha | |
| | 5.3. Täiendavate nõusolekute loetelu (vastavalt "Maapõueseaduse" §-le 33) ei ole | |
| 6 Geoloogiline uuring | 6.1. Geoloogilise uuringu loa omanik Kiirkandur AS | |
| | 6.2. Geoloogilise uuringu luba loa väljaandja loa kehtivusaeg registreerimise nr | |
| | 6.3. Geoloogilise uuringu tegija OU Eesti Geoloogiakeskus | |
| | 6.4. Geoloogilise uuringu aruanne S. Korbut, R. Peikre, T. All. Jõgevamaa Pudivere dolokivimaardla Pudivere uuringuruumi geoloogiline uuring (varu seisuga 01.06.2006). T. Tuuling. Pudivere dolokivimaardla varu ümberhindamine (varu seisuga 01.03.2014.a.). fondi number varude kinnitamise otsus ja kuupäev 7810 KKM käskkiri nr 160 07.02.2007.a. 8544 KKM käskkiri nr 660 02.09.2014.a. | |

Lisa 2Kaevandusluba(2)

| | | | | |
|---|--|---|------------|----------------------------|
| 7 Maavara- varud | 7.1. Aktiivne varu maavara nimetus | tarbevaru | reservvaru | ühik |
| | ehitusdolokivi | 1779,7 | | tuh.m ³ |
| | täitedolokivi | 958,3 | | |
| 8 Maavara- varu kasutamine | 7.2. Passiivne varu maavara nimetus | varu | | ühik tuh.m ³ |
| | 7.3. Kaevandatav varu maavara nimetus | varu | | ühik tuh.m ³ |
| | ehitusdolokivi | 1719,7 | | |
| | täitedolokivi | 925,3 | | |
| 8 Maavara- varu kasutamine | 8.1. Maavara kasutusala | ehituskillustik | | |
| | 8.2. Maavara kaevandamise keskmine aastamäär: | kogus | | ühik tuh.m ³ |
| | ehitusdolokivi | 200 | | |
| | täitedolokivi | 105 | | |
| 8 Maavara- varu kasutamine | 8.3. Maavara kaevandamise maksimaalselt lubatud aastamäär: | kogus | | ühik tuh.m ³ |
| | | | | |
| 8 Maavara- varu kasutamine | 8.4. Taotletav loa kehtivusaeg | 12.12.2025 | | |
| | | | | |
| 9 Lisade loetelu | 9.1. [x] | Seletuskiri koos graafiliste lisadega | | |
| | 9.2. [x] | Maavara varude kinnitamise dokumendi ära kiri | | |
| | 9.3. [] | "Maapõueseaduse §-s 33 nimetatud täiendavate nõusolekute ära kirjad | | |
| | 9.4. [x] | Eraõigusliku isiku omandis oleva maavara korral maakasutusõigust tõendav dokument | | |
| | 9.5. [] | Eraõigusliku isiku omandis oleva maavara korral maavara omaniku kirjalik nõusolek maavara kaevandamisloa andmiseks, kui maavara omanik ei ole kaevandamisloa taotleja | | |

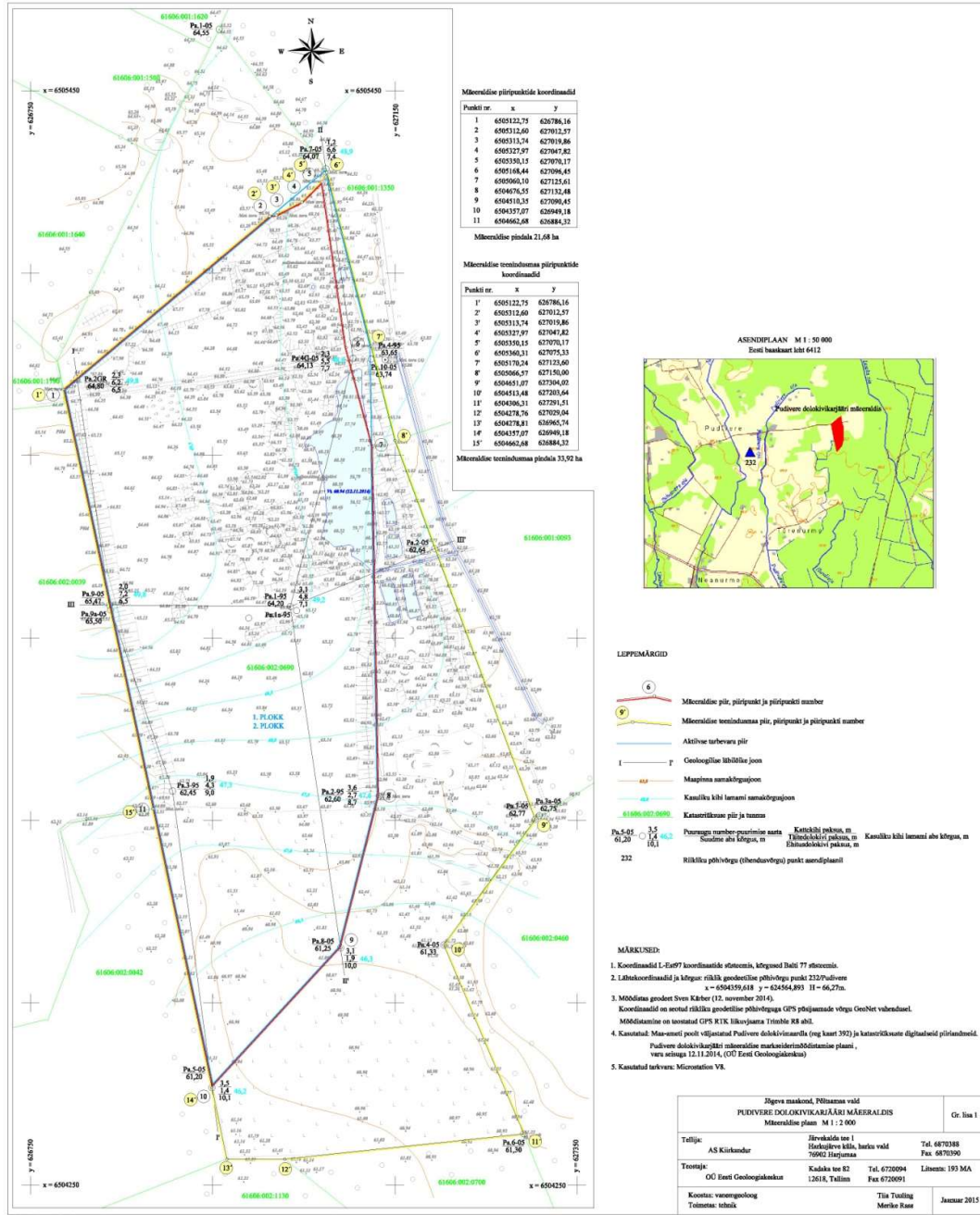
Loa taotleja **Tiit Ploom**
juhatuse liige
nimi ja amet

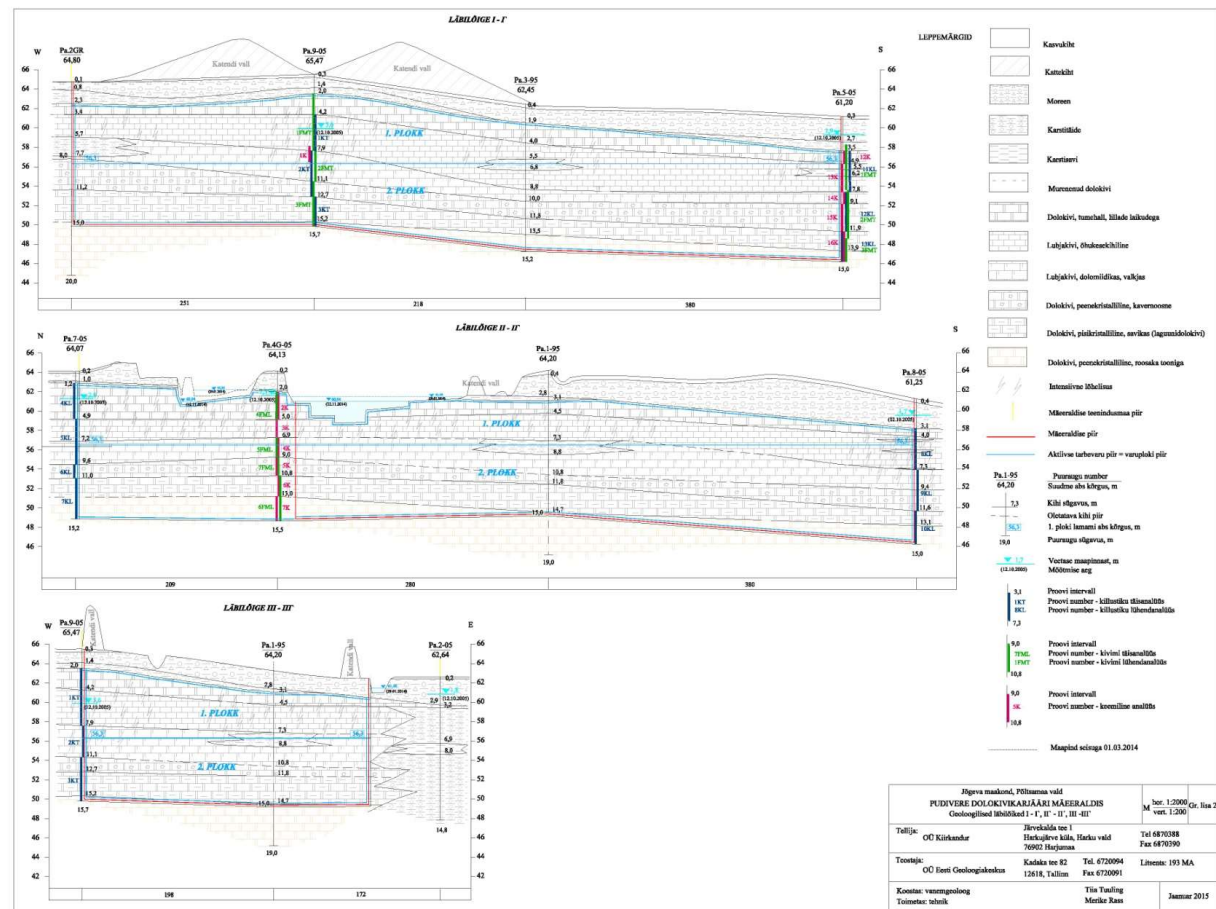
alkiri

pitser

kuupäev

Lisa 3Pudivere dolokivikarjääri plaan





Lisa 4 Püddivere geoloogiline lõige

KESKKONNAMINISTEERIUM
Jõgevamaa Keskkonnateenistuse
juhataja



KORRALDUS

Jõgeva


27. veebruaril 2007. 387

Keskkonnamõju hindamise algatamine ja maavara
kaevandamise loa taotluse menetluse peatamine

Võttes aluseks keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse § 6 lõike 2
punkti 2 ja lõike 3 ning AS Kiirkandur poolt 15.02.2007.a. esitatud maavara kaevandamise loa
taotluse (reg.nr. 33-9-2/12265):

korraldan:

1. Algatada AS Kiirkandur poolt esitatud Pudivere dolokivikarjäärist dolokivi
kaevandamiseks maavara kaevandamise loa taotlusele keskkonnamõjude hindamine.
2. Keskkonnamõju hindamine algatatakse põhjusel, et dolokivi kaevandamisega muudetakse
pöördumatult maasükku, toimub oluline põhjavee taseme alandamine ning võib olla
hääriv mõju läheduses elavale I kaitsekategooria kaitsealusele liigile (väike-konnakotkas).
3. Peatada AS Kiirkandur poolt esitatud maavara kaevandamise loa taotluse menetlemine
keskkonnamõju hindamise aruande kinnitamiseni.
4. Käesolevat korraldust on võimalik vaidlustada halduskohtumenetluse seadustikus ning
haldusmenetluse seaduses sätestatud korras esitades 30 päeva jooksul korralduse
teatavate tegemisest valde Jõgevamaa keskkonnateenistusele või kaebuse Tartu
Halduskohtusse.
5. Edastada antud korralduse ära kiri AS-le Kiirkandur.


Rainis Uiga
Juhataja

Saata: AS Kiirkandur, Järvekalda tee 1, Harkujärve, Harku vald, 76902 Harjumaa

Lisa 6 KMH programm (1)

Keskkonnamõjude hindamise programm
Püdivere dolokivi karjääri rajamise kohta

1. Sissejuhatus

- 1.1. **Dolokivi kaevandamise vajadus ja eesmärk.** Kesk-Eestis Jõgevamaal paiknevate dolo- ja lubjakivimaardlate varu ja kasutamine. Püdivere karjääri rajamise põhjendus. Planeeritava tegevuse asukoht, ulatus, mahud ja aeg: Planeeritava karjääri **pindala on 22,15 ha** (kaevandatav ehitusdolokivi varu on 2719 tuh. m³). Kogu kaevandatav varu asub põhjavee tasemest madalamal. AS Kiirkandur soovib dolokivi kaevandada maksimaalselt 200 tuh m³ aastas. Kaevandusluba taotletakse 15 aastaks. Dolokivi kaevandamise eesmärk – toorme saamine killustiku tootmiseks. Kvaliteetse ehituskillustiku suur nõudlus, mis planeeritava Tallinn–Tartu magistraali laiendamise suureneb lähiaastatel veelgi. Dolokivi kaevandamiseks kavatakse kasutada hüdrovasaraga raimamist (kergestipurunevate karstunud ja lõheliste kihtide puhul) ja lõhkamist (massiivsete kihtide puhul).
- 1.2. Kavandatava tegevuse rakendamisel ja tegevusega kaasneva mõju olulisuse hindamisel kasutatavad õigusaktid ja meetodika: Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnanõuandmissüsteemi seadus (RK, RTI, 24.03.2005, 15, 87), Tegevusvaldkondade, mille korral tuleb kaaluda keskkonnamõju hindamise algatamise vajalikkust täpsustatud loetelu (VV, RTI, 08.09.2005, 46,383), Välisõhu kaitse seadus (RT I 2004, 43, 298), Välisõhu saastatuse taseme määramise kord (KM, RTL 27.09.2004, 128), Müratase elu ja puhkealadel, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid (SOM, RTL, 14.03.2002, 38, 511), Lõhketöö projektile esitatavad nõuded (MKM, RTL, 10.06.2005, 63, 910), Vibratsiooni piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes ning vibratsiooni mõõtmise meetodid (SOM, RTL, 29.05.2002, 62, 931), Maapõueseadus (RK, RT I 2004, 84, 572), Heitvee veekogusse või pinnasesse juhtimise kord (VV, RT I 2001, 69, 424), KMH meetodika järgib EMIECO Keskkonnamõju hindamise koolituskursust ja seisneb prognoositavate keskkonnamõjude võrdlemises ülaltoodud määrustes kehtestatud piirnormidega. Võrreldakse alternatiivsete tegevuskavade keskkonnamõju ja tehakse soovitus optimaalse variandi rakendamiseks

2. Olemasolev olukord:

- 2.1. Tegevuskoha keskkonnaseisundi kirjeldus ja hinnang, koos oluliste objektide märkimisega situatsiooniplaanile vähemalt 3 km raadiuses planeeritava kaevanduse keskpunktist. Esialgsete hinnangute järgi ükski kaevandamisega seotud keskkonnamõju ei ulatu kaugemale. Täiendavalt: KMH koosseisu lülitatakse R. Omleri poolt formuleeritud ja täpsustatud objektid, mis asuvad kuni 6 km kaugusel.
- 2.1.1. Loodus ja looduskaitseobjektid (sh väike-konnakotka püsilupaigad ning vääriselupaigad).
- 2.1.2. Inimasustus ja maa omandivorm (Püdivere ja Tõrenurme küla).
- 2.1.3. Ettevõtlus ja majandustegevuse mõju keskkonnale (talumajandid).
- 2.1.4. Teedevõrk
- 2.1.5. Püdivere IV maaparandusobjekt (Jõgeva Maaparandusbüroo ettepanek).

Lisa 7KMH programm (2)

- 2.2. Kaevude esialgse seire tulemuste kokkuvõte.
- 2.3. Ümbruskonna ehitiste seisundi hinnang.

3. Kavandatava tegevuse alternatiivsed variandid, nende analüüs ja võrdlus.

- 3.1. Alternatiivsete variantide kirjeldus.
 - 3.1.1. Alternatiivsed karbonaatkivimite leiukohad Jõgevamaal (Kalana, Pajusi, Rõstla, Sopimetsa).
 - 3.1.2. Alternatiivsed tehnoloogiad (puur-lõhketööd, hüdrovasaraga raimamine, mäekombainiga tootmine).
 - 3.1.3. Alternatiivsed tootmismahud.
 - 3.1.4. 0-variant.
- 3.2. Keskkonnamõjud tegevuse alternatiivsetes variantides.
 - 3.2.1. Füüsilised mõjud
 - 3.2.1.1.1. Välisõhku paisatavad saasteained (dolokivi tolm, lõhkamise gaasid) nende kontsentratsioonid, kogused ja levik. Tolmu leviku prognooskaart.
 - 3.2.1.1.2. Müra leviku prognooskaart.
 - 3.2.1.1.3. Lõhketöödest lähtuva vibratsiooni ning õhulööklaine prognoos ja levik kaardipildis.
 - 3.2.2. Mõjud ümbritsevale looduskeskkonnale.
 - 3.2.2.1.1. Hinnang kaevandamise mõju kohta pinna ja põhjavee tasemele ning režiimile ja kaevandamise mõjupiirkonda jäävate kaevude veetasemele.
 - 3.2.2.1.2. Hinnang karjäärist väljapumbatava vee puhtusele ja selle mõju keskkonnale. Settebassein karjäärist väljapumbatava sadevee puhastamiseks ja vee ärajuhtimine.
 - 3.2.2.1.3. Kaevandamise ja väljaveoteede mõju loodusmaastikule ja metsamaale.
 - 3.2.2.1.4. Kaevandamise mõju taimestikule, loomastikule ja lindudele.
 - 3.2.2.1.5. Hinnang kaevandamisega ja killustiku tootmisega kaasnevate jäätmete ja jääkainete kõrvaldamise, ladustamise ja taaskasutamise variantidele.
 - 3.2.2.1.6. Hinnang karjääri rekultiveerimisega kaasnevatele maastikumuutustele, keskkonnamõjudele ja kaevandamisega rikutud maa korrastamise eri suundadele.
 - 3.2.3. Mõjud ümbritsevale tehiskeskkonnale.
 - 3.2.3.1.1. Lõhketöödest lähtuva vibratsiooni ning õhulööklaine mõju ehitistele ümbruskonnas.
 - 3.2.3.1.2. Killustiku väljaveoteedel toimuva tegevuse mõju keskkonnale, sh maaparandusobjekti rajatistele
 - 3.2.3.1.3. Karjääri mõju Püdivere IV maaparandusobjekti toimimisele.
 - 3.2.3.1.4. Hinnang kraavide läbilaskevõimele.
 - 3.2.4. Sotsiaalmajanduslikud mõjud tegevuse alternatiivsetes variantides.
 - 3.2.4.1.1. Mõjud liiklusele kohalikel ja maakonna teedel, sealhulgas võimalik liiklustiheduse kasv.
 - 3.2.4.1.2. Kaevandamisest tulenevad piirangud liikumisel ja elamisel.
 - 3.2.4.1.3. Kohalike teenuste kättesaadavus ja kvaliteet.
 - 3.2.4.1.4. Turvalisus ja elukeskkonna tervislikkus.
 - 3.2.4.1.5. Mõju inimeste puhkevõimalustele.
 - 3.2.4.1.6. Hinnang kaevanduse rajamise mõjule elanike arvule piirkonnas ja nende vanuselisele ja sotsiaalsele koosseisule.
 - 3.2.4.1.7. Kaevandamise mõju ettevõtlusele ja maakasutustingimuste muutmise vajadus karjääri ümbruses.

Lisa 8KMH programm (3)

- 3.2.4.1.8. Kinnisvara hinna muutused kaevandamise mõju piirkonnas.
3.3. Avariide riskid kaevandamisel ja nende likvideerimine.
3.4. Meetmed negatiivsete mõjude vältimiseks või vähendamiseks eri alternatiivsetes variantides.

4. Alternatiivsete tegevuskavade kokkuvõtlik võrdlus.
5. Kavandatavale tegevusele loa taotlemise ja keskkonnamõju hindamise käigus esitatud kolmandate isikute ettepanekud, nende arvestamise selgitused ja mitteametamise põhjendused.
6. KMH protsessi avalikustamise käik ja üldsuse suhtumine kavandatavasse tegevusse.
7. Hinnang loodusressursi kasutamise otstarbekusele ja efektiivsusele.
8. Hinnang senise ja tulevase keskkonnaseire piisavusele, vajalikkusele ja ettepanekud edasise seire läbiviimise kohta.
9. Kavandatava tegevuse vastavus kehtivatele keskkonnanõuandele (punkt 1.2) ja Põltsamaa valla üldplaneeringule.
10. Koondhinnang, järeldused ja ettepanekud

Planeeritava Pudivere karjääri piirinaabrid, keda teavitatakse KMH aruande avalikustamisest:

| Katastri nr | Kinnistu nimi |
|--------------------|----------------------|
| 61606:001:1620 | Otsa |
| 61606:001:1500 | Triibu |
| 61606:001:1359 | Sundjasaare |
| 61606:001:0093 | Sündisaare |
| 61606:001:1790 | Vahemetsa |
| 61606:001:1640 | Koti |
| 61606:002:0042 | Mollisaare |
| 61606:002:0700 | Tiidu |
| 61606:002:1130 | Timuski |
| 61606:002:0460 | Kullamäe |
| 61606:002:0039 | Tolga |

Lisa 9Maksimaalsed ja minimaalsed veetasemed

Tallinn 2019

Keskkonnasäästlik kaevandamine märgsepareerimise teel Pudivere dolokivikarjääris

| Pudivere KMH käigus mõõdetud salv- ja puurkaevud | | | | | | | | | | | Lisa 13 | |
|--|-----------|------------|------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|------------|--------------------------|---------------------|--------------|--|
| Jrk nr | Kaevu nr | Kaevu tüüp | Stigavus m | Veetase rakke servast, m | Veetase maapinnast, m | Maks. veetase | Minim. veetase | Kõla | Talu, kinnistu | Valdaja | Mõõtmise aeg | Märkused |
| 1 | Pk 2* | Puurkaev | 20? | 1,4 | 1,3 | | | Pudivere | Metsma | Leo Metsma | 22-23,01,07 | Sanitaarkaitseala 10m, pumbamaja väikeplokkidest |
| 2 | Sk 2a* | Salvkaev | 3,7 | 0,7 | 0,1 | m-pinnani | kuiv | Pudivere | Metsma | Leo Metsma | 22-23,01,07 | |
| 3 | Sk 3* | Salvkaev | 4,7 | 1,1 | 0,4 | | ca 1 m põhjast | Pudivere | Suurekivi? (Vahemetsa) | Metsma Erik | 22-23,01,07 | |
| 4 | Sk 4* | Salvkaev | 3,9 | 2,1 | 1,5 | ca 1,5 m-pinnast | kuiv | Pudivere | Kamariku | Toivo Kampus | 22-23,01,07 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 5 | Sk 6* | Salvkaev | 7,0 | 0,8 | 0,6 | ca 0,7 m-pinnast | ca 3 m põhjast | Pudivere | Kullamäe | Taavo Tulp | 22-23,01,07 | |
| 6 | Sk 8* | Salvkaev | 4,3 | 1,5 | 0,7 | m-pinnani | 0,5 m põhjast | Tõrenurme | Katastrisse kandmata maa | Lembit Tamm | 22-23,01,07 | |
| 7 | Pa 9 | Puurkaev | 21,5 | 3,6 | 3,1 | | | Tõrenurme | Pitramäe | | 22-23,01,07 | Sanitaarkaitseala puudub, pumbamaja pole |
| 8 | Sk 10 | Salvkaev | 5,8 | 4,1 | 3,6 | | | Tõrenurme | Kurista (tühi talu) | | 22-23,01,07 | |
| 9 | Sk 12 | Puurkaev | 6,2 | 4,7 | 4,1 | | | Tõrenurme | Tammevalja (tühi talu) | | 22-23,01,07 | |
| 10 | Pk 14 | Puurkaev | 20? | 5,0 | 4,7 | | | Pudivere | Pudivere kila kaev | | 22-23,01,07 | Maapealne pumbamaja (puit-kivi) |
| 11 | Sk 16a | Salvkaev | 3,4 | 4,1 | 3,4 | | peaegu kuiv | Neanurme | Saare- Everti talu | | 14,09,2007 | ei ole kodus |
| 12 | Pk 17-1* | Puurkaev | 12? | | | | kuivaks ei jää | Neanurme | Tiidossare talu | Tiia Melsas | 14,09,2007 | ei kasutata- palju nitraate |
| 13 | Pk 17-2* | Puurkaev | 21? | | 3,3 | | | Neanurme | Tiidossare talu | Tiia Melsas | 14,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m, pumbamaja maa-alune |
| 14 | Sk 18a | Salvkaev | | | kuiv | | | Neanurme | Everti talu | | 14,09,2007 | ei ole kodus |
| 15 | Pk 19* | Puurkaev | 6,5 | 2,5 | 2,5 | | kuivaks ei jää | Neanurme | Madise talu | Heino Kütt | 14,09,2007 | Sanitaarkaitseala 5 m |
| 16 | Sk 19a* | Salvkaev | 4,1 | 3,7 | 2,9 | ca 1,3 | kuivaks ei jää | Neanurme | Madise talu | Heino Kütt | 14,09,2007 | |
| 17 | Pk 20* | Puurkaev | 12? | | | | | Neanurme | Sireli talu | Silvi Saarik | 14,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 18 | Pk 21* | Puurkaev | 5,5? | | ca 4 | | | Neanurme | Märska talu | Jaanika Patak | 14,09,2007 | |
| 19 | Pk 22* | Puurkaev | ? | | | | | Neanurme | Nurga talu | | 14,09,2008 | |
| 20 | Pk 23-1* | Puurkaev | ? | | | | | Neanurme | Sosi talu | Rando Omber | 14,09,2009 | |
| 21 | Pk 23-2 | Puurkaev | 21,3 | 5,1 | 5,1 | | | Neanurme | Sosi talu | Rando Omber | 14,09,2007 | Sanitaarkaitseala 30 m |
| 22 | 23-tiigid | Tiigid | ca 3,5 | | -2 | | ca 2 põhjast | Neanurme | Sosi talu | Rando Omber | 14,09,2007 | |
| 23 | Sk 23a | Salvkaev | 5,3 | | kuiv | ca 3,2 | | Neanurme | Sosi talu | Rando Omber | 14,09,2007 | |
| 24 | Pk 27-1* | Puurkaev | 16? | 3,3 | 3,2 | | kuivaks ei jää | Neanurme | Piirioja talu | August Saarik | 14,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 25 | Pk 27-2* | Puurkaev | 11? | 1,7 | 1,5 | | kuivaks ei jää | Neanurme | Piirioja talu | August Saarik | 14,09,2007 | |
| 26 | Pk 28* | Puurkaev | 19? | 4,3 | 3,8 | | | Tõrenurme | Kahkivi talu | Koidu-Ehalend Roots | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 27 | Pk 30* | Puurkaev | 8? | ca 3 | ca 3 | | kuivaks pole jäänud | Tõrenurme | Rebase talu | Tõnu Jurak | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 5 m, pumbamaja maapealne |
| 28 | Pk 31* | Puurkaev | ? | | | | | Tõrenurme | Olgo talu | Aivo Olgo | 6,09,2008 | |
| 29 | Pk 33* | Puurkaev | 18,5 | | 3,1 | | | Tõrenurme | Pihari talu | Ülo Timusk | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 20 m |
| 30 | Pk 34* | Puurkaev | ? | ca 5 | ca 5 | | | Tõrenurme | Atse talu | Manet Kukk | 6,09,2007 | |
| 31 | Pk 37* | Puurkaev | 20? | | | | kuivaks pole jäänud | Pudivere | Korista- Kooli talu | Tamara Zöbin | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m, pumbamaja pole |
| 32 | Pk 38* | Puurkaev | ? | 7-8? | | | | Pudivere | Pihlaka talu | Anneli Topper | 6,09,2008 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 33 | Pk 39* | Puurkaev | 20? | | ca 9 | | kuivaks pole jäänud | Pudivere | Mäe talu | Rein Lail | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m, pumbamaja maapealne |
| 34 | Pk 40a* | Puurkaev | 8,0 | 6,0 | 5,8 | | kuivaks pole jäänud | Pudivere | Pikandõri talu | Jüri Zöbin | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m, pumbamaja maa-alune |
| 35 | Pk 40* | Puurkaev | 45? | | 12,6 | | kuivaks pole jäänud | Pudivere | Pikandõri talu | Jüri Zöbin | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m, pumbamaja maa-alune |
| 36 | Sk 41a* | Salvkaev | 6,5 | 6,7 | 6,4 | ca 1m m-pinnast | kuiv | Pudivere | Rudissaare talu | Astrid Strantsova | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 37 | Pk 41* | Puurkaev | 22? | | 6,5 | ca 1,5 m m-pinnast | ca 7,0 põhjast | Pudivere | Rudissaare talu | Astrid Strantsova | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 15 m |
| 38 | Sk 41b* | Salvkaev | 5,8 | 4,1 | 3,5 | ca 1m | peaegu kuiv | Pudivere | Rudissaare talu | Astrid Strantsova | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 39 | Pk 43* | Puurkaev | 20? | | ca 3,0-4,0 | | | Sulustvere | Kullerkupu (Partli) talu | Heldur Uusküla | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 15 m |
| 40 | Sk 43a* | Salvkaev | 2,8 | 2,5 | 2,2 | m-pinnani | ca 2,5 põhjast | Sulustvere | Kullerkupu (Partli) talu | Heldur Uusküla | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 41 | Pk 44* | Puurkaev | 22? | | ca 9 | | ca 9 m põhjast | Sulustvere | Lätijaagu talu | Valdek Uusküla | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m, pumbamaja maa-alune |
| 42 | Pk 45* | Puurkaev | 18,0 | | 7,7 | | | Sulustvere | Laari-Mardi talu | Ilmar Kütt | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m, pumbamaja maapealne |
| 43 | Pk 45-1 | Puurkaev | 21,2 | 7,3 | 6,8 | | | Sulustvere | Laari-Mardi talu | Ilmar Kütt | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 15 m |
| 44 | Pk 46* | Puurkaev | ? | | | | kuivaks pole jäänud | Sulustvere | | | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 45 | Pk 51* | Puurkaev | 20? | | | | | Lustivere | Miku talu | Vaike Viinurm | 6,09,2007 | |
| 46 | Pk 52* | Puurkaev | ? | 7-8? | | | | Lustivere | Kadakamäe talu | Ahto Kont | 6,09,2007 | |
| 47 | Pk 53* | Puurkaev | 18? | | 4,1 | | | Lustivere | Saare talu | Endel Uusküla | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala puudub, pumbamaja maja keldris |
| 48 | Sk 53a* | Salvkaev | 5,0 | 5,0 | 4,6 | ca 3,0 m | peaegu kuiv | Lustivere | Saare talu | Endel Uusküla | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 49 | Pk 54* | Puurkaev | 20? | | 4 | ca 2 | ca m 7 põhjast | Lustivere | Laasku talu | Kalle Alivae | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10m, pumbamaja sahtis |
| 50 | Sk 54a* | Salvkaev | 5,3 | 5,4 | 4,7 | 1,8 | ca 0,1m põhjast | Lustivere | Laasku talu | Kalle Alivae | 6,09,2007 | |
| 51 | Sk 58* | Salvkaev | 4,5 | 3,5 | 2,7 | 2,7 | kuivaks ei jää | Kaavere | Pohlaku talu | aivar Noormägi | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 52 | Pk 59* | Puurkaev | 10,2 | 6,8 | 6,8 | | | Kaavere | Mäe talu | Ülo Mäe | 14,09,2007 | Sanitaarkaitseala 30 m |
| 53 | Pk 59-1 | Puurkaev | 7,5 | 6,9 | 6,9 | | kuiv | Kaavere | Mäe talu | Ülo Mäe | 14,09,2007 | |
| 54 | Pk 60* | Puurkaev | ? | | | | | Kaavere | Kolga talu | Meehis Luts | 6,09,2007 | Sanitaarkaitseala 10 m |
| 55 | Sk 60a | Salvkaev | 3,4 | | kuiv | m-pinnani | kuiv | Kaavere | Kolga talu | Meehis Luts | 6,09,2007 | |
| 56 | Sk 60b* | Salvkaev | 2,7 | 2,7 | 2,0 | m-pinnani | ca 2,0 m põhjast | Kaavere | Kolga talu | Meehis Luts | 6,09,2007 | |

* võetud veeproov vee elektriliste omaduste ja mineralisatsiooni määramiseks (vt lisa 14)

Eksperthinnang

Käesolevaga esitan eksperthinnangu planeeritava Pudivere dolokivikarjääri mõju kohta Pudivere küla territooriumil pesitsevale väike-konnakotkale *Aquila pomarina* ning tema pesitsus- ja toitumisaladele. Nimetatud kaevandus on planeeritud Jõgevamaale Põltsamaa valda Pudivere külla Lambasaare maaüksusele (mü) (61606:002:0690).

Väike-konnakotkas kuulub Eesti Vabariigi looduskaitseaduse alusel I ehk rangeima kaitsekategooria liikide hulka, mis on kooskõlas Euroopa Liidu väike-konnakotka tegevuskavas ettenähtuga. Eestis pesitseb ligikaudu 500 paari väike-konnakotkaid. Nende pesapaigad asuvad metsa serva-aladel, enamasti vanades kuuse enamusega puistutes. Jahti eelistavad nad pidada niitudel, samuti luhtadel ja põldudel. Olulisemateks saakloomadeks on väikesed imetajad (uruhiired). Konnakotkad on rändlinnud, kes saavad Eestisse märtsi teisel poolel – aprilli algul ning sügisrände kesse langeb septembri keskpaigale. Väike-konnakotkast ohustab Eestis kõige enam pesapaikade hävimine, kuid ka pesitsusaegne häirimine, sobilike jahilade kvaliteedi langus või kadumine. Pesaehituse, munade haudumise ning väikeste poegade toitmise ajal on konnakotkad häirimise suhtes kõige tundlikumad, sel ajal häirimine võib lõppeda pesitsuse nurjumise või pesa mahajätmisega. Seetõttu on konnakotkaste püsilupaikades kehtestatud liikumiskeeld 15. märtsist 1. septembrini.

Eksperthinnangu koostamiseks teostati Pudivere konnakotka ja plaanitava dolokivikaevanduse territooriumile kolm vaatluskäiku: 27. märtsil, 1. mail ja 24. mail 2007. aastal.

Kontrollitud sai mõlemat antud piirkonnas asuvat väike-konnakotka pesa, millest üks asub kõnealusel Lambasaare kinnistul ning teine selle kõrval, Sündisaare kinnistul. Lambasaare maaüksusel asuva pesa olid hõivanud hiireviud *Buteo buteo*, kuid nende pesitsemine kas luhtus või jätsid nad viletsa hiireaasta¹ tõttu pesitsuse käesoleval aastal vahele. Vaatluste käigus õnnestus näha ka mõlemat Pudivere väike-konnakotka vanalindu – konnakotkapaar on alustanud pesitsust Sündisaare mü pesas ja on hoolimata käesoleva aasta viletsast toidulauast munenud pesa ühe muna.

Varasemast on teada, et 2005. ja 2006. aastal pesitses Lambasaare mü pesas väike-konnakotkas, pesa leiu-aastal edukalt ja 2006. edutult (munad lõhutud). Nurjunud pesitsusega aasta suvel hõivasid konnakotkad ida pool (Sündisaare mü-l) asuva hiireviu pesa. Kuna Lambasaare mü-l asuvat pesa ümbritsev mets on suures jaos raie tõttu hävinud ja pesapuuks olev kuusk kuivanud, on tõenäoline, et nimetatud pesa tuleb mõne aasta pärast Eesti Looduse Infosüsteemist kustutada ja pesa ümbritseva püsilupaiga piirangud kaovad.

Planeeritava Pudivere dolokivikarjääri mõju selle lähedal pesitsevale väike-konnakotkale ning tema toitumis- ja pesitsusalale.

1) Planeeritav dolokivikarjäär ja sellest lähtuv veotee ning selle ümbrus vähendavad Pudivere konnakotka pesalähedast toitumisala kuni kolmandiku võrra. Toitumisalade kadumine on üks suuremaid ohutegureid konnakotkaste eksistentsile planeeritava kaevanduse lähikonnas.

¹ Näriliste arvukuses on põhjapoolsetel aladel täheldatud tsükllilisust. Eestis arvatakse hiirtel olevat 3–4-aastane tsükkel, kusjuures 2007. aastale langeb üks järjekordne hiirte arvukuse miinimum. Seetõttu jätavad ka paljud närilistest toituvad röövlinnud käesoleval aastal pesitsemise vahele.

Lisa 11 Eksperthinnang(2)

2) Teiseks oluliseks negatiivseks mõjuriks on häirimine, mille tagajärjed sõltuvad nii konkreetsete konnakotkaste iseloomust (tolerantsist) kui ka suurenenud inimtegevusest planeeritava kaevanduse lähiümbruses (Sündisaare mü-l). Konnakotka püsielupaik asub vaid 360 m kaugusel planeeritava kaevanduse piirist (Lambasaare mü-st). Seega võiks inimesed üha sagedamini sattuda konnakotka pesa lähedusse ning pesa ja karjääri vahelisele toitumisalale. Kuid kindlasti avaldab mõju ka kaevandamisega seonduv: lõhkamine, killustiku tegemine, veokite liikumine ja müra. Oma negatiivset mõju võib avaldada ka väljaveotee ning sellele toimuv liiklus, kuid seda mõju on võimalik teekoha valikuga vähendada. Kuna enamus konnakotka allesjäävatest toitumisaladest jääb teisele poole planeeritava kaevanduse piire ja selle väljaveoteed, siis võib seegi mõjutada kotkaste elutingimusi.

3) Plaani kohaselt toimub peale karjääri amendumist ala rekultiveerimine, mille käigus tekib väike-konnakotka püsielupaiga kõrvale üle 20 ha suuruse pindalaga veekogu. Sellest tulenevalt suureneks järsult pesitsusaegne inimese-poolne häirimine – püsielupaiga lähedal telkimine, ujumas ja metsas käimine.

4) Teatavat negatiivset mõju võib avaldada ka karjääri kasutamise ajal vajalik põhjavee väljapumpamine ning suunamine konnakotka toitumisalale jäävatesse kraavidesse ja ojadesse – see muudab vee sogasemaks (ning vee pH taseme aluselisemaks). Selle tulemusena võib väheneda konnade arvukus – kotkaste kevadine toidubaas. Probleemi võiks leevendada läbimõeldud settetiikide süsteem. Mõningil määral võivad toitumisalad mõjutada ka põhjavee taseme langusest tulenevaid muutusi biotoobis.

Tingimused konnakotkaste pesitsemis- ja toitumisalade lähedusse planeeritavale dolokivikarjäärile.

1) Väljaveotee rajamine võimalikult kaugemale Sündisaare väike-konnakotka püsielupaigast. Näiteks võiks tee kulgeda Sundjasaare mü põllumaa põhjaosast läbi metsa kirde suunas.

2) Nõuetekohaste settetiikide rajamine, et vähendada väljapumbatavatest kaevandusvetetest tulenevat riski konnakotkaste toidubaasile.

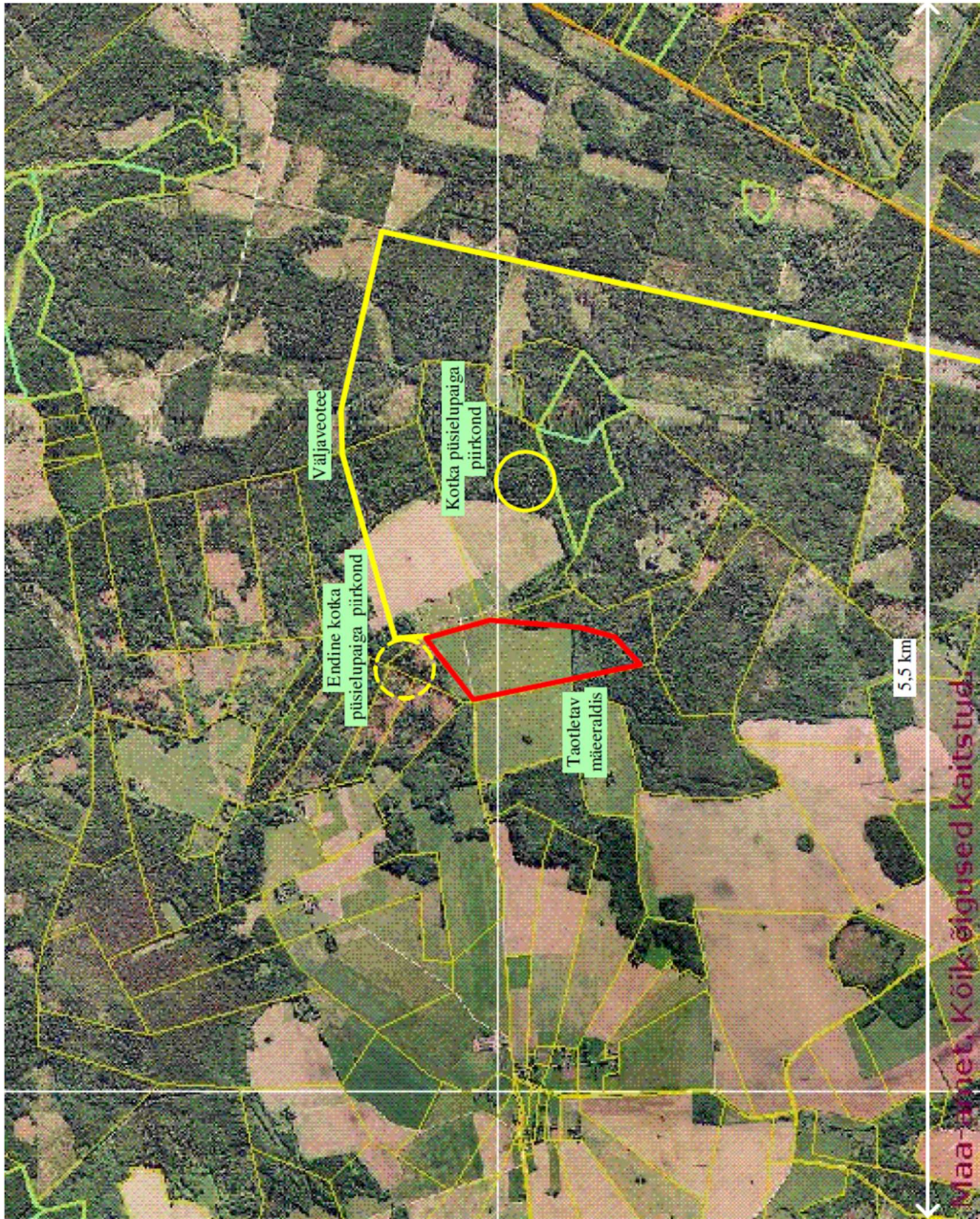
Kokkuvõttev hinnang plaanile rajada Püdivere väike-konnakotka püsielupaiga lähedusse dolokivikarjäär, on konnakotka kaitse seisukohalt negatiivne, kuna kõigil, mis seonduv plaanitava kaevandamisega, on kotka eksistentsi jaoks vaid negatiivne mõju. Eriti olulised on pesalähedaste toitumisalade pindala vähenemine ning häirimise suurenemine. Võib arvata, et ka ülalnimetatud tingimuste (väljaveotee ja settetiigid) täitmine ei välista ohtu, et planeeritavast dolokivikarjäärist tekkivad häirivad ja toitumis-biotoopi vaesustavad tegurid vähendavad konnakotkaste praegusi häid pesitsustingimusi Püdiveres ning konnakotkad hülgavad selle pesitsusterritooriumi.

13.06.2007

Joosep Tuvi

MTÜ Kotkklubi

Lisa 12 Väljaveotee aerofoto



Joonis 7. Väike-konnakotka piisielupaik, taotletav mäeeraldis ja väljaveotee aerofoto. Väljavõte Maa-ameti kaardirakendusest.

