

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KIVIAINESALUEEN SUUNNITTELU JA TUOTANTO

Case Palokan louhos, Jyväskylä

TEKIJÄ Ville Venäläinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä Ville Venäläinen			
Työn nimi Kiviainesalueen suunnittelu ja tuotanto			
Päiväys	13.1.2023	Sivumäärä/Liitteet	31
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rudus Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön tilaaja Rudus Oy aloitti kiviainesliiketoiminnan Jyväskylässä Palokassa ympäristö- ja maa-aineslupaehtojen mukaisesti vuonna 2021. Myönnetty maa-aineslupa käsittää 900 000 m³ kalliokiven ottamiseen kuuden hehtaarin alalta kymmenen vuoden (2014–2024) aikana. Louheesta valmistetaan kiviaineksia myytäväksi pääasiassa Jyväskylän alueen maanrakennusurakoihin.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Palokan kiviainesalueen suunnittelua ja tuotantoa myönnettyjen lupien perusteella. Toisena tavoitteena oli kehittää tilaajalle työkaluja tuotannosuunnittelun avuksi sekä soveltaa niitä käytännössä Palokan kiviainesalueella. Nämä tuotokset ja niiden avulla saadut tulokset ovat salassa pidettäviä.</p> <p>Opinnäytetyön alkuosassa perehdyttiin Jyväskylän Palokkaan Ruduksen kiviainestoiminnalle myönnettyihin ympäristö- ja maa-aineslupiin. Työssä havainnoitiin lupamääräysten vaikutusta alueen suunnitteluun ja tuotannon eri vaiheisiin. Työssä esitettiin toimintaohjeita ja suosituksia tehokkaan ja laadukkaan kiviainestuotannon saavuttamiseksi.</p> <p>Kiviainesalueen toimintojen tarkempi suunnittelu alkaa viimeistään luvanhakuvaiheessa lupahakemusta tehdessä. Toiminnalle asetetut ympäristö- ja maa-aineslupa määrittelevät alueen suunnittelua ja tuotantoa merkittävästi. Hyvin dokumentoidut suunnitelmat kiviainesalueesta ja sen tuotannosta yhdistettynä kolmiulotteiseen mittaamiseen pienentävät työmäärää sekä kustannuksia alueen elinkaaren aikana.</p>			
Avainsanat kiviaines, aluesuunnitelma, kiviainestuotanto, ympäristölupa, maa-aineslupa,			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degerå Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author Ville Venäläinen	
Title of Thesis Area planning and production at the aggregates quarry	
Date 13 th January 2023	Pages/Appendices 31
Client Organisation /Partners Rudus Oy	
<p>Abstract</p> <p>The client of the thesis, Rudus Oy, started the production of construction aggregates at Palokka, Jyväskylä in 2021 by environmental and land extraction permits. The land extraction permission contains 900 000 m³ of mining at the area of six hectares within 10 years (2014-2024). Crushed stone aggregates are produced to be sold mainly for construction.</p> <p>The objective of the thesis was to examine quarry area planning and aggregate production based on environmental permissions. Another objective was to create and implement calculation tools for the client for aggregate production planning at the Palokka quarry. These tools and results are confidential.</p> <p>At the beginning of the thesis, both the environmental license and the land extraction permission were explained. The impact of the permit provisions on the area planning and throughout production at the quarry was observed. The best practices and recommendations for site operations were presented to achieve effective and high quality aggregate production.</p> <p>More detailed planning of the quarry will be carried out at the latest when an environmental permit is to be applied for. The permit provisions of the environmental license and land extraction define significantly the area planning and aggregate production at the site. Proper documentation regarding area layout and aggregate production combining 3D measurement data is lowering the workload and costs during the life cycle of the quarry.</p>	
<p>Keywords aggregate production, area planning, environmental license, land extraction, mining</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	YMPÄRISTÖLUPA.....	7
2.1	Sijaintipaikka ja ympäristö	7
2.2	Toimintakuvaus	8
2.3	Louhinta ja murskaus	9
2.4	Asfalttiasema	10
2.5	Kierrätysbetoni ja -asfaltti.....	10
2.6	Ylijäämämaat.....	10
2.7	Polttoaineet ja kemikaalit	11
2.8	Liikenne ja kalusto	11
2.9	Raportointi	11
3	YMPÄRISTÖN KUORMITUKSEN EHKÄISY	12
3.1	Päästöt maaperään ja vesiin	12
3.2	Melu ja värinä	12
3.3	Päästöt ilmaan.....	13
3.4	Muut jätteet	14
3.5	Toiminnan ja sen vaikutusten tarkkailu.....	14
3.6	Poikkeuksellisiin tilanteisiin varautuminen	14
4	MAA-AINESLUPA	15
4.1	Ottamissuunnitelma	15
4.2	Ottamisalueen ympäristö	16
4.3	Maisemointi ja jälkihoito	17
5	ALUESUUNNITELMA	19
5.1	Logistiikka	20
5.2	Opastus, kyltit ja aitaukset	21
5.3	Kuivatus	22
5.4	Energia	22
5.5	Aluesuunnittelun työkaluja.....	22
5.6	Toimipisteen auditoinnit	23
6	TUOTANTO.....	24
6.1	Puuston ja kasvillisuuden poisto.....	24

6.2	Pintamaiden poisto ja meluvallit.....	24
6.3	Irrotus.....	26
6.4	Rikotus.....	26
6.5	Murskaus ja seulonta	27
6.6	Kalliomurskeiden varastointi ja myynti.....	28
7	POHDINTA.....	30
	LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Rudus Oy kuuluu kansainväliseen CRH- konserniin, joka toimii 28 eri maassa. Suomessa liikevaihto on ollut vuonna 2021 n. 313 miljoonaa euroa ja työntekijöitä 792 henkeä. Yritys on merkittävä toimija kiviainesalalla, sillä on lähes 90 sora- ja kallioaluetta Suomessa. Rudus tuottaa kiviaineksia infra- ja raiderakentamiseen, betoni- ja asfalttituotantoon sekä yleiseen maanrakentamiseen. (Rudus 2022a, 4)

Rudus Oy haki samanaikaisesti ympäristö- ja maa-aineslupaa kahdelle kiinteistölle kiviainestuotantoa varten vuonna 2012. Ympäristö- ja maa-aineslupa myönnettiin Jyväskylän Kaupungin rakennus- ja ympäristölautakunnan toimesta marras-joulukuussa 2014, toiminta sai lainvoimaisuuden helmikuussa 2017. (Rudus 2022b, 1). Päätökset ja luvat ovat julkisesti nähtävillä Jyväskylän kaupungin kirjaamossa ja haettavissa Jyväskylän kaupungin verkkosivuilta www.jyvaskyla.fi.

Opinnäytetyössä esitellään kiviainesalueen aluesuunnittelun perusteet sekä kiviaineksen tuotannon vaiheet yleisellä tasolla Palokan toimipisteelle myönnettyjen ympäristö- ja maa-aineslupien kautta. Keski-Suomessa Rudus Oy:llä ei ole aiemmin ollut aktiivista kiviainestoimipistettä, ennen kuin Jyväskylässä sijaitseva Palokan toimipisteen kiviainestuotanto aloitettiin vuonna 2021.

2 YMPÄRISTÖLUPA

Rudus Oy haki lupaa ympäristösuojelulain (86200) 35 §:n mukaiseen toimintaan, joka koskee kallion louhintaa ja murskausta, asfalttiasematoimintaa, betoni- ja tiilijätteen käsittelyä ja ylijäämämaiten vastaanottoa ja loppusijoittamista. Hakemus on tullut vireille 16.5.2014, alueella ei ole aikaisempia lupia. Lupaa haettiin toistaiseksi voimassa olevaksi. Luvanhakijan toiminta on ympärivuotista, lupa toiminnalle vaaditaan, mikäli louhitaan vähintään 50 päivän ajan (Ympäristösuojeluasetus 1 § 1 momentti, kohta 7 C). Ympäristölupa toimintaan myönnettiin Jyväskylän kaupungin rakennuslautakunnassa 2.12.2014, lupanumero: 179-2014-4. Päätöksestä tehtiin valitus Vaasan hallinto-oikeuteen, jossa valitus hylättiin ja lupa toimintaan myönnettiin pienin muutoksin 24.1.2017. Hallinto-oikeuden mukaan lupa saavuttaa lainvoimaisuuden, mikäli tästä päätöksestä ei valiteta 30 päivään mennessä. (Vaasan hallinto-oikeus 2017, 22). Hallinto-oikeuden päätökseen ei valituksia tullut.

Ympäristöluvan mukaan lupaviranomaisen toimivaltaa kantaa ympäristösuojeluasetuksen mukaan kunnan ympäristöviranomaisen (asetus: 7 §:n 1 momentin kohdat 7 a), b) ja c) sekä 13 a) ja c)) (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 1).

Merkittävimmät ympäristövaikutukset kyseisessä toiminnassa ovat yleisesti melu, pöly ja pohjaveden pilaantumisriski. Ympäristövaikutusta lisäävät myös työmaaliikenne ja kuormaukset. Raskas kivi- ja maapöly ei kuitenkaan leviä kauas, sen vaikutus ulottuu toiminta-alueelle ja sen välittömään läheisyyteen. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 2).

2.1 Sijaintipaikka ja ympäristö

Keski-Suomen maakuntakaavassa ei ole alueelle osoitettu erityisiä merkintöjä, eikä alueelle ole asemakaavaa. Jyväskylän yleiskaavassa alue on merkitty (10.11.2014 päätös) tilaa vaativien työpaikkojen alueeksi, jolle voidaan kaavoittaa ympäristöhäiriöitä aiheuttavaa tuotantotoimintaa. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 2).

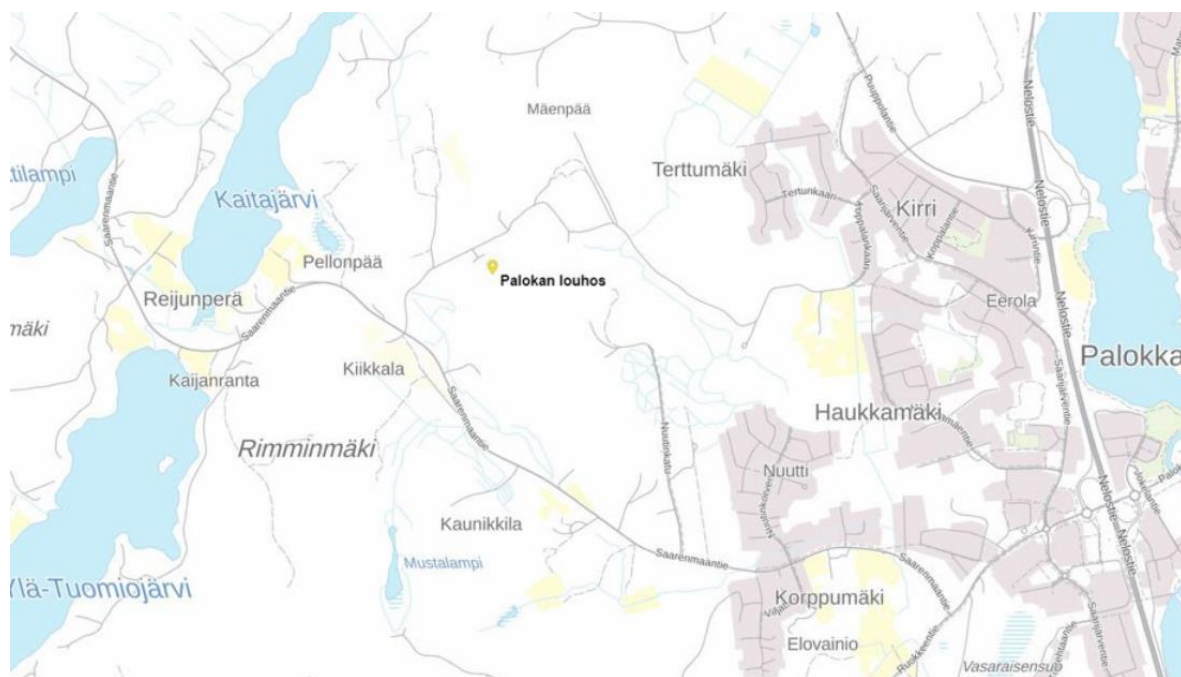
Toimipaikka sijaitsee Palokassa Jyväskylässä Nuutin alueella noin seitsemän kilometrin päässä Jyväskylän keskustasta luoteeseen (kuva 1.). Alueelle kulku tapahtuu Saarenmaantieltä Pykälistönkujalle, jonka varrella alue sijaitsee. Koillis- ja itäosassa alueen rajanaapurina on Jyväskylän vanha suljettu kaatopaikka, muut vieressä olevat kiinteistöt ovat metsätalouskäytössä. Lisäksi vanhan kaatopaikan itäpuolella on Peab Infra Oy:n kallion louhinta-alue ja asfalttiasema. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 2).

Lähimmät asuin- ja kiinteistöt ovat alueeseen nähden lounaispuolella Katajarinteentiellä sekä n. 300 m päässä toiminta-alueen rajasta pohjoispuolella Pykälistönkujalla. Saarenmaantien varressa on lukuisia asuinrakennuksia, niiden etäisyys toiminta-alueen rajoista on 400–600 m. Varsinaisia kokonaisia asunalueita ovat Terttumäki ja Nuutinmäki, jotka ovat noin yhden kilometrin päässä toiminta-alueesta. Lähin pölylle ja melulle erittäin haitallinen kohde on 1,3 km päässä oleva Nuutin päiväkotikoulu. (Ympäristölupa, Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 2).

Nykytilassaan alue on metsäinen kalliomäki, jossa on osittain hakkuuaukeaa. Luontoselvitys alueelle on tehty vuonna 2012 osana kaupungin kaavasunnittelua. Alueella ei selvityksessä havaittu liito-

oravia tai muita arvokkaita luontokohteita. Ympäristöarvoja omaavia kohteita ovat hankealueen eteläpuolella olevat Kiikkalan korpi ja Kiikkalan suot 50–200 m:n päässä toiminta-alueen rajasta. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 2).

Toimintaympäristö ei ole pohjavesialuetta, muutama naapurikiinteistö saa talousvetensä omista kaivoistaan. Lähin pohjavesialue sijaitsee 1,3 km alueesta itään päin. Tuomiojärvi, joka on vedenhankintavesistö, sijaitsee yli kahden kilometrin päässä toiminta-alueesta. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 3).



Kuva 1. Kuvaleike Ruduksen naapurisivuilta (Rudus, 2022b)

2.2 Toimintakuvaus

Kuljetukset liikkuvat Saarenmaantien kautta Pykälistönkujalle ja alueelta pois tullessa päinvastoin. Tukitoimintoalue sijoitetaan ottovaiheen kannalta turvalliseen ja parhaaseen paikkaan. Tukitoimintoalue käsittää mm. tankkaus- ja säilytyspaikan kalustolle. Alla olevassa taulukossa (numero 1) esitetään luvassa ympäristöluvassa myönnetty toiminta-ajat. Toiminta alueella on kausiluonteista ja se painottuu kesäaikaan erityisesti kuormauksen ja kuljetuksen osalta. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 3). Vuosina 2021 ja 2022 alueella on ollut ainoastaan kiviainesliiketoimintaa. Tämä tarkoittaa kallion louhintaa, rikutusta ja murskausta sekä myyntikuormausta. Puhtaita maita on alueelle vastaanotettu suoraan pohjoisreunan meluvallin rakennusmateriaaliksi. Asfaltinvalmistusta ei ole aloitettu eikä sitä ole tulossa nyky suunnitelmien valossa alueelle.

Taulukko 1. Toiminta-ajat (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 3).

Toiminta-ajat			
Toiminto	päivittäinen toiminta-aika	viikoittainen toiminta-aika	Ajallinen vaihtelu toiminnassa
Murskaus	klo 7–22	ma-pe	ympärivuotisesti 1–3 kk jaksona 2–4 kertaa vuodessa
Poraus	klo 7–21, länsiosassa rajoitettu alkuvaiheessa klo 8–18	ma-pe	Murskauksen toiminta-aikana
Rikotus	klo 8–18	ma-pe	Murskauksen toiminta-aikana
Räjäytys	klo 12–18	ma-pe	Murskauksen toiminta-aikana
Kuljetus ja kuormaus	klo 6–22	ma-pe	Ympärivuotisesti, kuljetukset keskityvät ma-pe klo 7–17 ajalle
Asfaltinvalmistus	klo 5–22	ma-pe	Päällystystyoaikana, tarvittaessa myös lauantaina klo 7–15
Kierrätysbetonin, kierrätystiilen ja kierrätysasfaltin vastaanotto ja murskaus	klo 6–22	ma-pe	Vastaanotto ja välivarastointi ympärivuotisesti, murskaus 1–4 krt/3 v n. 1 kk kerrallaan
Puhtaan ylijäämämaan ja ylijäämälouheen vastaanotto ja murskaus	klo 6–22	ma-pe	Vastaanotto ja maisemointi ympärivuotista, louheen murskaus ma-pe klo 7–22 alueelta louhittavan louheen murskauksen yhteydessä

2.3 Louhinta ja murskaus

Louhinnassa ja räjähdysaineen käsittelyssä noudatetaan viranomaisten ja valmistajien antamia turvallisuus- ja käyttöohjeita. Jokaista räjäytystä varten laaditaan räjäytyssuunnitelma. Toiminnan aikana räjäytyksiä tehdään 1–3 kertaa viikossa. Porauskalusto valitaan louhintakohteen ominaisuuksien ja aikataulun mukaan. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 4).

Murskauksen kannalta ylisuuret lohkarit rikotaan kaivinkoneen puomiin kytkettävällä hydraulisella iskuvasaralla. Lastaus- ja kuljetustyötä tehdään pyöräkuormaajalla sekä kaivinkoneella ja dumppeilla murskauslaitokseen. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 4).

Kiven murskaaminen suoritetaan siirrettävällä 3–4-vaiheisella murskauslaitoksella tai tela-alustaisella murskauslaitoksella. Laitos sijoitetaan sille varatulle alueelle tuotantoalueella siten, että melu- ja pölyhaitat saadaan mahdollisemman vähäiseksi kyseisen tuotantojakson aikana. Alueelle voidaan ottaa vastaan puhdasta ylijäämälouhetta ympäri vuoden kiviainestuotantoa varten.

Vuosittaiset kiviaineksen valmistusmäärät ovat keskimäärin 200 000 tn, kuitenkin enintään 400 000 tn kalliomursketta, josta korkeintaan 50 000 tn on muualta tuotua louhetta. Käyttöenergiana murskauslaitos käyttää kevyttä polttoöljyä. Polttoaineen kulutuksen on arvioitu olevan noin 0,4 litraa valmistettua mursketonnia kohden. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 4).

2.4 Asfalttiasema

Alueelle voidaan sijoittaa A-luokan siirrettävä asfalttiasema suodatinpölynpoistolaitteistoineen. Asfalttia tuotetaan alueella enintään 100 000 tn. Asfaltin valmistuksessa käytetään myös kierrätettyä asfalttia, jota murskataan alueella murskausehtojen mukaisesti. Asfaltin tekoon käytetään enintään 90 000 tn kiviainesta, neljä tonnia bitumia sekä neljä tonnia kalkkifillereitä ja suodatinpölyä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 4).

2.5 Kierrätysbetoni ja -asfaltti

Kierrätettävää betonia ja tiiltä otetaan toiminta-alueella vastaan purku- ja saneerauskohteista sekä ylijäämäbetonia betoniteollisuudelta. Niistä valmistetaan betonimursketta, jota voidaan käyttää soveltuvin osin maanrakennuskohteissa. Betonimursketta voidaan käyttää myös tuotantoalueen rakenteissa ja ne poistetaan toiminnan päätyttyä. Vastaanotettavan puhtaan betonin ja asfaltin laatu ja määrä kirjataan, alueelle kuulumaton materiaali ohjataan oikeisiin laitoksiin pois luvantumukaiselta tuotantoalueelta. Betoni murskataan pääasiassa raekokoon 0–45 mm (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 5).

2.6 Ylijäämämaat

Alueelle otetaan vastaan puhtaita ylijäämäkaita muista rakennuskohteista. Kaita voidaan käyttää alueen maisemointiin ja suunnitelmissa esitettyihin meluvalleihin. Ylijäämäkaita voidaan sijoittaa myös reunaluiskiin, mutta pohjatasolle luiskausten ulkopuolelle ei kaita sijoiteta. Ylijäämäkaissa havaitut epäpuhtaudet toimitetaan niille kuuluviin vastaanottopaikkoihin pois alueen luvan mukaiselta alueelta. Ylijäämämaat läjitetään luiskakaltevuuteen n. 1:1 tai 1:2. Luiskia on jatkuvasti tarkkailtava liukumien ja sortumien estämiseksi. Jos maavallien sortumia tai liukumia tapahtuu, on niihin reagoitava välittömästi korjaamalla vallit jälleen kuntoon. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 5).

Alueen vastaanottotoiminnan loputtua tulee vallit maisemoida luonnon monimuotoisuutta tukevalla tavalla, esimerkiksi ketokasvillisuutta suosimalla. Vastaanotettavien ylijäämäkaitojen, betonin, tiilen ja asfaltin enimmäismäärä on 49 000 tn vuodessa. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 6).

2.7 Polttoaineet ja kemikaalit

Louhinta- ja murskaustoimintaan sekä kierrätysmateriaalien käsittelyyn kuluu kevyttä polttoöljyä vuosittain arvioilta 171 tn, enintään 342 tn. Kaikessa polttoaineen varastoinnissa käytetään kaksoisvaippasäiliöitä tai valuma-altaallista säiliötä, jossa on ylitäytönestimet. Murskauslaitoksen toiminnan aikana suurin sallittu kokonaisvarastointimäärä polttoaineelle on 9 900 litraa. Asfalttiaseman ollessa paikalla, varastoidaan alueella toiminnan takaamiseksi tarvittava määrä kevyttä polttoöljyä. Öljytuotteet varastoidaan tynnyreissä, jotka ovat lukitussa valuma-altaallisessa varastossa ja voiteluaineet lukitussa kontissa. Käyttövesi tuodaan alueelle säiliöissä tai alueelle tehdään porakaivo. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 6).

2.8 Liikenne ja kalusto

Raskaita ajoneuvoyhdistelmiä käy alueella arvioilta 20–40 kuljetusyksikköä vuorokaudessa. Liikennemäärät vaihtelevat vuodenajan ja markkinatilanteen mukaan. Maksimiliikennemääräksi arvioidaan 65 ajoneuvoyhdistelmäkäyntiä vuorokaudessa. Liikennöitävä tie toiminta-alueen kohdalla on murskepin-tainen. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 6).

Toiminnassa käytetään yleisesti saatavilla olevaa parasta tekniikkaa. Murskauslaitokset, lastausko-
neet ja muu kalusto ovat nykyaikaisia sekä parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisia. Rudus Oy:llä on ISO 14001-standartiin perustuva ympäristöjärjestelmä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 6)

2.9 Raportointi

Ympäristömääräysten mukaan ympäristöviranomaiselle tulee raportoida vuosittain louhitun ja murskatun kiviaineksen määrä sekä vastaanotettujen puhtaiden maiden määrä ja alkuperä. Ilmoittava on myös vuoden aikana syntyneiden jätteiden määrä, laatu ja niiden toimituspaikka. Lisäksi on ilmoitettava käytettyjen polttoaineiden kulutustiedot. Vuoden aikana tehdyistä melu-, pöly- ja värinämittauksista on raportoitava. Pinta- ja kaivovesien tarkkailutulokset on ilmoitettava. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 10).

Vuoden aikana sattuneista häiriötilanteista ja niihin liittyvistä toimenpiteistä sekä tiedot toiminnan aiheuttamista valituksista ja niiden seurauksena tehdyistä toimenpiteistä on raportoitava lupaviranomaiselle. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 10).

3 YMPÄRISTÖN KUORMITUKSEN EHKÄISY

Rudus Oy esittää myönnettyyn lupaan johtaneessa hakemuksessaan toimintatavat ja keinot ehkäistä ympäristön kuormitusta sekä arvionsa toiminnan päästöistä. Lisäksi yritys esittää keinot poikkeuksellisiin tilanteisiin varautumiseen. Osa ympäristön kuormituksen selvityksistä on teetetty yhtiön ulkopuolisilla konsulteilla.

3.1 Päästöt maaperään ja vesiin

Palokan tuotantoalue ei ole pohjavesialuetta. Tukitoimintoalue on ainut alue, jossa käsitellään polttoaineita ja muita öljytuotteita. Kyseinen alue on eristetty kalvolla, joka on polttoaine- tai muun vastaavan vuodon kestävä. Kalvon päälle on sen rikkoutumisen ehkäisemiseksi laitettu 20–30 cm:n kerros maa-aineista. Polttoaineet varastoidaan asianmukaisesti ja lukittuna tarkastetuissa säiliöissä. Työkoneiden ja säiliöiden kuntoa tarkkaillaan ja seurataan jatkuvasti mm. mahdollisten vuotojen vuoksi. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 6).

Laskeutusallas tulee mitoittaa alueen vesien liikehdinnän mukaan erillisellä selvityksellä. Sadevedet ja sulamisvesien johtamiselle on teetetty erillinen suunnitelma, joka sisältää myös laskeutusaltaan. Jätevedet kerätään umpisäiliöihin ja viedään asianmukaiseen jatkokäsittelypaikkaan. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 6–7).

3.2 Melu ja värinä

Tuotannon vaiheista riippuen on toiminta-alueella paljon erilaisia jaksottaisia melunlähteitä. Melua syntyy porauksesta, räjäytyksistä, rikoituksesta sekä erityyppisistä kuljetuksista ja kuormauksista. Murskauslaitoksen merkittävimmät melunlähteet ovat murskaimet, rikotuslaitteet, seulasto ja kuljetimet. Melutasot ja melun kesto ovat samantyyppiset riippumatta siitä, murskataanko louhetta vai vastaanotettua betonia, tiiltä tai asfalttia. Asfalttiasemalla melua tuottaa öljynpoltin ja kuivausrumpu. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 7).

Melumallinnus alueen toiminnoista on teetetty Ramboll Finland Oy:llä. Melumallinnus on laadittu otosuunnitelmassa esitettyjen kolmen eri vaiheen louhinta- ja tuotanto-osioille, koska alueen profiili muuttuu ottotoiminnan aikana merkittävästi. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 7).

Mallinnus on tehty siten, että poravaunu on asetettu ottorintauksen päälle mahdollisimman korkealle tasolle ja mahdollisimman lähelle häiriintyviä kohteita. Laskenta-alueella sijaitsevien metsäalueiden, rakennusten ja myöhemmin tulevien kiviainestuotekasojen melua vaimentava vaikutus on jätetty mallinnuksessa huomioimatta. Mallissa huomioitiin louhintarintaukset ja pohjoisreunalle heti tuotannon alkuvaiheessa pintamaista rakennettava Pykälistönkujan suuntainen meluvalli. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 7).

Mallinnuksen äänitehotasot (taulukko 2.) perustuvat murskaamon, porauksen ja asfalttiaseman osalta tehtyihin melupäästömittauksiin. Pyöräkuormaajan ja iskuvasaran arvot perustuvat yleisesti käytössä oleviin arvoihin. Lisäksi mallinnukseen lisättiin liikennemelu Saarenmaantielle asti, johon

liikennemääräksi asetettiin 30 kuljetusta päivässä. Melumallinnuksen laskentapisteverkko sijoitettiin kahden metrin korkeuteen maanpinnasta. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 7–8).

Taulukko 2. Äänitehotasot lähteittäin (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 7–8)

Mallinnuksen äänitehotasot desibeleissä		Toiminta-aika	Toiminta-aste	Sijainti maanpinnasta
Murskauslaitos	121 dB	klo 7–22	90 %	3 m
Iskuvasara	121 dB	klo 8–18	60 %	1 m
Poravaunu	122 dB	klo 7–21	60 %	1 m
Pyöräkuormaaja	110 dB	klo 7–22	90 %	1 m
Asfalttiasema	111 dB	klo 7–22	90 %	3 m
Betoniasema	111 dB	klo 7–22	90 %	3 m

Mallinnuksen perusteella todettiin keskiäänitasojen lähimmissä häiriintyvissä kohteissa vaihtelevan tuotantoalueen elinkaaren alku- ja loppuvaiheessa (1- ja 3-alue) välillä 35–50 dB ja elinkaaren keskivaiheella (2-alue) välillä 34–50 dB. Koska ottoaluetta lähinnä olevat häiriintyvät kohteet ovat yli 300 m:n etäisyydellä, eivät suunniteltujen toimintojen melutasot ylitä mallinnuksen mukaan päiväjän raja-arvoa (55 dB). Tämä mallinnus edellyttää, että alueelle on rakennettu suunnitelmien mukainen 2–3 metriä korkea meluvalli alueen pohjoisreunaan. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 8).

3.3 Päästöt ilmaan

Ennakkolaskelmien mukaan murskaamo- ja kierrätystoiminnasta pölyhiukkaspäästöjä syntyy 1,0–1,9 tn, typenoksideja 8,1–16,4 tn ja rikkidioksidia 0,2–0,4 tn sekä hiilidioksidipäästöjä 539–1096 tn. Asfaltin valmistus aiheuttaa enintään pölyhiukkaspäästöjä 3,9 tn, typenoksideja 33 tn, rikkidioksidia 0,7 tn ja hiilidioksidia 2 119 tn. Laskelma on tehty Ruduksen omalla päästölaskemalla. Päästömäärät perustuvat laitteiden ja kaluston polttoaineiden kulutuksen keskiarvoihin, jotka laskelmassa kerrotaan tuotanto- ja kuljetusmäärillä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 9).

Pölyhaittoja voidaan vähentää pintamaiden ja tuotekasojen sijoittelulla sekä meluvalleilla. Tuotannon aikana pölyämistä estetään kastelemalla murskauslaitosta, työmaateitä, varastokasoja sekä kuormia. Pölyhaittaa voidaan pienentää pienellä putoamiskorkeudella murskauslaitoksessa sekä sijoittamalla laitos ja muut toiminnot mahdollisimman alas suojaisaan paikkaan toiminta-alueella.

3.4 Muut jätteet

Vuoden aikana toiminnassa syntyy arviolta 500 kg jäteöljyä ja muita vaarallisia jätteitä, kuten akkuja. Kyseiset jätteet säilytetään lukitussa tiivispohjaisessa kontissa ja toimitetaan lopulta asianmukaiseen jatkokäsittelyyn. Syntyviä talousjätteitä kerätään jätesäiliöihin ja ne toimitetaan asianmukaiseen jatkokäsittelyyn, arvioitu määrä noin 1 000 kg vuodessa. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 10).

Betonin murskauksessa eroteltavaa rautaromua syntyy enintään 500 kg vuodessa, niitä väliavarastoidaan ennen kiertytystä toiminta-alueella. Muuta rakennusjätettä syntyy enintään kymmenen kiloa vuodessa, jotka kerätään siirtolavalle ennen jatkokäsittelyä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 10).

3.5 Toiminnan ja sen vaikutusten tarkkailu

Alueen toiminnasta kirjataan tarkkailua varten tuotannon kannalta oleellisia tietoja, esimerkiksi toiminta-ajoista, jätteistä ja vastaanotetuista maa-aineksista. Melua tarkkaillaan toiminnan alkuvaiheessa melumittauksella ja jatkosta sovitaan tarvittaessa. Pölypäästöjä voidaan mitata lähimmillä kiinteistöillä. Pöly- ja meluhaittoja tulee arvioida jatkuvasti myös aistinvaraisesti alueen ympäristössä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 10).

Hulevesivaikutuksia mitataan kahdesta eri pisteestä alueella. Ensimmäiset näytteet otetaan toiminnan alussa ja sen jälkeen vuosittain. Niistä tutkitaan kiintoaine, pH, CODMn, sähkönjohtavuus, sulfaatti ja typpiyhdisteet. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 10).

Tärinää voidaan mitata tarvittaessa lähimmillä häiriintyvillä kohteilla. Kaikki edellä mainitut tarkkailutulokset toimitetaan vuosiraportoinnin yhteydessä valvontaviranomaiselle. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 10).

3.6 Poikkeuksellisiin tilanteisiin varautuminen

Letkurikko tai muu vastaava tilanne voi aiheuttaa ympäristöriskin, jossa erinäisiä öljyjä valuu maaperään. Sen vuoksi alueelle varataan öljynimeytysainetta ja tankkaukset tehdään aina tukitoiminta-alueella, jossa aineet eivät pääse maaperässä etenemään. Vahingon sattuessa toimiin ryhdytään välittömästi sekä ilmoitetaan alueen esimiehille. Pilaantunut maa-aines kaivetaan pois jatkokäsittelyä varten ja toimitetaan asianmukaiseen käsittelypaikkaan. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a, 11).

4 MAA-AINESLUPA

Rudus Oy haki maa-aineslupaa kalliokiven ottamiseen kymmeneksi vuodeksi Jyväskylän Palokassa sijaitseville kahdelle eri kiinteistölle Raitala (74:6) ja Metsärinne (60:2) kuten ottosuunnitelman asemakaavassa on esitetty (Kuva 2.). Päätös luvan myöntämiselle annettiin Jyväskylän kaupungin rakennus- ja ympäristölautakunnassa 02.12.2014. Kyseessä on uusi toiminta alueella, joka käsittää kuuden hehtaarin määrään ja kokonaisottomäärä on 900 000 m³tr. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b) Samalla haettiin ympäristölupaa kallion louhintaan ja murskaukseen, jolle saatiin lainvoimaisuus helmikuussa vuonna 2017. Suuri osa maa-aineslupan ehdoista on samoja kuin ympäristöluvassa muun muassa ympäristön kuormituksen ehkäisyn osalta. Lupahakemuksen liitteiksi jätettiin sijaintikartta, asemapiirros sekä lopputilannekartta.

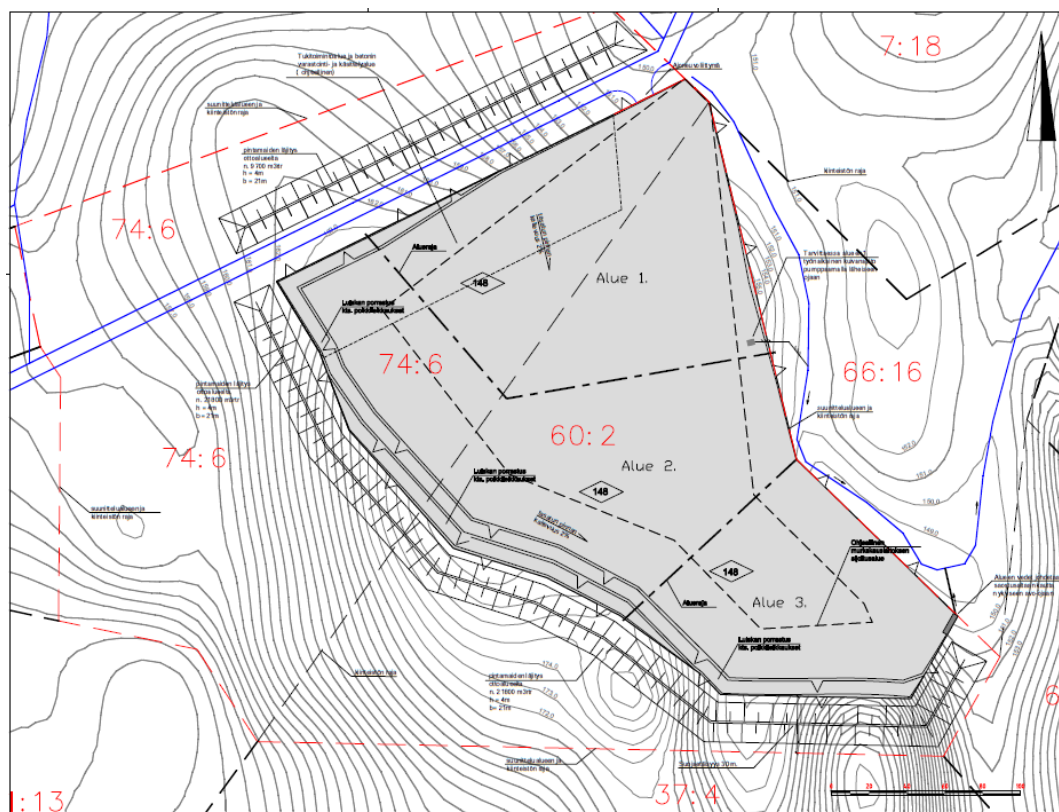
4.1 Ottamissuunnitelma

Rudus Oy esitti kolmivaiheisen ottamissuunnitelmansa lupahakemuksessaan. Ottamissuunnitelma sisältää asemapiirustuksen, lopputilannekartan ja poikkileikkauskuvat. Piirustuksissa esitetään kaksi louhittavaa kiinteistöä (74:6 ja 60:2) pinta-aloineen ja rajoineen. Luvanhakija on arvioinut louhittavat kalliomäärät ja päältä pois siirrettävät maa-ainesmäärät kiinteistöittäin alla olevan taulukon 3. mukaisesti. Alin kiviaineksen ottotaso eli alin louhittava taso on +148 N2000- korkeusjärjestelmän mukaan. Kalliota louhitaan arvioilta 90 000 m³tr vuodessa. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)

Taulukko 3. Ottosuunnitelman mukaiset ottomäärät kiinteistöittäin (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)

Kiinteistö	Pinta-ala (m ²)	Arvioitu otettavan kallion määrä (m ³)	Arvioitu pintamaan määrä (m ³ tr)
74:6 Metsärinne	20 000	300 000	10 000
60:2 Raitala	40 000	594 000	20 000
Yhteensä/lupahakemus	60 000	894 000/900 000	30 000

Louhittavat alueet ovat jaettu kolmeen osaan, jonka mukaan otto etenee. Louhinta ja tuotanto on aloitettu alue 1:n pohjoisreunasta kohti alue 2:ta vuosina 2021–2022. Ottoalue etenee alue 1:tä kohti kaakkoa, mutta kuitenkin siten, että alue 2:n länsiosat, jonka suunnalla lähimmät asuinkiinteistöt sijaitsevat jätettäisiin viimeiseksi. (kuva 2.). (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)



Kuva 2. Kuvaleike kiviainesten ottosuunnitelma asemakaavassa (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)

Ottomäärät on arvioitu alueittain louhintamäärien suhteen seuraavanlaisesti, Alue 1: 260 000 m³, alue 2: 515 000 m³ ja alue 3: 125 000 m³. Ottamisalueen seinämät louhitaan kaltevuuteen 1:7. Kaliohyllyn korkeuden ollessa yli 1,5 metriä se aidataan päältä putoamisvaaran vuoksi, aitoja voi siirtää ottotoiminnan edetessä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b).

4.2 Ottamisalueen ympäristö

Ottamisalue sijaitsee samoilla kahdella kiinteistöillä, joihin ympäristölupa kiviainestuotannolle myönnettiin. Hankealue on metsätalouden käytössä, jossa on kuusimetsää sekä hakkuuaukeaa. Vieressä koillispuolella sijaitseva vanha Jyväskylän kaatopaikka on maisemoitu puuton alue. Maa-ainesluvan alueella ei ole luonnontilaisia kohteita, eikä alue ole pohjavesialueella. Hankealueella tai sen läheisyydessä ei ole kahden kilometrin säteellä muinaismuistoja, Natura-alueita, suojelualueita, suojeluohjelmiin kuuluvia alueita tai muita arvokkaita alueita. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)

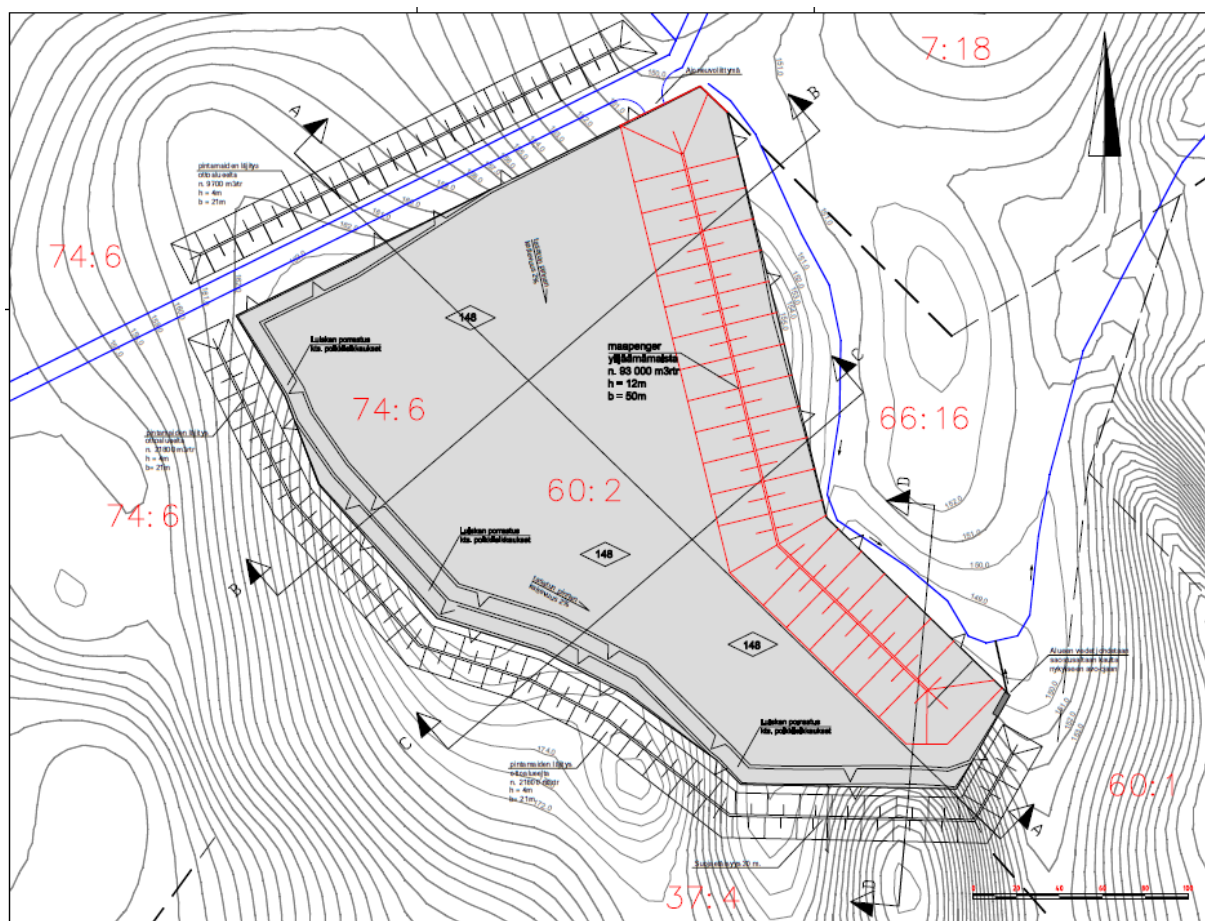
Ottamisalueen maanpinnat ovat olleet eteläreunalla n. +178 tasossa ja alimmillaan pohjoisreunan tasossa +151. Arvion mukaan kaivu- ja louhintasyvyys yhteensä on keskimääräisesti noin kymmenen metriä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b). Kallion pinta voi kuitenkin vaihdella merkittävästi alueen eri kohdissa, joten kaivussyvyyksien arviointi on haastavaa.

Ottoalueen rajat sekä korkomerkkejä tulee asettaa näkyville alueella siten, että ulkopuolinen taho tai viranomainen voi seurata ottotoiminnan etenemistä (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b).

Alueen sade- ja hulevedet johdetaan pohjankallistuksin itäpuolella sijaitsevaan reunaojaan, joka kulkee Jyväskylän vanhan kaatopaikan ja toiminta-alueen rajalla. Toiminnan alkuvaiheessa työnaikainen kuivana pito toteutetaan pumppaamalla vesi ojaan koneellisesti. Erillisen suunnitelman mukaan toteutetaan laskeutusallas, jonne sade- ja hulevedet jatkossa ohjataan, ennen lopullista kuivatustilannetta toiminnan päättyessä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)

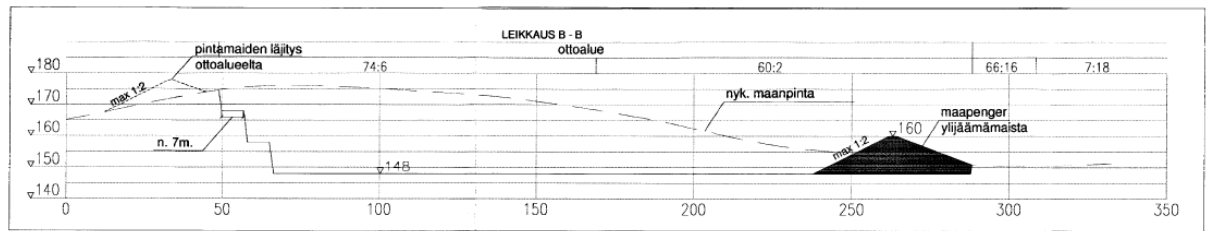
4.3 Maisemointi ja jälkihoito

Alue luovutetaan toiminnan päättyttyä teollisuus- ja varastoaluekäyttöön ympäristöviranomaisen hyväksynnällä. Alueella kallionpäältä kaivettuja pintamaita ja vastaanotettuja puhtaita maita käytetään alueen meluvallien rakentamiseen ja louhoksen maisemointiin. Toiminnan päättyttyä louhosalueen itäosa maisemoidaan tekemällä maapenger pintamaista tai muista puhtaista maalajikkeista (punaisella merkity valli kuvassa 3.). Rinteisiin kylvetään alueelle ominaista kasvillisuutta. Muut tuotannon aikaiset mustalla kuvaan 3. merkity meluvallina toimineet maavallit voidaan jättää omille paikoilleen toiminnan päättyttyä. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)



Kuva 3. Kuvaleike lopputilannekartasta (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)

Kalliorintaukset alueen länsi- ja eteläpuolella luiskataan 1:7 kaltevuuteen porrastetusti kymmenen metriä korkeiksi. Kalliohyllyjen syvyys on seitsemän metriä, kuten kuva 4. osoittaa. Maapenkereiden luiskakaltevuus on korkeintaan 1:2. (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b).



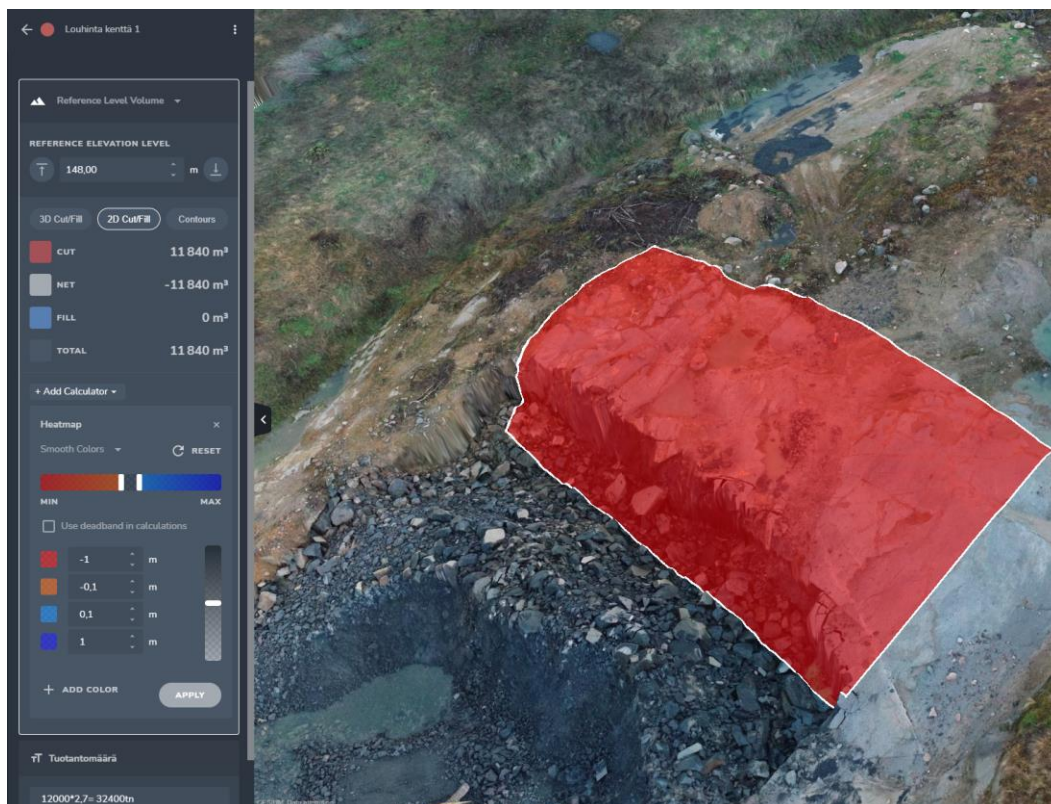
Kuva 4. Kuvaleike, leikkaus B-B lopputilannekartassa, (Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b)

5 ALUESUUNNITELMA

Ympäristö- ja maa-aineslupa antavat raamit aluesuunnittelulle ja tuotannosuunnittelulle, jonka puitteissa toimitaan. Ylläpidettävä keskusteluyhteys ympäristöviranomaisen kanssa mahdollistaa lupien tulkitsemista yhdessä käytännön tilanteissa, joissa on tulkinnanvaraisuutta. Viranomaiselta voi kysyä tarkennuksia ja esittää muutoksia lupamääräyksiin, joilla toimintaa voidaan järkevöittää tai jos luvassa esitetyjä suunnitelmia ei voida täysimääräisesti toteuttaa. Näistä sovitut asiat kannattaa sopia lisäksi kirjallisena.

Aluesuunnitelman avulla hallitaan kaikkea toimintaa kiviainesalueella alueen koko elinkaari huomioiden. Harkitun aluesuunnitelman avulla kiviainestoiminta saadaan taloudellisesti tehokkaammaksi ja ympäristöystävällisemmäksi sekä turvalliseksi. Aluesuunnitelmaa päivitetään louhinnan ja tuotannon edetessä sekä tarpeen mukaan, turvallisuusnäkökohdat jatkuvasti huomioiden. Aluesuunnitelmassa voidaan esittää vuoden aikana tehtävät louhinnan etenemissuunnat ampukenttineen, kuten kuvassa 5. sekä pintamaiden poistosuunnitelmat ja sijoituspaikat maille. Hyväksytyillä alue- ja tuotantosuunnitelmilla saadaan tuotantoon osallistuvat työntekijät pyrkimään samaan tavoitteeseen, kun suunnitelmat ovat kaikille saatavilla sovitussa paikassa.

Hyvin dokumentoitujen suunnitelmien avulla voidaan arvioida niiden toteutumista sekä tehdä massa- ja kululaskentaa jälkikäteen. Näiden avulla voidaan arvioida ja kehittää tuotantoa oikeaan suuntaan. Alueen kehitystä voidaan dokumentoida lentämällä alue aika ajoin dronella ja sen avulla saatavalla 3D- mallilla, joka perustuu kolmiulotteiseen mittaukseen.



Kuva 5. Kuvaleike, yksinkertainen louhintalaskenta (Venäläinen, 2022)

5.1 Logistiikka

Aluesuunnittelun yksi tärkeimmistä osa-alueista on toimivan ja järkevän logistiikan suunnittelu. Tärkeää on varata tuotantolaitokselle paikka, jossa kantomatkat tuotantolaitokselle ja laitokselta varastointiin pysyvät järkevinä. Lisäksi tuotantolaitoksen tulisi olla mahdollisimman suojaisessa ja matalassa kohdassa melu- ja pölyhaittojen leviämisen estämiseksi.

Tukitoimintoalue voi käsittää tankkaus- ja huoltoapaikan, taukotuvan tarvittavine toimistotarvikkeineen sekä jätteiden keräyspisteen ym. Aluesuunnitelma voi yksinkertaisimmillaan näyttää kuvan 6. mukaiselta karttakuvalta.



Kuva 6. Kuvaleike yksinkertaisesta aluesuunnitelmasta Palokan toimipisteestä (Venäläinen, 2022)

Kuormauspaikat ja liikennesuunnittelu tulee suunnitella turvallisesti ja sujuvaksi huomioiden raskaan yhdistelmäajoneuvon vaativan tilan ja etenemiskyvyn kannalta sopivat olosuhteet. Talviajan auras ja hiekoitus onnistuu usein myyntikuormauskoneella, lisäksi tila lumen läjitykselle tulee huomioida. Henkilöautojen pysäköinnin ja tukitoimintoalueen väli pitää olla helposti ja turvallisesti jalan liikuttavissa.

Työnaikaisia teitä ja reittejä on lisäksi suunniteltava pintamaiden poiston ajoon dumperille, poravaunulle kalliohyllyn päälle pääsemiseksi sekä räjähdettäineautolle, jonka on päästävä lähelle porattua louhintakenttää. Nämä tulee suunnitella hyvissä ajoin, mutta tarkistettava vielä paikan päällä ennen työkaluston saapumista tuotantoalueelle.

5.2 Opastus, kyltit ja aitaukset

Toimipisteelle saavuttaessa tulee alueen työmaataulun sijoita näkyvällä paikalla, kyltin tulee olla riittävän iso, jotta sen lukeminen autosta nousematta on mahdollista. Kyltissä tulee olla ainakin paikan nimi, puhelinnumero, vaadittava suojavaustus, tehdasalueen merkinnät, varoitus liikkuvista ajoneuvoista. Lisäksi kyltissä voi olla alueen LA-kanava ilmoitettuna (yhteys lastauskoneeseen), alueen koordinaatit hätätilanteita varten sekä mahdollinen liikenneopastus tai kartta. Kuva 7. esittää tämänhetkistä työmaataulua Palokan toimipisteellä.



Kuva 7. Kuvaleike työmaataulusta (Venäläinen, 2022)

Kuten lupamääräyksissä on vaadittu, aita on pidettävä kalliohyllyn päällä aina kun putoamiskorkeus on yli 1,5 m. Koska aita siirretään tuotannon edetessä, tulee aidan olla tukeva, mutta helposti siirrettävissä. Palokassa on käytetty kallion päällä muovista työmaa-aitaa, johon on kiinnitetty varoituskylttejä putoamisvaarasta. Vaihtoehtoisesti koko toiminta-alue voidaan eristää rajaamalla toiminta-alue kiinteällä aidalla, kuten riista-aidalla.

Muita opastuskylttejä ja liikennemerkkejä voidaan alueella käyttää pysäköintipaikan merkitsemiseen, liikenteenohjaukseen sekä aluekarttaan, joka voidaan pitää erillään näkyvillä tai liittää työmaataulun yhteyteen. Alueella sijaitsevat kiviainesvarannot tulee merkitä niin sanotuin kasakyltein, joista myyntilajike ilmenee, kuten kuvassa 8. (Rudus 2016d, 1)



Kuva 8. Kasakyltti kalliomurske 0/32, (Venäläinen, 2022)

5.3 Kuivatus

Ympäristöluvassa on esitetty toimintatapa sade- ja sulamisvesien ohjaukseen alueella. Ensisijaisesti vesien ohjaaminen kannattaa tehdä maastonmuotoja muokkaamalla eli maaston kaadoin haluttuun suuntaan. Kun kyseessä on kallioalue, maaston muokkaukset tehdään käytännössä louhimalla. Mikäli maaston muokkaaminen on mahdotonta, voidaan harkita myös koneellista pumppausta. Veden pumppaaminen vaatii kuitenkin seurantaa, kunnossapitoa ja energiaa varsinaisen laitteistohankinnan lisäksi, mikä nostaa sen kustannuksia paljon verrattuna painovoimaiseen veden ohjaukseen.

5.4 Energia

Mikäli alueen lähellä kulkee voimalinja, voidaan harkita sähköliittymän hankkimista. Sähköenergiaa voidaan käyttää murskauslaitoksella, kuivatuspumppauksessa, kuormien kasteluun pölyämisen ehkäisemiksi, valaistukseen, työmaakoppeihin tai asfalttiasemalla. Alue voi kuitenkin toimia paikalle tuotavilla voimageneraattoreilla ja murskaus onnistuu myös energian suhteen omavaraisella murskauslaitoksella.

5.5 Aluesuunnittelun työkaluja

Alueen kartta-aineistoa voidaan kerätä alkuvaiheessa verkkopohjaisista vapaista lähteistä, kuten kunnan ja maanmittauslaitoksen aineistoista. Lupaa hakiessa alueesta on teetetty ajantasaisen korokartta kiinteistörajoineen ulkopuoliselta toimijalta. Lupa-aineisto liitteineen on ensisijainen opas alueen suunnitteluun.

Aluesuunnitteluun voidaan muun muassa käyttää drone-ilmakuvauksin tehtyä fotogrammetriaa, jonka perusteella alueesta saadaan tehtyä kolmiulotteinen mittaus ja edelleen 3D-malli (kuva 9.). Verkko pohjaisessa sovelluksessa tuotantoalueen mallia voidaan tarkastella monin eri tavoin, kuten mittaamalla etäisyyksiä pinta-aloja ja tilavuuksia. Näiden tietojen käyttö ja kerääminen antavat erinomaiset lähtökohdat alueen suunnittelulle ilman tarpeettomia maastokäyntejä paikan päällä. Useamman lennon perusteella voidaan tarkastella alueen ajallista kehitystä ja muutoksia tuotannon edetessä.



Kuva 9. Kuvaleikkaus, 3D- malli tuotannon apuna (Venäläinen, 2022)

5.6 Toimipisteen auditoinnit

Alueen turvallisuutta, toimintatapoja, tuotelaatua ja tehokkuutta tarkastellaan sekä sisäisillä että ulkopuolisilla auditoinneilla. Auditointi suoritetaan yleensä paikan päällä yrityksen omiin työ- ja ympäristöturvallisuus ohjeistuksiin vedoten. Kaikki auditoinnit raportoidaan ja puutteet kirjataan kuvia apuna käyttäen. Auditointiin yleensä osallistuu alueen nimetty toimipistevastaava, joka vastaa, että mahdolliset puutteet korjataan edellytetyssä aikataulussa. (Rudus 2022c, 3)

6 TUOTANTO

Lähitulevaisuuden tuotantosuunnitelma Palokan toimipisteellä käsittää kiviainestuotantoa ja maiden vastaanottoa. Alueen toimintojen tehokkuutta seurataan jatkuvasti taloudellisin mittarein, joissa verrataan tarkasti eriteltyjä kuluja verrattuna alueen tuotantomääriin. Tämän lisäksi alueen luvanmukaisuutta tarkastellaan selvityksin ja mittauksin mm. tärinän, melun ja pölyämisen suhteen.

Kiviainestuotannon vaiheet voidaan jakaa esimerkiksi näin: Puuston ja kasvillisuuden poisto, pintamaiden poisto ja läjitys, irrotus ja rikotus, murskaus sekä seulonta ja lisäksi valmiiden tuotteiden siirto myyntikasoihin. Niin sanotuiksi avaustöiksi kutsutaan puuston ja pintamaiden poistoa sekä muita valmistelevia töitä ennen tuotantolouhinnan aloittamista. Murskaustuotanto suunnitellaan tavoitteellisten lajikemäärien ja tavoitellun kiviaineksen käyttökohteen mukaan vaaditun laatuiseksi. Tuotantomäärät perustuvat tilauskantaan ja arvioituihin tuleviin myyntimääriin ennen seuraavan tuotannon alkamista. Kiviaineksia tulisi olla varastossa riittävästi muttei liikaakaan, jotta toiminta olisi liiketaloudellisesti mahdollisimman kannattavaa.

6.1 Puuston ja kasvillisuuden poisto

Ensimmäisiä käytännön töitä kiviainesalueella on puuston poisto louhittavan kallion päältä. Puusto kaadetaan metsurin tai metsätraktorin toimesta, riippuen puuston määrästä ja laadusta. Puuston poistosta sovitaan metsän ja tai kiinteistön omistajan kanssa.

Palokassa puuston poistosta sovitaan sekä kiinteistöjen omistajien, että Jyväskylän kaupungin kanssa riippuen puiden sijainnista alueella. Puuston varastointi vaatii oman tilansa ja paikan, josta sen nouto ajankohdan tullen on mahdollista. Yleensä paikka on mahdollisimman lähellä tietä, siten ettei se estä muuta tuotantoa eikä liikennettä. Toiminta-alueen ympäristöluvassa ei ole annettu erillisiä toiminta-aikoja puuston ja kasvillisuuden poistolle. Kasvillisuutta voidaan poistaa tuotannon edessä. Puusto ja muu kasvillisuus alueella estävät melun ja pölyn etenemistä alueella, joten kaikkea puustoa ei kannata heti poistaa.

6.2 Pintamaiden poisto ja meluvallit

Merkittävimpiä muuttuvia kustannuseriä kiviainestuotantoalueella ovat pintamaiden poistot ja siirrot louhinnan tieltä. Suunnitellun kiviainesalueen kannattavuutta arvioidaan myös poistettavien pintamaiden suhteen, suuret määrät kallion päällä olevia maita lisää luonnollisesti kaivutyön määrää ja kustannuksia. Kalliopinnan päällä olevaa maakerroksen paksuutta voidaan tutkia maatutkalla, koe-kuopilla tai muulla saatavilla olevalla tiedolla, jos esimerkiksi aluetta on aiemmin tutkittu maakairauksilla. Pintamaiden määrät ja niiden jatkosijoittelu on osana lupaprosessia sekä ympäristö-, että maa-ainesluvassa lähes aina, nimikkeenä niille on usein tässä vaiheessa ”kaivannaisjätteet”.

Pintamaiden siirto ja läjitys pois louhinnan alta vaatii siihen tehokkaasti soveltuvaa kaivu- ja kuljetuskalustoa. Tavoitteena on siirtää pintamaat suoraan loppusijoituspaikkaansa, kuten luvissa esitettyihin meluvallihin mahdollisimman kustannustehokkaasti. Todellinen siirrettävä pintamaiden määrä voi poiketa merkittävästi ennakkoon arvioidusta määrästä. Pintamaiden poistotyössä käytetään lähes

aina maanrakennusurakoitsijaa. Urakkasopimusta tehdessä kannattaa sopimukseen kirjata ympäristöluvien kyseiseen työvaiheeseen liittyvät ehdot, kuten työajat sekä sovittu tankkauspaikka ja oikeanlaiset luvanmukaiset polttoainesäiliöt, joita urakoitsijan tulee käyttää.

Työ on suoritettu Palokassa tuntityönä, mutta uusien työkalujen myötä mahdollisesti päästään urakamalliin, jossa veloituksen perusteena urakoitsijalla on siirretyt kuutiomäärät. Kuutiomäärään perustuva urakka perustuu mallinnukseen, jossa alue kuvataan ennen ja jälkeen pintamaiden poiston. Kuvaus perustuu ilmakuvaukseen ja fotogrammetriaan. Sen avulla voidaan melko tarkasti mitata maaston muutokset kiintokuutiona, jonka mukaan urakoitsijalle maksetaan korvaus tehdystä työstä.

Maa-ainesluvassa alueen pintamaiden määräksi arvioitu 30 000 m³tr, ottoalueen pinta-ala on 60 000 m², mikä tarkoittaa poistettavan määrän olevan keskimäärin 0,5 m paksua. Ympäristöluvassa on esitetty kaksi meluvallia, joihin pintamaita läjitetään (kuva 10.). Alueen pohjoispuolen valli on suunniteltu n. 9 700 m³tr ja länsi-, eteläpuoleinen valli 21 800 m³tr. Palokan alueella työajaksi kaivinkoneille ja dumppereille pintamaiden poistoon on tulkittu samoja luvassa määrättyjä aikoja ja ajankohtia kuin kuormauksen ja kuljetuksen työaikoja. Alueelta saatavien pintamaiden lisäksi ympäristölupa mahdollistaa puhtaiden maiden vastaanoton. Sallittu määrä on 49 000 tonnia vuodessa, mutta määrä sisältää myös vastaanotettavat betonit ja tiilet. Yhtenä haasteena on saada sopiva massatasapaino tuotannon edestä siirrettävien ja maavalleihin sekä luiskauksiin tarvittavien maiden määrässä.



Kuva 10. Tulevien meluvallien sijainti lupahakemuksen mukaan

6.3 Irrotus

Irrotus eli louhinta käsittää porauksen ja räjäytyksen. Niille, kuten monelle muullekin toiminnolle on eritelty ympäristöluvassa erilliset toiminta-ajat, jotka poraus- louhintaurakoitsijoilla on oltava aina tiedossa. Poravaunun tuottavan melun torjuntaa voidaan edistää koteloinnilla eli eristämällä melun lähdettä. Poravaunun kustannus perustuu useimmiten porattuihin metreihin.

Maa-ainesluvassa on esitetty ottoalueen rajat, jonka sisäpuolelta saa louhia. Rajat tulee olla tiedossa louhinnan alkaessa, ne merkitään kolmannen osapuolen tekemänä maastoon näkyvälle paikalle. Tämän lisäksi louhinta on tehtävä alueen alin ottotaso huomioiden. Tämän maa-ainesluvassa esitetyn koron alle ei saa louhia.

Tuotantolouhinnassa käytetään sille Infra-RYL:ssä määriteltyjä tärinän raja-arvoja, kuten muussakin työmaalouhinnassa. Ammuttavan kentän (kuva 11.) panostustiheyttä kasvattamalla voidaan pienentää yksittäisen reiän panostusmäärää, jolloin tärinä pienenee ja rikotuksen tarve vähenee, mutta louhinnan kustannukset kasvavat. Yleensä kiviainestuotantoalueilla ei ole välittömässä läheisyydessä rakennuksia tai rakenteita, jotka vaikeuttavat louhinta. Louhinnan tärinää on Palokan tuotantoalueella mitattu asentamalla kahteen lähimpään kiinteistöön tärinämittarit. Ulkopuolinen konsultti on tuottanut palvelun Rudukselle ja tulokset on jaettu ympäristöviranomaisen lisäksi aina kiinteistönomistajille, kun aluetta on louhittu.



Kuva 11. Porattu ammuttava kenttä. Venäläinen 16.8.2022

6.4 Rikotus

Kallion louhinnan jälkeen irrotettu kiviaines ei suoraan sovellu murskaukseen vaan osa kivistä jää yli 800 mm kokoisiksi eli liian suuriksi,. Ne rikotetaan yleensä kaivinkoneeseen kytketyllä hydraulisella poravasarella. Rikotus on äänekkäin ja työn ollessa käynnissä melko pitkäkestoinen ja jatkuva "hakaava" ääni. Rikotuksen meluntorjuntaa voidaan edistää sijoittamalla rikotustyö suojaan paikkaan. Käytännössä tämä tarkoittaa rikotustyön sijoittamista siten, että ympärillä on kalliorintausta, maavalleja tai tuotekasoja estämällä ääniaaltojen etenemistä.

Rikotusurakoitsijalle on varmistettava toiminta-ajat ja seurattava niiden toteutumista. Tämä kannattaa kirjata mahdollisiin urakkasopimuksiin. Rikotuksen kustannus muodostuu urakoitsijan tuntityöstä, sen kustannuksia voidaan pitää hallussa valvonnalla ja tarkemmalla ohjeistuksella, ettei ylimääräistä työtä tehdä.

6.5 Murskaus ja seulonta

Murskauslaitos asetetaan sille varatulle paikalle tuotantoalueella. Murskauksen voi suorittaa joko Ruduksen oma laitos tai ulkopuolinen murskausurakoitsija (kuva 12). Kantomatka tulisi pitää tuotantokustannuksen kannalta lyhyenä sekä louhekasoilta murskan syöttöön ja murskalta erillisiin varastointikasoihin.

Tuotantomäärät lajikkeineen on sovittu etukäteen erillisellä tilaajan ja murskausurakoitsijan välisellä sopimuksella. Tilaajan esittämä tuotelaatu sidotaan yleensä kyseisen tuotteen InfraRYL- laatuvaatimukseen, esimerkiksi jakavalle murskeelle. Murskattavan kiviaineksen laatua tarkkailee yleensä kolmas osapuoli, joka noutaa tuotannonaikaisen kiviaineksen ja raportoi laadun sekä murskausyksikölle että tilaajalle. Laadusta tehdään tuotannon päätyttyä raportti, jonka mukaan kiviaines voidaan CE-merkitä, mikäli se täyttää sille asetetut vaatimukset. (Rudus 2016d, 3.)

Murskausurakan sopimukseen kirjataan vaatimus suodatinkalvolla eristetyistä tankkauspaikasta ja kaksoisvaippasäiliöistä sekä muusta jätteiden käsittelystä toiminnan aikana sekä toiminta-ajoista. Ennen murskauksen aloitusta käydään työmaan lisäksi aloituskokous, jossa käydään läpi edellä mainittujen asioiden lisäksi alueen ottosuunnitelmat ylipäätään sekä alueen maa-aineslupa. Tuotannon luvanmukaisuutta suojataan näin sopimusteknisesti, mutta työn tilaaja Rudus vastaa ympäristöviranomaiselle alueen toiminnasta ja valvoo urakoitsijoidensa toimintaa.

Murskauksen ollessa käynnissä aloitettiin tuotantoalueella hiukkaspitoisuusmittaus eli pölymittaus ulkopuolisen konsultin toimesta. Mittausajan kesto oli 90 päivää 9.3.-6.6.2022, mittaus tehtiin asianmukaisella laitteistolla. Hiukkapitoisuuden raja-arvona verrataan valtioneuvoston asetuksessa 78/2017 ilmanlaadusta annettuihin raja-arvoihin, keskiarvopitoisuuden ollessa $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tulokset raportoitiin ympäristöviranomaiselle eivätkä tulokset ylittäneet niitä yleisiä raja-arvoja, joita sovelletaan muun muassa katupölyn määrää mitatessa. Pölyämistä estettiin tuolloin kastelemalla murskauslaitteistoa ja mursketta alueelta saatavalla hulevedellä. Murskauslaitoksessa oli myös pölyn leviämistä estävä kotelointisuojaus. (Promethor 2022a, 1.)

Kiviainestuotannon melua mitattiin ulkopuolisen konsultin tekemänä 17.3.2022, kun murskaamassa oli kaksivaiheinen murskauslaitos. Mittauspisteitä pidettiin neljän lähellä olevan asuinrakennuksen pihalta. Lupamääräyksessä yläraja klo 7–22 melun keskiäänitasolle asuinrakennusten pihalla on 55 dB. Lisäksi mainitaan, jos melu on luonteeltaan iskumaista, on mittaustulokseen lisättävä viisi desibeliä, ennen sen vertaamista ohjearvoon. Keskiäänitaso oli suurimmillaan yhdellä mittauspisteellä 49 dB, tähän lisätään rikotusmelun iskumaisuuden melun viiden desibelin korotus, jolloin alueen kokonaisarvo 54 dB, alitti suurimman sallitun rajan 55 dB. Raportissa todetaan murskauslaitoksen sijaitsevan matalan kalliorintauksen edessä. Louhetta rikotettiin mittauspäivänä etäällä murskauslaitoksesta kaukana kalliorinteen päällä, koska siellä oli aiemmin samana päivänä louhittu. (Promethor 2022b, 2.)

Voidaan todeta, että mikäli murskalaitos olisi korkeamman rintausten edessä, joka toteutuu seuraavissa louhinnoissa, sen melun leviäminen on pienempää. Lisäksi kallionpäällä tehtäviä rikotuksia tulisi mahdollisuuksien mukaan välttää, koska melu pääsee leviämään helpommin kuin suojaisassa paikassa.



Kuva 12. Urakoitsija murskaamassa. Venäläinen 12.8.2022

6.6 Kalliomurskeiden varastointi ja myynti

Kuormauksessa ja kuljetuksessa sovelletaan lupaehtoisissa ilmoitettuja toiminta-aikoja. Ruduksen varastointiohjeen (Rudus 2016) varasto- eli myyntikasoille tulee varata ja tehdä mahdollisimman tasainen ja maapohjaltaan tiivis paikka hävikin vähentämiseksi ja tuotelaadun tasaisuuden saavuttamiseksi. Kasan pohja tulee tehdä kivituhkasta, jos sitä ei ole saatavilla, voidaan pohja tehdä varastoitavasta tuotteesta. Kasojen eteen tulee jättää tilaa kuormaukselle ja viereisten kasojen välille riittävästi tilaa, jottei tuotekasojen helmat sekoitu. Jos varastoidaan kalliota vasten, tulee varmistaa, ettei lohkarkeitä voi pudota kasaan. Yli kymmenen metriä korkeita kasoja tulee välttää. (Rudus 2016)

Mikäli kasan pohjan havainnointi on kuormatessa vaikeaa, voi kauha raapaista pohjan alta muiden muassa liian suuria kiviä, jolloin ei kiviaineksen laatu vaihtelee. Kiviaineksen laatua tulee jatkuvasti tarkkailla, käytännössä laatua on helpoin seurata aina tuotteita kuormatessa. Ruduksen varastointiohjeen mukaan (Rudus 2016) Kuormatessa tulee kuormattava kiviaines sekoittaa tasalaatuisiksi kuormauskoneella, koska kiviaineksella on taipumus lajittua varastoinnissa. Talviaikaan tuotekasan huolellinen avaaminen ja siistiminen estää lumen ja jään pääsemistä kuorman sekaan. Aina ennen kuormausta on tarkistettava kauhan puhtaus, jotta ylisuuria kiviä ei pääse hienomman kiviaineksen sekaan.

Ruduksen MTT-ohjeen (2015) mukaan on määritelty tuotteen käyttötarkoituksen mukaan ohjeita varastokasan rakentamisen mukaan ja kuormauksen suhteen. Kaikkia tuotteita, kuten esimerkiksi raidesepeä, ei saa kasata esimerkiksi kerroksittain ajamalla kuormauskoneella tai kuorma-autolla tuotteiden päällä. Suoraan penkasta kuormattava tuote, kuten luonnonsora tai hiekka ei tarvitse erillistä tuotekasaa vaan kuormauksen voi tehdä suoraan penkasta.

Kuormattavien eli myytävien kiviainesten määriä seurataan pyöräkuormaajan vaakalaittein ja kuormakirjoin. Kuormakirjasta ilmenee kuormauksen tarkka ajankohta ja paikka, kuormattu tuote, veloitettava asiakas sekä mahdolliset viitteet kuormalle. Tuotekasojen määrän eli varastomäärän muuttamista seurataan myös inventaarioin, jossa alue lennetään ilmakuvaten dronella (kuva 13.). Tuotekasasta saadaan fotogrammetriaan perustuva lentodata, jolla saadaan muodostettua kolmiulotteinen malli. Mallinnetun kasan tilavuus saadaan laskettua katkaisemalla kasan pohja oikeaan korkoon. Sen tilavuus muutetaan tonneiksi kertomalla se lajikkeiden ominaistilavuuspainojen mukaisesti.



Kuva 13. Drone ilmassa. Venäläinen 16.8.2022

7 POHDINTA

Alueen suunnittelua ja tuotantoa määrittelevät pääasiassa kiviainesalueelle myönnetty ympäristö- ja maa-ainesluvut. Niiden mukaan määräytyvät tuotannon laajuus ja toiminta-ajat alueella. Toiminta- ja ottoalueiden rajojen sisäpuolella pysymistä tulee valvoa aina työtä alueella tehtäessä, erityisesti louhinnan aikana. Ympäristövaikutusten minimointiin pyritään useassa tuotannonvaiheessa ja alue-suunnittelussa hallitsemalla muun muassa melun etenemistä, kiven pölyämistä sekä tärinää. Tämä vaatii työsuunnittelua ja -johtamista. Viranomainen voi valvoa lupamääräysten toteutumista erilaisin keinoin. Esimerkiksi melua ja pölyämistä voidaan tutkituttaa ulkopuolisella, riippumattomalla konsultilla. Lupamääräysten raja-arvojen ylittäminen aiheuttaa lisäsuunnittelua ja kustannuksia tuotantoon. Oikeanlainen suunnittelu, työtavat sekä ajanmukainen kalusto mahdollistaa raja-arvoissa pysymisen.

Asianmukaisesti dokumentoidut alue- ja tuotantosuunnitelmat tehostavat tuotantoa ja alueen toimintoja. Kun suunnitelmat ovat kaikille tuotantoon osallistuville tahoille saatavilla, ovat myös alueen tavoitteet heillä tiedossa. Tällä voidaan välttää ylimääräistä työtä useassa vaiheessa. Kun alue kuvataan kolmiulotteiseksi malliksi fotogrammetrisesti, alueesta saadaan ajantasainen tilannekuva uusien tuotantosuunnitelmien pohjaksi. Pintamaiden kaivu ja siirto louhinnan edestä on tuotannon työvaiheista yllätyksellisin pintamaiden määrän vaihdellessa. Pintamaat tulisi mahdollisuuksien mukaan läjittää kerralla loppusijoituspaikkaansa ylimääräisten kustannusten välttämiseksi, jotka muodostuvat maiden ylimääräisestä siirtelystä. Lisäksi kaluston määrä ja laatu vaikuttavat merkittävästi työsuorituksen tehokkuuteen, jota voidaan arvioida esimerkiksi opinnäytetyön aikana tilaajalle tehdyn laskurin avulla.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Ruduksen Palokan kiviainesalueen suunnittelua ja tuotantoa toiminta-alueen lupamääräysten perusteella. Tässä onnistuttiin ja opinnäytetyön avulla voidaan kiviainesalueen toimintaa esitellä esimerkiksi uusille työntekijöille tai yrityksen työntekijöille, jotka eivät ole olleet kiviainestuotannossa mukana. Opinnäytetyön tilaajan toivomia alue- ja tuotannosuunnittelun työkaluja saatiin tehtyä opinnäytetyöprosessin myötä, ja ne annettiin tilaajalle sisäiseen käyttöön.

Opinnäytetyössä ei paneuduttu tarkemmin yksittäisiin työvaiheisiin kiviainesalueella. Se rajattiin melko yleisluontoiseen alue- ja tuotannosuunnittelun sekä tuotannon eri vaiheiden esittelyyn. Pintamaiden poistoon liittyviä työvaiheita ja keinoja voisi tutkia laajemmin, koska pintamaiden vaikutus tuotannon kokonaiskustannuksiin on merkittävä. Lisäksi jatkotutkimusta vaatisi dronen ja kolmiulotteisen mittaamisen hyödyntäminen kiviainesliiketoiminnassa.

LÄHTEET

Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014a. Ympäristölupa. https://www.jyvaskyla.fi/sites/default/files/atoms/files/ymparistolupa_louhintajamurskaus_rudus_palokka_2014.pdf. Viitattu 5.12.2022

Jyväskylän kaupunki, rakennus- ja ympäristölautakunta 2014b. Maa-aineslupa. Saatavilla Jyväskylän kaupungin kirjaamosta

Promethor Oy 2022a. Hiukkaspitoisuuden tarkkailuraportti, Rudus Oy, Palokka Jyväskylä. Dokumentti yrityksen hallussa

Promethor Oy 2022b. Ympäristömelun tarkkailuraportti, Rudus Oy, Palokka Jyväskylä. Dokumentti yrityksen hallussa

Rudus Oy 2022a. Myyjän työkalut. Rudus- esitysaineisto 2022_oppilaitosyhteistyö. Dokumentti yrityksen hallussa

Rudus Oy 2022b. <https://www.rudus.fi/rudus-yrityksena/naapurisivut/naapurisivut-palokka>. Viitattu 5.12.2022

Rudus Oy 2022c. Sisäinen ohje toimipisteelle 2016. Dokumentti yrityksen hallussa

Rudus Oy 2016. Varastointiohje 2016. Dokumentti yrityksen hallussa

Rudus Oy 2015. MTT-ohje 2015. Dokumentti yrityksen hallussa

Vaasan hallinto-oikeus 2017. https://www.jyvaskyla.fi/sites/default/files/atoms/files/ymparistolupa_louhintajamurskaus_rudus_palokka_vhao_2017.pdf. Viitattu 2.12.2022