



Kalliomurskeen valmistuksen kustannukset

Timo Moisander

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2021

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

MOISANDER, TIMO:
Kalliomurskeen valmistuksen kustannukset

Opinnäytetyö 19 sivua ja Excel -tiedostoja 88 kpl
Toukokuu 2021

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli KuljetusPolar Oy. Opinnäytetyössä käsitellään kalliomurskeen valmistuksesta aiheutuvia kustannuksia aina kiviainesalu-
een perustamisesta siihen pisteeseen, kun kalliomurske on halutussa raekoossa
ja toimitettuna asiakkaalle.

Opinnäytetyö on erittäin tutkimuspainotteinen, mutta työssä keskitytään kallio-
murskeen valmistamisesta aiheutuviin kustannuksiin työvaihe kerrallaan. Työssä
on keskitytty erityisesti kustannuksiin, jotka ovat normaalia harvinaisempia ja joi-
hin ei välttämättä olla osattu varautua. Opinnäytetyön teoriaosuutta varten on
haastateltu henkilöitä, joilla on kymmenien vuosien kokemus kalliomurskeiden
valmistuksesta ja valmistukseen liittyvistä yllättävistä kustannuksista.

Opinnäytetyön tutkimusosiosta on tehty salassapitosopimus, jossa on sovittu,
että tutkimuksen tavoitteita, sisältöä eikä käytettyjä menetelmiä tulla julkaise-
maan, joten liitemateriaali on salainen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

MOISANDER, TIMO:
The Cost of Producing Crushed Rock

Bachelor's thesis 19 pages and Excel files 88 copies
May 2021

This thesis was commissioned by KuljetusPolar Ltd and deals with the production of crushed rock from a starting point of large rocks in a mound to a finished product being delivered to a customer in their desired grain size.

This thesis research is based on the costs of producing crushed rock from start to finish where some costs are anomalous and may not have been prepared for. The theoretical section of this thesis, which is not bound by a non-disclosure agreement, is based on interviews from individuals with ten or more years' experience within the crushed rock manufacturing field.

The research section of this thesis is bound by a non-disclosure agreement meaning none of the processes, costs, or data within can be disclosed.

Key words: crushed stone, production of crushed stone production, cost

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KIVIAINEKSEN JALOSTUSPROSESSI	6
	2.1 Kiviainesalueen perustaminen	6
	2.2 Pintamaat.....	6
	2.3 Louhinta	7
	2.4 Seulonta.....	8
	2.5 Kuljetus	9
	2.6 Ylläpito	10
3	KUSTANNUKSET.....	11
	3.1 Kiviainesalueen perustaminen	11
	3.1.1 Kiviainesalueen perustamisesta aiheutuvat yllättävät kustannukset.....	12
	3.2 Pintamaat.....	12
	3.2.1 Pintamaista aiheutuvat yllättävät kustannukset	13
	3.3 Louhinta	13
	3.3.1 Louhinnasta aiheutuvat yllättävät kustannukset	14
	3.4 Seulonta.....	14
	3.5 Kuljetus	16
	3.6 Ylläpito	16
4	POHDINTA	17
	LÄHTEET	18
	LIITTEET	19
	Liitteet 1-88. Excel -tiedostot ovat salassa pidettäviä.....	19

1 JOHDANTO

Suurin osa murskeista tehdään kalliosta louhimalla. Vuosittain kalliomursketta käytetään tienpidossa ja rakennusteollisuudessa yli miljoona tonnia. Kalliomurskeen käyttö on tärkeä, sillä se työllistää Suomessa tuhansia ammattilaisia.

Opinnäytetyö on tehty KuljetusPolarille ja siitä on tehty salassapitosopimus. Tässä työssä käsitellään kustannuksia, joita tulee prosessin aikana, kun kalliomursketta valmistetaan. Tarkoituksena oli löytää mahdollisimman paljon kuluja, joihin ei välttämättä osata varautua.

Työn teoriaosuus on toteutettu haastattelemalla henkilöitä, jotka ovat olleet kiviainesalalla kymmeniä vuosia sekä käymällä läpi kirjallisuusaineistoja.

2 KIVIAINEKSEN JALOSTUSPROSESSI

2.1 Kiviainesalueen perustaminen

Kallioperä on uusiutumaton luonnonvara, jota säätelee maa-aineslaki (MAL 555/1981). Kiviainesalueita ostaessa tai vuokrattaessa on tarkistettava, että kaikki luvat ovat kunnossa ja kaikki tarvittavat tutkimukset on tehty.

Lupaehtoihin on yleensä kirjoitettu kaikki oleellinen, mikä pitää ottaa huomioon kiviainesaluetta perustettaessa. Esimerkiksi lupaehtoihin on voitu kirjata, että tarvitseeko kiviainesalue aidata tai mitä toimia tehdään pölyn torjumiseksi.

Suojaetäisyydet kiviainesalueessa on myös huomioitava, jotka ovat esimerkiksi 300-600 metriä asuttuun rakennukseen ja vähintään 50 metriä maantien keskilinjaan. Pääsääntöisesti rantavyöhykkeellä maa-aineksen ottaminen on kielletty (MAL 3 §:n 3 mom). https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/ha-dle/10024/162506/YM_2020_24.pdf?sequence=4

2.2 Pintamaat

Pintamaat ovat kallion päällä olevaa maa-ainesta. Ennen louhintaa puusto ja pintamaat on huolellisesti poistettava kallion päältä. Ylimääräinen humus ei haittaa karkeissa murskeissa, mutta esimerkiksi betonimursketta tehtäessä ei humusta saa olla, sillä se saattaa heikentää betonitehtaalla tuotantoerän laatua.

Poistettava puusto pyritään hyötykäyttämään, mutta pintamaat yleensä varastoidaan lähialueelle, sillä ympäristöluvan mukaisesti kiviainesalue on maisemoitava, kun alueella louhiminen lopetetaan. Tällöin kustannuksissa säästetään, kun alussa ei tarvitse pintamaita kuljettaa kauas ja maisemoidessa maa-aines on valmiiksi lähellä.

2.3 Louhinta

Kun kallio on näkyvässä ja se on huolellisesti puhdistettu, on vuorossa reikien poraaminen ja niiden panostus (Kuva 1.). Poraus on suoritettava huolellisesti, jotta reiät ovat suorassa ja suunnitelmien mukaiset. Vaarana porauksessa on se, että poraus menee vinoon, jolloin räjäyttäessä pahimmassa tapauksessa irtokiviä voi lennellä jopa kilometrien päähän. Porauksesta sekä räjäytyksestä on tarkat turvallisuussuunnitelmat -ja ohjeet.

Kiviainesalueet, jotka ovat kaukana asutuksesta ja joissa tehdään tavallisimpia kalliomurskeita, voidaan ampua suurilla panostuksilla. Panostus voi olla 700-1000 g/m³ tai mahdollisesti vieläkin suurempi. Suuria panostuksia käytettäessä myös rammerointikustannukset (hydraulivasaralla työskentely) pienenevät. Pieni reikäväli myös vähentää rammeroinnin tarvetta, mutta tällöin myös kiven laatu heikkenee. Ratasepeliä tehtäessä on panostajille painotettava, ettei tule liian suurta panostusta, koska laatuvaatimukset ovat niissä vaativampia. On huolehdittava, ettei reikäväli ole liian pieni eikä panostus liian suuri, koska muutoin laatu huononee. On tärkeää, että laatu on hyvä, vaikka rammerointikustannukset kasvaisivatkin. https://www.koneviesti.fi/pdf-archive/kv/KV_20151119_27.pdf

Räjähdyksen pitäisi edetä nauhamaisesti, mutta tavallinen nalli räjähtää hieman satunnaisesti, jolloin kiviaineksesta tulee hienompaa. Nykyään löytyy myös digitaalisia nalleja, jotka saa räjähtämään juuri silloin kuin tarvitsee ja juuri siinä järjestyksessä kuin haluaa, mutta kustannuksellisesti niitä kannattaa käyttää vain vaativimmissa louhinnoissa sekä vaativimmissa tuotteissa.



Kuva 1. Kallion poraus panostusta varten (Kalliosta murskeeksi)

2.4 Seulonta

Rammeroinnin (Kuva 2.) jälkeen kalliouluhe nostetaan pyöräkuormaajalla murskaimeen. Murskaimia on erilaisia, eniten käytettyjä ovat tela- ja pyöräalustaiset murskaimet. Murskaamisen jälkeen tulevat seulatasot. Seulat valitaan sen mukaan, mitä kalliomursketta halutaan tehdä. Jos valitaan seulat ylhäältä katsottuna 32 mm, 16 mm ja 8 mm, niin lopputuloksena on KaM 0-8, KaM 8-16 ja KaM 16-32. Kivet, jotka jäävät 32 mm seulan yläpuolelle laitetaan uudestaan murskaimeen. Näin saadaan tehtyä useaa lajiketta kerrallaan, eikä koko ajan tarvitse siirtää liian isoja lohkareita takaisin murskaimeen. <https://www.metso.com/fi/tuotteet/murskaimet/>



Kuva 2. Kivilouheen rammerointi (Kalliosta murskeeksi)

2.5 Kuljetus

Kalliomurskeen kuljetus työmaalle/asiakkaalle tapahtuu yleisimmin kasettiautolla tai nupilla (perävaunun vetoautolla) riippuen kuljetusetäisyydestä ja autojen saatavuudesta. Kalliomurske lastataan autoihin pyöräkuormaajalla (Kuva 3.). Kasettiautoon mahtuu parhaimmillaan 40 tonnia kiviainesta ja nuppiin 20 tonnia. Kuljetuskaluston valinta tehdään saatavuuden ja kuljetusmatkan perusteella. Kasettiautolla toimitetaan kiviainekset kaikista kaukaisempiin kohteisiin.



Kuva 3. Kalliomurskeen lastaus (Kalliosta murskeeksi)

2.6 Ylläpito

Kiviainesalueen ylläpito on tärkeää alueen toimivuuden kannalta. Kiviainesaluelle vievät tiet on huollettava aika-ajoin ja kunnostettava aina tarpeen tullen. Myös kiviainesalueella olevat väylät on syytä pitää hyvässä kunnossa.

Kiviainekasojen kohdalla pyritään siihen, että niitä siirrellään mahdollisimman vähän. Uutta kiviainesmateriaalia tehdessä kasoja voidaan joutua siirtämään esimerkiksi louhinnan tieltä toisaalle.

Pohjaveden korkeuden seuranta on myös tärkeä osa kiviainesalueen toimintaa, jotta suojaetäisyydet pysyvät kunnossa. Pohjavedenpintaa seurataan suojarenkain sisälle asennetusta pohjavesiputkesta. (Kuva 4.)



Kuva 4. Pohjaveden korkeuden seuranta (Maa-ainesten ottaminen)

Talvisin ylläpitoon kuuluu myös alueiden auraus ja hiekoitus. On tärkeää, että kiviaines on aina saatavilla, sillä koskaan ei voi tietää, että mitä kalliomursketta milloinkin tarvitaan.

3 KUSTANNUKSET

3.1 Kiviainesalueen perustaminen

Kiviainesalueen perustamisen ensimmäinen vaihe on alueen ostaminen tai vuokraaminen. Jos alue on aikaisemmin ollut kiviaineksen ottoalueena ja kiviainesalueella on kaikki kunnossa, ei kustannuksia muodostu muusta kuin itse ostosta.

Jos alue ei aikaisemmin ole ollut kiviaineksen ottopaikkana muodostuu kustannuksia alueen tutkimisesta, kuten pohjaveden korkeuden selvittämisestä sekä kallionpinnan syvyyden määrittämisestä.

Lupaehdoista ilmenee, että onko kiviainesalue aidattava. Puurunkoinen aita on huomattavasti edullisempi vaihtoehto, kuin alumiinirunkoinen. Kiviainesalueen aitauksen kulut ovat kiviainesalueen koosta ja aidan materiaalista riippuen muutamia tuhansia euroja.

Kaikki yritykset eivät selvitä ennen louhinnan aloittamista, kuinka kiviaineksen lujuus vaihtelee louhittavalla alueella. Tämä kuitenkin olisi todella hyödyllinen selvittää, sillä näytteiden perusteella on helppo tehdä suunnitelmakartta. Esimerkiksi suunnitelmakarttaan sijoittaessa kiven lujuudet alueittain, on helpompi suunnitella, että mistä alueelta tehdään mitäkin kiviainesta ja missä järjestyksessä.

Jatkossa, esimerkiksi vuosittaista louhimissuunnitelmaa tehtäessä on apua, jos kiviainesalueen kuvauttaa ylhäältä päin esimerkiksi dronella. Näin saadaan tietoa siitä, missä kallion reuna sijaitsee ja sen pohjalta saadaan tehtyä uusi suunnitelmakartta ja miettiä missä järjestyksessä alue tullaan louhimaan.

3.1.1 Kiviainesalueen perustamisesta aiheutuvat yllättävät kustannukset

Varsinaisesti yllättäviä kuluja ei pitäisi alueiden ostamisesta ja perustamisesta muodostua, mutta tärkein asia alueita ostaessa on tarkastaa, että alueelle lupien jatkosaanti on mahdollista. Jatkoluvalle tärkein peruste on pohjaveden korkeus, joten on erittäin tärkeä selvittää se huolellisesti ja useasta pisteestä.

Jo ennestään louhintakäytössä olleita alueita ostaessa pitää olla todella varma, että pohjaveden korkeudet on tarkistettu lähiaikoina, eikä esimerkiksi kymmenen-kaksikymmentä vuotta sitten. Uusi alueen haltija ei voi olla varma, että aiempi luvan haltija on asentanut vaadittavat pohjaveden tutkimisputket asian mukaisesti. Näin ollen, mikäli tätä ei ole tarkastettu ja pohjaveden taso on esimerkiksi 2,5m kiviainesalueen pohjasta, niin jatkolupaa ei tulla kiviainesalueella saamaan ja louhinta loppuu samalla.

Oli sitten kyseessä juuri ostettu tai kauan hallussa ollut kiviainesalue, niin pohjaveden korkeutta kannattaa myös tutkia hieman kauempaa, kuin vain ja ainoastaan kiviainesalueelta. Historiassa on ollut tapauksia, joissa pohjavedeksi tuomittu vesi onkin ollut orsivettä (pohjaveden päällä, läpäisemättömän kerroksen päällä olevaa vettä), jolloin jatkolupia ei oltaisi myönnetty ilman lisätutkimuksia, joilla todistetaan vesi orsivedeksi. Tuolloin maatutkaa käyttämällä, sekä kiviainesalueen ympäristöön asennettujen pohjavedenkorkeuden seurantaputkien avulla saatiin todistettua, että kyseessä oli orsivesi. Näin ollen jatkolupa myönnettiin ja kiviainesta riitti louhittavaksi useiksi vuosiksi eteenpäin. (Haastattelu. KuljetusPolar Oy. 19.5.2021)

3.2 Pintamaat

Jotta päästään louhimaan, on ensin poistettava pintamaat kallion päältä. Tästä muodostuu kaivuukustannuksia sekä kuljetuskustannuksia. Yleensä suurin osa pintamaasta säilötään luvalliseen paikkaan kiviainesalueen läheisyyteen odottaen maisemointia, joka toteutetaan, kun kiviaineksen ottolupa alueella umpeutuu tai toiminta muuten lakkautetaan.

3.2.1 Pintamaista aiheutuvat yllättävät kustannukset

Ensimmäisenä alueita hankittaessa ei tule mieleen mieltä kustannuksia, jotka tulevat pintamaista. Voisi ajatella, että pintamaat voi läjittää johonkin lähelle ja käyttää myöhemmin alueen maisemointiin sitten, kun se tulee ajankohtaiseksi. Todellisuudessa kustannuksiin se voi vaikuttaa todella suuresti. On aivan eri asia, että onko kallion päällä yksi vai kymmenen metriä maata. Jos kallion sijaintia ei oteta riittävän hyvin selville, voi yllättäviä kustannuksia aiheutua, kun ylimääräiset pintamaat joudutaan kuljettamaan kauemmas sallitulle läjitysalueelle. Pahimmillaan huomioonottamattomista pintamaista voi muodostua jopa satojentuhansien eurojen lisäkustannus. (Haastattelu. KuljetusPolar Oy. 21.4.2021)

3.3 Louhinta

Kallion räjäytyksessä käytetään lähtökohtaisesti ulkopuolisia yrityksiä, jotka ovat erikoistuneet räjäytyksiin.

Rammerointi voi joko kuulua louhinta urakkaan, jolloin sille ei erillistä hintaa välttämättä ole määritelty tai se suoritetaan tuntihinnalla. Tuntihinta on kaupungista ja yrityksestä riippuen 80 euron (alv. 0%) molemmin puolin.


3.3.1 Louhinnasta aiheutuvat yllättävät kustannukset

Kiviaineksen lujuuden tulisi olla ottoalueella aina vähintään LA35 (Los Angeles - luku, joka kertoo kiven iskunkestävyyden ja mitä pienempi luku on, niin sitä kestävämpi kivi on). Vaativimmissa tuotteissa, kuten ratasepelissä, on oltava kiviainekselle tehty nimenomaan ratasepelille tarkoitettu LA-testi. Ratasepelissä LA-vaatimus voi olla jopa 15 eikä se ole sama asia, kuin tavallisella LA-testillä todettu LA15. Sillä jos vaatimukset eivät täyty ja tavara täytyy hylätä, on pahimmassa tapauksessa jo toimitettu tuote kaavittava pois maasta, kuormattava se ja kuljettava pois, sekä toimitettava vielä uusi vaatimukset täyttävä tavara perille. Tällaisissa tapauksissa voidaan puhua jo miljoonien eurojen tappiosta. https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/sfs-en_13450_raidesepelikiviainekset.pdf

3.4 Seulonta

Seulonnan kulut syntyvät laitteiden hankinnasta tai vuokrauksesta. Myös korjaus- ja huoltokuluja laitteistoon tulee, mutta lähtökohtaisesti kalusto on laadukas ja pitkäikäinen.

Kiviaineksen CE-merkintä osoitetaan kuvan (Kuva 5.) mukaisesti. Jotta kiviainekselle saadaan CE-merkintä on tuote-erät testautettava viranomaisten hyväksymässä laboratoriossa. Myös tuote-eristä otetaan välillä laboratoriossa pesuseulonnat, jotta saadaan varmuus siitä, että seulonta toimii juuri niin kuin pitääkin ja raekoko on oikea. Näistä tutkimuksista muodostuu kiviainekselle lisähintaa, joka on 0,1-0,2 €/tn (alv. 0%). <https://www.haavistonsora.fi/murskeiden-ce-merkinta>

	
01234	
Oy Yritys Ab, Osoite	
04	
0123-CPD-0456	
EN 13450	
Raidesepelikiviainekset	
Raemuoto	SI₂₀
Raekoko	31,5/63, F
Kiintotiheys	2,70...2,75 Mg/m³
Iskunkestävyys/	LA_{RB}12
Kulutuskestävyys	M_{DE}RB 11
Puhtaus	B
Vaarallisten aineiden vapautuminen	Ei analysoitu
Jäädytys-sulatuskestävyys	W_{cm} < 0,5 %
Rapautumiskestävyys	NPD

Kuva 5. Esimerkki ratasepelin CE-merkinnästä (Raidesepeli kiviainekseksi)

3.5 Kuljetus

Kalliomurskeiden kuljetuksen hinnoittelu on täysin yrityskohtaista. Moni yritys ei halua eritellä hintoja, koska tästä voisivat kilpailijat hyötyä. Kuljetus ei missään määrin ole halpaa, koska kuljetettava kiviaines on erittäin painavaa. Tästä syystä voi olla edullisempaa ostaa kalliomurske kilpailevalta yritykseltä, jos heidän kiviainesalueensa on lähempänä kuin oman yrityksen kiviainesalue.

3.6 Ylläpito

Alueita ostettaessa ei juurikaan kustannuksellisesti mietitä alueelle johtavia teitä, koska niiden ylläpito- ja kunnostuskulut ovat pieniä verrattuna kaikkiin muihin kuluihin. Normaalisti ylläpito- ja kunnostuskulut kulut kuuluvat kiviainesalueen haltijalle ainakin suurimmaksi osaksi, joskus kokonaan. Sopimuksissa yleensä tien käyttö -ja kunnossapitokustannukset on mainittu ja sovittu.

Kaikkia pieniä kustannuksia tulee kiviainesalueilla aina. Esimerkiksi kasojen siirto on joskus tarpeellista, mutta siihen kalusto yleensä löytyy valmiiksi kiviainesalueelta. Myös väylät kiviainesalueella on pidettävä ajokunnossa ja talvella ne on aurattava.

4 POHDINTA

Teoriaosuudessa oli tarkoitus keskittyä asioihin, mistä asioista sekä työvaiheista kustannukset muodostuvat sille, että saadaan valmis ja halutussa reakoossa oleva kalliomurske asiakkaalle. Keskittyminen harvinaisimpiin ja yllättävimpiin kustannuksiin oli mielenkiintoinen ja haastava aihe, koska erityisemmin asiasta ei ole kirjallisuutta, eikä moni yritys halua paljastaa omia näkökulmiaan ja yrityksen asioita.

Menetelmänä artikkeleiden lukeminen antoi näkemyksen asiasta, mutta kuitenkin painoarvo jäi haastatteluille. Haastatteluissa omakohtaiset kokemukset ja huomiot olivat arvokkaita tietoja ja niitä oli mielenkiintoista kuunnella. Valitettavasti osa haastattelujen osiosta jouduttiin poistamaan haastateltavan pyynnöstä ja tästä syystä muutama osio jäi hieman lyhyeksi.

LÄHTEET

Koneviesti. nro 16. Julkaistu 19.11.2019. Kalliosta murskeeksi. Tulostettu 15.2.2021. https://www.koneviesti.fi/pdf-archive/kv/KV_20151119_27.pdf

Väylä. Raidesepeli kiviainekseksi. Luettu 17.2.2021
https://julkaisut.vayla.fi/pdf4/sfs-en_13450_raidesepelikiviainekset.pdf

Haaviston Sora. Murskeiden CE-merkintä. Luettu. 17.2.2021
<https://www.haavistonsora.fi/murskeiden-ce-merkinta>

Ympäristöministeriö. Maa-ainesten ottaminen. Luettu 8.3.2021
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162506/YM_2020_24.pdf?sequence=4

Metso, kiviainestuotanto. Luettu 31.5.2021
<https://www.metso.com/fi/tuotteet/murskaimet/>

KuljetusPolar Oy. 2021. Haastattelu 21.4.2021. Haastattelija Moisander, T. Oulu

KuljetusPolar Oy. 2021. Haastattelu 19.5.2021. Haastattelija Moisander, T. Oulu

LIITTEET

Liitteet 1-88. Excel -tiedostot ovat salassa pidettäviä