



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JAN HAGMARK
KIVIAINESTUOTANNON TUOTEVALIKOIMAN OPTIMOINTI

Diplomityö

Tarkastajat: professori Pauli Kolisoja
ja projektipäällikkö Pirjo Kuula
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
30. tammikuuta 2017

TIIVISTELMÄ

JAN HAGMARK: Kiviainestuotannon tuotevalikoiman optimointi

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 44 sivua, 14 liitesivua

Tammikuu 2016

Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Yhdyskuntarakentaminen

Tarkastaja: Professori Pauli Kolisoja ja projektipäällikkö Pirjo Kuula

Avainsanat: kiviaines, lajikevalikoima, kate, teknistaloudellisuus, optimi

Kiviainesliiketoiminnalla tarkoitetaan raaka-aineen jalostamista ja myyntiä markkina-alueella. Markkinakysynnän vaihdellessa on tarpeellista suunnitella tuotantokokonaisuus menekin mukaisesti. Jalostaminen voidaan toteuttaa erilaisin tuotantoyhdistelmin, jolloin syntyvä lajikevalikoima ja kate vaihtelevat. Tutkimuksen tarkoitus on laskentamallin avulla optimoida kiviainestoimipisteen lajikevalikoima teknistaloudellisimmaksi.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin teemahaastattelua, johon valikoitui toimeksiantajan sidosryhmään kuuluvia henkilöitä. Teemahaastattelun avulla kartoitettiin kiviainestuotannon toiminnot sekä erilaisia reunaehtoja. Haastattelujen avulla muodostettiin laskentamallin runko. Laskentamallilla voidaan vertailla erilaisia tuotantoratkaisuja taloudellisin perustein sekä havaita eri lajikkeiden välisiä riippuvuuksia ja taloudellisia sidoksia.

Tutkimuksen tuloksena tuotanto voidaan sovittaa myyntivolyymiin hallitusti, siten että varasto pysyy hallinnassa ja hinnoitteluperuste on kohdistettu aiheuttamisperiaatteen mukaisesti. Laskentamallissa voidaan vertailla myös erilaisten hinnoitteluratkaisujen vaikutusta tuotannon teknistaloudellisuuteen. Erilaiset lajikekokonaisuudet edellyttävät asiakaskunnan ja käyttökohteiden laajempaa kirjoa. Lisäksi varastojen supistamisella parannetaan sijoitetun pääoman tuottoa eli parannetaan liiketoiminnan kannattavuutta. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää tuotannosuunnittelun, hinnoittelun sekä ohjauksen apuvälineenä.

ABSTRACT

JAN HAGMARK: Optimizing the product range of aggregate production

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 44 pages, 14 Appendix pages

December 2016

Master's Degree Programme in Civil Engineering

Major: Civil Engineering

Examiner: Professor Pauli Kolisoja and project manager Pirjo Kuula

Keywords: aggregates, product selection, gross margin, technical and economic efficiency, optimum

Aggregates business means the processing of raw material near by the market. Market demand varies so that it is necessary to plan in accordance with the overall production to consumption. Processing can be carried out with different production mix, in which case the resulting range of products and gross margin vary. The purpose of the study is to optimize with the calculation model the technical and economic efficiency of produced aggregates. Previous studies have not dealt with the technical and cost effectiveness.

As the research method was used the theme interview, where the interviewee was selected from interest group of the client. With the theme interview were mapped aggregate process steps as well as different boundary conditions. Interviews formed the frame for the structure of calculation model. The developed calculation model is an application of process costings to meet the needs of the client's real needs. The calculation model can be used to compare different production solutions for economic reasons and to detect dependencies between different varieties and economic bonds.

As a result of the study the production can be adapted to the sales volume in a controlled manner, so that the stocks remains under control and the pricing basis is allocated in accordance with the polluter-pays principle. With the calculation model can be compared the impact of various pricing solutions, to project technical and economic efficiency. Different kind of product selections need a different scale of customer's needs. In addition, inventory reduction to improve the return on invested capital, so that the profitability of the business improves. The research results can be utilized for production planning, pricing and productions guidance tool.

ALKUSANAT

Haluaisin antaa suuret kiitokset työn mahdollistajalle sekä ohjanneelle NCC Industry Oy:n kiviaineksen maajohtaja Pertti Peltomaalle. Ohjauskeskusteluiden kautta syveni ymmärrykseni liiketoiminnan vaikutuksesta kaikkeen tekemiseen. Erityismaininta kuuluu Tampereen teknillisen yliopiston projektipäällikkö Pirjo Kuulalle sekä professori Pauli Kolisojalle, jotka ovat sinnikkäästi jaksanut syventyä työn kommentointiin ja tarkastamiseen. Lisäksi haluan kiittää kaikkia haastattelemani henkilöitä heidän jakamastaan tietotaidosta sekä antamastaan ajasta.

Kiitos kuuluu myös läheisilleni sekä ystävilleni diplomityön aikaisesta kannustamisesta.

Helsingissä, 17.2.2017

Jan Hagmark

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	TUTKIMUKSEN TAUSTA	2
	2.1 Suomen kiviainesmarkkina	2
	2.2 Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoitteet	4
	2.3 Tutkimusmenetelmän kuvaus.....	5
3.	KIVIAINEKSEN ASIAKASARVOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	8
	3.1 Raaka-aineen laatu	8
	3.2 Käyttökohteet ja tuotteet	10
	3.3 Tuotantoprosessin vaikutus	12
	3.4 Toiminnan kustannustehokkuus.....	17
	3.5 Markkinat	21
4.	LASKENTAMALLI.....	25
	4.1 Tavoite, lähtökohdat ja –tiedot.....	25
	4.2 Laskentamallin rakenne.....	27
5.	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	31
	5.1 Esimerkkilaskelmat	31
	5.2 Tulosten analysointi	33
	5.3 Tulosten validointi ja tarkastelu	35
6.	JOHTOPÄÄTÖKSET	40
	LÄHTEET.....	42

LIITE 1: Teemahaastattelun runko

LIITE 2: Teemahaastattelun litterointi

LIITE 3: Tuotantoyhdistelmän lajikekohtainen katelaskenta vaihtoehdot

LIITE 4: Tuotevalikoimien eroavat katesummat

LIITE 5: Tuotevalikoimien eroavat katesummat eri markkina-alueilla

LIITE 6: 0-pohjaisten lajikkeiden katesummat kasvukeskuksessa ja sen ulkopuolella (-15%)

1. JOHDANTO

Jalostettuja kiviaineksia käytetään Suomessa vuosittain 50-70 miljoonaa tonnia. Kiviaineksen murskaustoiminnan suunnittelulla ja mallintamisella eli tuotannonohjauksella pyritään maksimoimaan murskausprosessin kapasiteetti sekä saanto. Tuotannossa syntyy kuitenkin myös sivutuotteena kiviainestuotteita, joille ei löydy välittömästi sopivia käyttökohteita. Tarpeettomat tuotantoalueelle jääneet sivutuotteet sitovat pääomaa, mikä on sekä teknisesti että taloudellisesti epäedullista. Pää- ja sivutuotteiden suhteuttaminen sekä aiheuttamisperiaatteen mukainen kustannusten kohdistamisperiaate mahdollistavat tuotannonohjauksen optimoinnin kehittämisen. (Vainio & Nippala 2013)

Tutkimuksen tavoitteena on kehittää kiviainestuotannon tuotevalikoimaa teknistaloudellisesti kannattavammaksi case-kohteissa. Tutkimuksen tarkoitus on optimoida lajikekokonaisuuksien tuotanto laskentamallin avulla, jolloin varaston kierto nopeus paranee sekä rajoitetaan taloudellisesti kannattamattomien lajikkeiden tuottaminen. Tutkimuksessa selvitetään kiviainestuotannon teknistaloudelliseen optimiin vaikuttavat tekijät. Laskentamallia varten selvitetään sen edellyttämät lähtötiedot laadusta, tuotantolaitoksista, kustannuksista sekä markkinahinnoista. Näiden välisiä riippuvuuksia tarkastellaan olemassa olevan tutkimustiedon sekä vallitsevien käytäntöjen pohjalta.

Kallion laadun vaikutusta kiviainestuotantoon on tutkittu erilaisin menetelmin esimerkiksi asfalttikiviainesten tuotannossa. Aikaisemmista tutkimuksista voidaan selvittää laskentamallin laadullisten lähtöarvojen välisiä riippuvuuksia teoriassa. Haastattelututkimuksen avulla selvitetään asiakkaiden ja murskausurakoitsijoiden näkemyksiä mahdolliseen raaka-aineen laadun ja kiviaineksen lajikevalikoiman korrelaatioon sekä heidän halukkuuttaan tuotannon optimointiin. Tehtävänä on selvittää urakoitsijoiden tyypillisten tuotantolaitosten kokoonpanot sekä niihin vaikuttavat tekijät.

Teknistaloudellisuus saavutetaan vastaamalla mahdollisimman tehokkaasti markkinakysyntään. Kiviainesten lajikekohtaisen kysynnän vaihdellessa on löydettävä lähtöarvojen ja asiakastyytyväisyyden välille tasapainotila. Tutkimustehtävänä on luoda laskentamalli kahdelle tai kolmelle case kohteelle, joissa on keskenään vaihteleva kiviaineksen laatu ja toisistaan eroavat kysyntähinnat. Tutkimuksen johtopäätöksiä arvioitaessa otetaan huomioon erilaisten lajikekokonaisuuksien ja näiden lajikkeiden myynti- sekä kysyntämäärien suhteet.

2. TUTKIMUKSEN TAUSTA

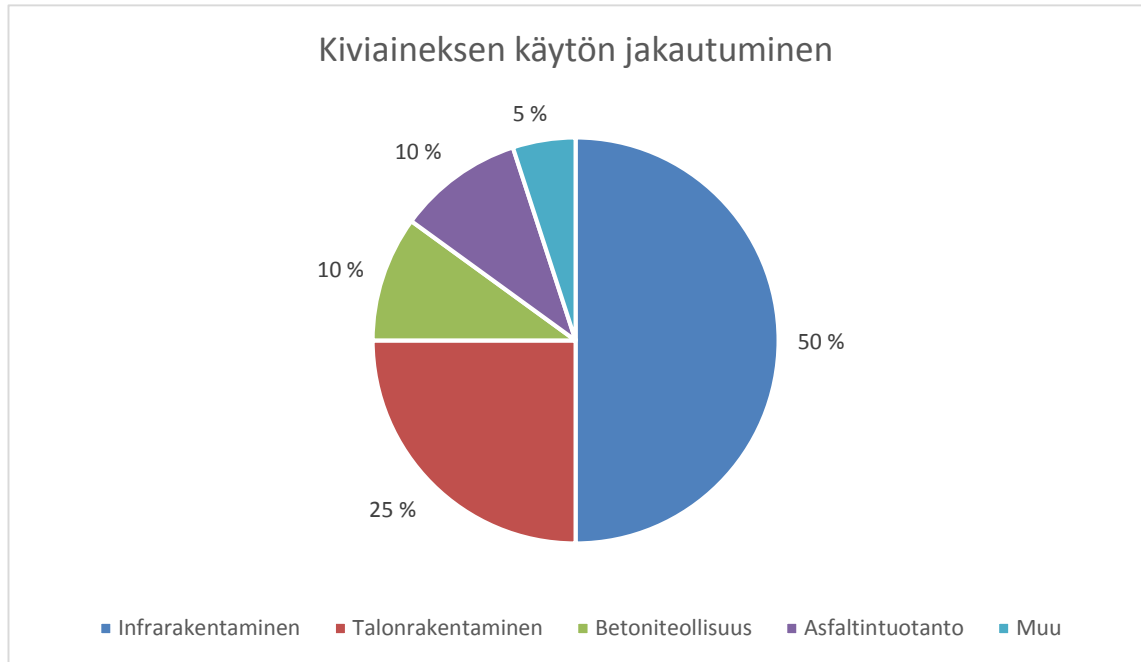
2.1 Suomen kiviainesmarkkina

Suomessa hyödynnetään kiviaineksia vuosittain 50-70 miljoonaa tonnia, josta 30-35 miljoonaa tonnia on kalliokiviainesta. Pääosa kiviaineksesta hyödynnetään rakentamisen yhteydessä. Puun ja rakennusmateriaalien tukkukaupan liikevaihto oli 3,4 miljardia euroa vuonna 2008. (Suomen virallinen tilasto (SVT) 2008) Kiviainesliiketoiminnan vuotuinen arvo on noin 500 miljoonaa euroa. Kiviaineksen merkittävimmät käyttökohteet ovat infra- ja talonrakentaminen. Julkisten infrahankkeiden kiviainestarpeet ovat massamääriltään suuria, jolloin hankkeissa korostetaan kustannustehokkuutta. Lisäksi kiviainesta hyödynnetään runkoaineena betonin ja asfaltin tuotannossa. (Suomen virallinen tilasto (SVT) 2012)

Suomessa rakentaminen keskittyy tiivistyvien kaupunkiseutujen ympärille siten, että yli 60 % rakentamisesta tapahtuu tällä hetkellä pääkaupunkiseudulla. Kiviainesten rajallinen saatavuus kasvukeskusten läheisyydestä johtaa kuljetusmatkojen pidentymiseen. Poikkeuksen tästä luovat kuitenkin esirakentaminen ja työmaat, joissa louhinta- ja murskauskäärät ovatkin kasvaneet suuriksi. (RAKLI ry 2015) Kasvukeskusten ympärillä toimii tyypillisesti 3-5 merkittävää kiviainestoimittajaa. Yritykset ovat liikeidealtaan hieman toisistaan poikkeavia, jolloin painopisteet vaihtelevat hieman. Hintakilpailu perustuu liikeideoista huolimatta ensisijaisesti kiviaineksen sijaintiin, eli asiakasta lähin kiviainestoimittaja on kuljetuskustannuksiltaan edullisin.

Suomessa kiviaineksen tuotannosta yhä suurempi osuus on kalliomurskettä. Pohjaveden suojelemiseksi on siirrytty sora- ja hiekkavarantojen hyödyntämisestä kallion hyödyntämiseen. Kalliomurske ei kuitenkaan vastaa kaikilta ominaisuuksiltaan soraa, mutta soveltuu pääosaan rakentamisen tarpeista. Kalliokiviaineksesta hyödynnetään infrarakentamisessa noin 50 %, talonrakentamisessa noin 25 %, betoniteollisuudessa 10 % ja asfaltin tuotannossa noin 10 %. (Loukola-Ruskeeniemi et al. 2015; Routa-Lindroos & Nenonen

2014)



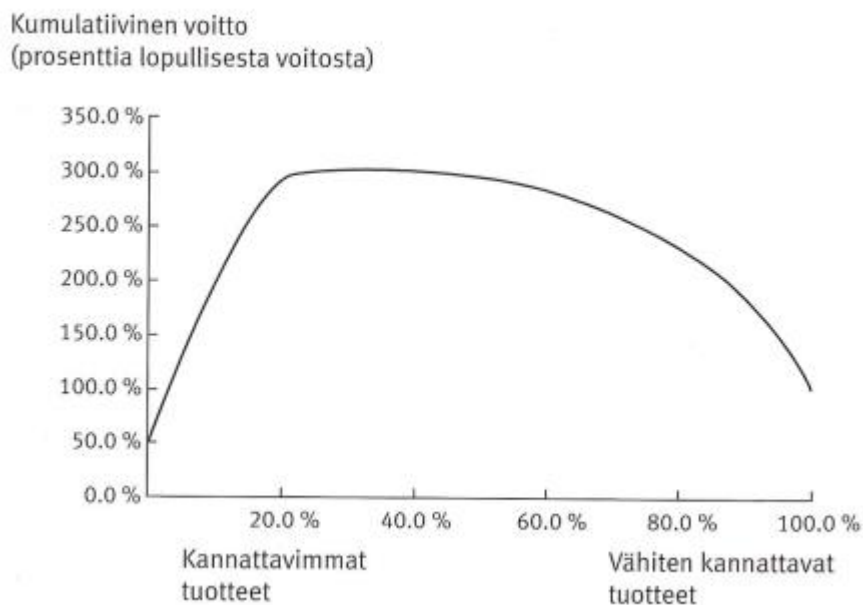
Kuva 1. Kiviaineksen käytön jakautuminen Suomessa. (Loukola-Ruskeeniemi et al. 2015; Routa-Lindroos & Nenonen 2014)

Pääasiallisten käyttökohteiden mukaisesti kiviainestuotanto voidaan jakaa kolmeen tuotesegmenttiin: infra- ja talonrakentaminen, betonikiviainekset ja asfalttikiviainekset. Suomessa kallioperästä noin puolet on graniittisia kivilajeja, jotka soveltuvat käytettäväksi infra- ja talonrakennuskohteissa. (Grönholm & Alviola 2006; Turunen 2017) Jos kiviainesta käytetään vaativissa kohteissa, kuten asfaltin tai betonin runkoaineena, kiviaineksen laadulle asetetaan enemmän vaatimuksia.

2.2 Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tutkimusongelma on kiviainestoimipisteen tuotevalikoiman sekä markkinakysynnän teknistaloudellinen yhdistäminen tuotannonohjauksen optimoinnilla. Tuotannonohjauksen optimointi edellyttää riittäviä tietoja kiviainestoimipisteestä sekä markkinasta. Kiviainestoimipisteillä on yksilölliset ominaisuudet, joiden hallitsemisella, hyödyntämisellä sekä ohjaamisella vaikutetaan kiviainestoimipisteen taloudellisuuteen sekä tuottavuuteen. Lisäksi kilpailukyky edellyttää tehokkaan- ja joustavan tuotannon sekä jatkuvan vaihtoehtojen tarkastelun.

Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa tutkimuksen toimeksiantajalle taloudellista hyötyä markkinaehtoisen tuotannonohjauksen avulla. Tavoite on ohjata tuotantoa joustavasti markkinahinnan mukaisesti, jolloin tuotetaan markkinalle vain kysytyjä ja kannattavia tuotteita. Tuotevalikoima sekä syntyvä kokonaisvoitto ovat riippuvaisia toisistaan. Kuvassa 2 on esitetty ”Whale Curve”, joka kuvaa teoreettista tuotekannattavuuden suhdetta saatavaan kokonaisvoittoon. Kuvaajassa tarkastellaan kokonaistuotannon voiton muodostumista tuotteittain. Kannattavimpien tuotteiden ja vähiten kannattavien tuotteiden vaikutus kumulatiiviseen voittoon eroavat toisistaan. Kuvaaja esittää tuotannon teknisten rajoitteiden vaikutusta taloudellisuuteen, sillä syntyvän sivukiviaines aiheuttaa kumulatiivisen voiton vähenemistä. Kuvaajassa aloitetaan kumulatiivisen voiton, eli katteen laskenta kannattavimmista tuotteista, joiden yksikkökate on keskiarvoa suurempi. Kun on laskettu kaikkien tuotteiden katteet (yhteensä 100%) yhteen saavutetaan koko tuotannon tuottama kate.



Kuva 2. Tuotteiden kumulatiivinen kannattavuuskäyrä. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005)

Tutkimuksen tarkoituksena on pyrkiä määrittelemään tutkimusongelmaan vaikuttavat tekijät sekä ymmärtämään näiden väliset suhteet ja muutokset. Tutkimusongelman ratkaisemisessa on otettava huomioon tavanomaisen kiviainestoimipisteen asettamat rajoitteet, ominaisuudet sekä kysyntä. Tutkimusongelmaan haetaan tässä tutkimuksessa ratkaisua, jolla kiviainestoimipisteen muuttujien optimaalinen tasapainottaminen voidaan toteuttaa. Teoreettinen teknistaloudellinen optimi on havainnollistettu kuvassa 2 kuvaajan huipulla. Tutkimuksen tarkoitus on tuottaa laskentaan perustuvia ratkaisuja ja mahdollistaa erilaisten ratkaisujen vertailun päätöksenteon tueksi. Tällöin ratkaisua haetaan järjestelmällisesti iteroiden, jolloin pyritään hahmottamaan samalla ratkaisun riskejä. Tutkimuskysymykset ovat: ”Mitkä tekijät toimivat kiviainestuotannon reunaehtoina?” ja ”Miten kiviainestuotantoa voidaan mallintaa, siten että tekniset reunaehdot ja taloudellisuus tulevat huomioiduksi riittävällä tarkkuudella?”

Kiviainesten erilaisten käyttökohteiden kokonaisuudet muodostavat tuotesegmenttejä. Kiviaineksen tuotesegmenttien asiakasarvot muodostuvat erityyppisesti, johtuen käyttökohteen loppuarvosta. Luonteeltaan erilaisten tuotesegmenttien rinnakkaisvalmistus taloudellisesti edellyttää tiettyjen reunaehtojen ottamista huomioon. Tutkimuksen tavoitteena on eri asiakasarvojen hahmottaminen sekä yhteensovittaminen kiviainestoimipistekohtaisesti iteroimalla.

Laskentamallia varten on selvitettävä kiviainese alueen optimointiin vaikuttavien tekijöiden kokonaisuus sekä näiden tekijöiden väliset suhteet ja riippuvuudet. Mallinnuksen tavoitteena on optimoida kiviaineksen tuotanto markkinakysyntään. Markkinalle tarpeettomien lajikkeiden tuottamisen ehkäiseminen edesauttaa varastojen minimointia pitkäjänteisesti. Toiminnan pitkäjänteisyydellä tarkoitetaan toiminnan vuosien mittaista jatkuvuutta. Tutkimuksen tarkoitus ei ole tehostaa murskauslaitoksen tai myyntiprosessien toimintoja. Tutkimuksen tarkoitus on luoda työkalu kiviainestoimipisteen hallintaan, tuoden tekniset ja taloudelliset rajoitteet yhteen.

2.3 Tutkimusmenetelmän kuvaus

Luonteeltaan erilaisten tuotesegmenttien rinnakkaisvalmistus taloudellisesti edellyttää tiettyjä laadullisia vaatimuksia raaka-aineelta. Kirjallisuusselvityksen ja haastattelututkimuksen avulla selvitetään ensin raaka-aineen laadun vaikutusta, jonka jälkeen laaditulla mallilla etsitään taloudellisesti paras kokonaisuus. Laskennalla pyritään löytämään kiviaineliiketoiminnan kannalta tuottavin vaihtoehto.

Kirjallisuusselvityksen avulla selvitetään yleispiirteiset tekniset rajoitteet, jotka liittyvät kiviainestoiminnan harjoittamiseen. Kiviainestoimipisteen raaka-aineen laatuominaisuudet määrittävät potentiaaliset käyttökohteet. Kirjallisuusselvityksen avulla selvitetään erilaisten käyttökohteiden keskeiset ominaisuusvaatimukset, markkinavolyymit ja yksikköhintataso. Lisäksi selvitetään raaka-aineen jalostamisen vaikutus kiviainestuotteen laatuun. Kirjallisuusselvityksessä käsitellään myös erilaisten kustannuslaskentaperiaatteiden

soveltuvuutta laskentamallin pohjaksi. Kirjallisuusselvityksellä kerätään tietoa laskentamallia varten. (Lappalainen & Jormakka 2003)

Tutkimuksen pääasiallinen tutkimusmenetelmä on haastattelututkimus. Haastatteluilla pyritään tarkentamaan teknisten rajoitteiden vaikutusta käytäntöön sekä selvittämään eri sidosryhmien vallitsevia käytäntöjä. Haastattelututkimuksen avulla selvitetään ensisijaisesti kiviainestuotannon prosessien suhteita ja riippuvuuksia sekä tuotannonohjauksen periaatteita ja tavoitteita. Aiempien kiviainekseen liittyvien tutkimusten soveltumattomuuden vuoksi valitaan tähän tutkimukseen teemahaastattelu tutkimusmenetelmäksi. Haastateltaviksi valitaan tuotannosuunnittelijoita, urakoitsija ja asiakasta edustava henkilö, jotta eri näkökulmat tulevat huomioiduksi. Haastateltavat valikoidaan toimeksiantajan yhteistyökumppaneista. Haastattelut toteutetaan kasvotusten teemahaastattelun, jolloin haastateltavien määrä pidetään resurssirajoitteen vuoksi pienenä. Haastatteluja toteutettiin 4 henkilölle. Liitteenä 2 on teemahaastatteluista tehty litterointi. (Hirsjärvi & Hurme 2008)

Teemahaastattelu on vapaamuotoinen keskustelu, jolle on asetettu puolistrukturoitu rakenne. Teemahaastattelussa on valittu muutama selkeä aihepiiri tai selvittävä asia, joita kartoitetaan haastattelun avulla. Kun haastattelut eivät enää tuota juurikaan uusia näkökantoja tai arvoa tutkimukselle, ei haastateltavien määrää nähdä tarpeellisena lisätä. Asioiden toistuvuus eri haastattelujen välillä osoittaa asian oikeellisuuden. Haastattelututkimuksen avulla varmistetaan tutkimuksen todenmukaisuuden sekä laskentamallin sovellettavuus. (Hirsjärvi & Hurme 2008)

Haastateltavien valinta perustuu harkinnanvaraisuuteen. Tutkimuksen aihealueen ollessa selkeästi rajautunut suhteellisen pienelle kiviainestuotannon toimialalle voidaan ja joudutaan valitsemaan yksittäisesti haastateltavat. Haastateltavien muodostaman kokonaisuuden on syytä olla monipuolinen, jotta tutkimuksen tarkoitus voidaan saavuttaa kohdullisella luotettavuudella. Haastateltavien taustojen kirjo parantaa erilaisten kiviaineksen tuotesegmenttien vertailun pohjaa. Mikäli haastateltavien joukko olisi yksipuolisesti edustamassa tiettyä sidosryhmää, syntyisi siitä mahdollista harhaa. Eri sidosryhmien hyödyntäminen lisää haastattelun validiutta, sillä sidosryhmien määrän mukaan myös tarkastelunäkökulmat muuttuvat ja tutkimuksen tarkoituksen, eli laskentamallin tuottamisen lähtötietojen tarkkuus paranee. (Hirsjärvi & Hurme 2008)

Kokonaistilanteen kuvaamista varten haastateltavat valitaan kiviaineksen tuottajien sekä asiakkaiden joukosta. Asiakaslähtöisyyden huomioiminen perustuu lopputuotteen laadullisiin näkökohtiin, jolloin asiakasarvo määrittyy. Kiviainesten merkittävimmät käyttökohteet ovat infrarakentaminen sekä betoni- ja asfalttituotanto. Käyttökohteesta riippuen kiviainekselta edellytetään erilaisia ominaisuuksia, jotka vaikuttavat sen hintaan. Tuotantoon keskittyvien haastatteluiden avulla selvitetään tuotantoprosessien reunaehtoja sekä mahdollisia suhteellisia kustannusvaikutuksia.

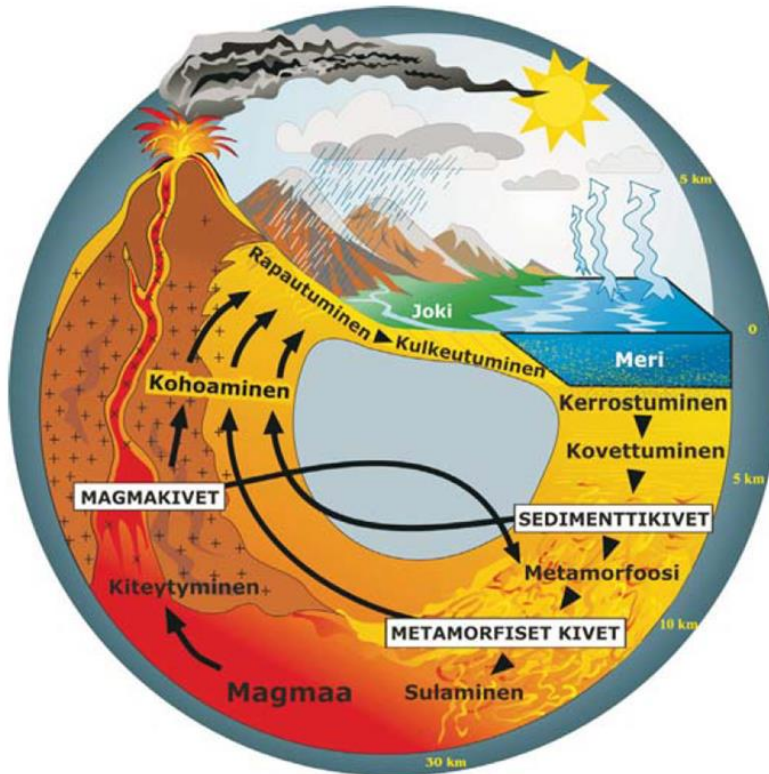
Oletuksena on, että eri tahojen haastatteluissa päädytään keskustelemaan samoista tietystä asioista ja parametreista, jotka vaikuttavat kiviaineksen optimaaliseen lajikevalikoimaan sekä markkinatilanteeseen. Laajasti sidosryhmää valikoiden haastattelu vaikuttaa tutkimuksen validiutta tukevasti, sillä se antaa kokonaisuudesta paremman kuvan. Validiuden kannalta on riski, että kustakin toiminnasta yhden haastateltavan valinta aiheuttaa mahdollista virhettä. Virheen seurauksena teemahaastatteluista voidaan tulkita vääriä johtopäätöksiä. Haastateltavien ammattitaitojen erot ovat riski, jonka seurauksena voi syntyä virheellisiä päätelmiä. Osa haastateltavista on toiminut kiviainesalan erilaisissa työtehtävissä, jolloin vastausten vinoutuma, voidaan olettaa kompensoituvan tai pienenevän.

Laskentamallin luonnissa hyödynnetään kirjallisuusselvityksen sekä haastattelun tuloksia. Tulosten pohjalta laaditaan case-tapauksen laskentamallin pohja, jossa otetaan huomioon kaikki merkitykselliset tekijät. Tekijöiden välisten suhteiden havainnollistaminen osoitetaan laskentamallissa. Tekijöiden sekä riippuvuuksien esittäminen laskentamallissa siten, että laskenta tuottaa luotettavia tuloksia, edellyttää riittävää yksinkertaistusta. Kiviainestoiminnan luonteen ja prosessien rakenne on oltava mallissa helposti havaittavissa. Lopuksi tehdään vielä virhearviointi sekä arvioidaan mahdollisten riskien vaikutusta laskentamallin tuloksiin.

3. KIVIAINEKSEN ASIAKASARVOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

3.1 Raaka-aineen laatu

Kalliomurskeen raaka-aineella tarkoitetaan kallio-alueita tai kalliolouhetta. Raaka-aineen ominaisuuksien määrittäminen alkaa kallion syntyvaiheessa. Kallioperä koostuu kivilajeista, jotka syntyvät ja muotoutuvat kemiallisista koostumuksista sekä paine- ja lämpöolosuhteissa (Soveri & Kauranne 1975). Syntymistavan mukaisesti kivilajit jaotellaan magma-, sedimenttikiviin sekä metamorfisiin kiviin. Kuvassa 3 on havainnollistettu aineen kiertokulku, jossa kivilajit muodostavat kallioperää. Kivilajit rakentuvat 2-5 päämineraalista. Kivilajin mineraalikoostumus sekä näiden muodostamat kokonaisuudet muodostavat kivilajille tietyt ominaisuudet, joista raaka-aineen laatu määrittyy.



Kuva 3. Aineen suuri kiertokulku. Muokattu lähteestä (Grönholm & Alviola 2006). Kuvan suunnittelu ja graafinen toteutus: Tapani Tervo GTK.

Suomen kallioperä on osa Fennosarmatian peruskalliokratoria, joka on Euroopan vanhimpia peruskallioalueita. Suomen peruskallio on muodostunut noin 3 000 – 1 400 miljoonaa vuotta sitten, koostuen pääosin graniittisista kivilajeista. Lisäksi seoskiviä, eli migmatiittia on noin viidennes Suomen kallioperästä. Graniitti on karkearakeista sekä

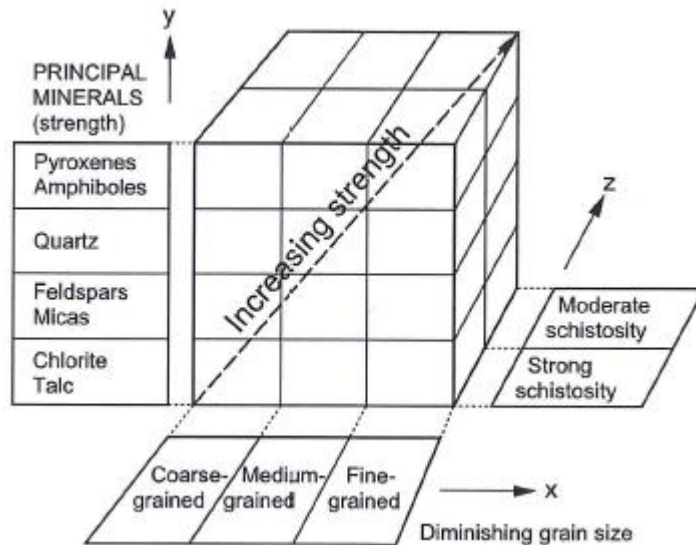
kestävää mekaanisten ominaisuuksiensa vuoksi. (Grönholm & Alviola 2006; Turunen 2017)

Tiettyjä raaka-aineen ominaisuuksia ei pysty muuttamaan tuotantoprosessissa, vaan ne perustuvat vain ja ainoastaan raaka-aineen luontaisiin ominaisuuksiin. Kiviaineksen ominaisuuksista mineraalirakenne ja kivilajin kovuus ovat tuotantoprosessista lähes riippumattomia ominaisuuksia. Kovuutta mitataan naarmutuskokeella, jonka tulokset luokitellaan Mohsin asteikolla (Grönholm & Alviola 2006). Tyypillisesti kovasta kivilajista syntyy vähemmän hienoainesta riippuen muun muassa kiven mineraalirakeiden koosta (Alkio & Vuorinen 1989). Taulukkoon 1 on koottu eräiden mineraalien vaikutusta raaka-aineen kovuuteen.

Taulukko 1. Kivilaatuojen nimitykset rakennusgeologisen kallioluokituksen mukaan. (muokattu lähteestä (Korhonen 1974))

Kivilaadun nimitys	Vallitsevien mineraalien likimääräinen jakautuminen
pehmeä	kiilteet, talkki, kloriitti, karbonaatit, yhteensä yli 40%
hauras	maasälpä yli 40%; amfibolit ja pyrokseenit yhteensä alle 25%
sitkeä	amfibolit ja pyrokseenit yhteensä vähintään 25%
kova	kvartsi yli 40%

Kiviainestuotteen lujuusominaisuuksiin vaikuttavat raaka-aineen kivilajien ominaisuudet, kuten mineraalikoostumus, mineraalirakeiden koko ja suuntautuneisuus. (Kuula 2015; Soveri & Kauranne 1975) Raaka-aineen lujuuteen vaikuttavat useat seikat, jotka jakautuvat kiven omiin ominaisuuksiin ja ulkoisiin koeolosuhteisiin (Kauranne 1984). Kuvassa 4 on havainnollistettu kivilajin eri ominaisuuksien vaikutusta lujuuteen. Kiviaineksen lujuuden määrittämistä varten ei riitä pelkkä kivilajimäärittäminen tai petrografia. Raaka-aineen ominaisuudet eivät kuvaa suoranaisesti kiviainesta tai sen lujuutta. Kiviaineksen lujuutta mitataan välillisesti iskunkestävyyttä mittaamalla, kuten Los Angeles testillä (Kuula 2015).



Kuva 4. Kiven lujuuden kehitys eri tekijöiden suhteen. (Ruuskanen 2006)

Asfaltin elastisuuden takaamiseksi on suositeltavaa, että asfaltissa käytettävässä kiviaineksessa on pieni määrä lujuusominaisuuksiltaan heikompaa mineraalia (Alkio & Vuorinen 1989; Uusinoka 1989). Kubisointi pyöristää kiviainesta eli parantaa kiviaineksen muotoarvoa. (Heikkilä 1991) Haastattelussa raaka-aineen ominaisuuksia pidettiin hyvin projektikohtaisena, eikä kovinkaan yksiselitteisenä muuttujana.

Raaka-aineen ennakkotutkimukset määrittävät sen soveltuvuuden eri käyttökohteisiin. Ennakkotutkimukset voidaan tehdä kalliönäytteistä tai louheesta otetuista lohkonäytteistä, joista arvioidaan kalliolaatu sekä minerologinen koostumus. Kiviaineksen ominaisuudet muodostuvat raaka-aineen ominaisuuksista sekä tuotantoprosessista. Kiviainekselta vaaditut ominaisuudet perustuvat aiottuun käyttötarkoitukseen. Kiviainestuotteen lujuus, muotoarvo sekä puhtaus ovat keskeisimmät kiviaineksen käyttökohteita rajoittavia ominaisuuksia.

3.2 Käyttökohteet ja tuotteet

Laadulla tarkoitetaan tuotteen ja sille asetettujen vaatimusten keskinäistä vastaavuutta. Tuotteen täyttäessä sille asetetut vaatimukset ja ominaisuudet, voidaan tuotetta pitää laadukkaana. Vaadittuja ominaisuuksia voi olla useampia ja kullakin voi olla omat mittausparametrit. Kiviainestuotteelta vaaditut ominaisuudet määräytyvät tuotteen käyttökohteen mukaan. Kiviainesliiketoiminnan tavoitteena on hyödyntää kalliion ominaisuuksia teknistaloudellisimmalla tavalla, jolloin käyttökohteiden muodostamien lajikevalikoimien taloudelliset erot on mallinnettava kustannusten sekä myyntihintojen suhteen. Tuotettavien lajikkeiden valitseminen edellyttää eri tuotetyyppien ja segmenttien laatuvaatimusten ja markkinahinnoittelun vertailua. Tämän vuoksi on tiedostettava käyttökohteiden vaatimukset, mittausmenetelmät ja parametrit sekä määriteltävä kalliion ja kiviainestuotteen väliset laatuominaisuuksien riippuvuudet.

Kiviainestuotteiden ominaisuudet osoitetaan CE-merkinnällä, joka perustuu rakennustuoteasetukseen. Kiviaineksen tuotannon laadunvalvonta toteutetaan yhdenmukaisten tuotestandardien ja asiakkaan vaatimusten mukaisesti. CE-merkinnän lisäksi on tarpeen esittää eri käyttökohteissa käytettäville kiviaineksille ja rakentamiselle kansallisia vaatimuksia, koska kiviaineksen ominaisuudet vaikuttavat työn suorittamisen lisäksi rakenteiden toiminnallisiin ominaisuuksiin.

Kiviainestuotteen tulee täyttää käyttökohteelle tarpeelliset vaatimukset, jotta sitä voidaan kyseisessä kohteessa käyttää. Infra- ja talonrakentamisessa vaatimukset perustuvat suurimmalta osin InfraRYL:iin ja MaaRYL:iin. InfraRYL ja MaaRYL kokoa yhteen Suomen kansalliset vaatimustasot käyttökohteittain. Käyttökohteittain on määritetty esimerkiksi sitomattoman kerrosten materiaaleille asetetut vaatimukset sekä ohjearvot muun muassa iskun- ja kulutuksen kestävydestä ja rakeisuusjakautumasta. Vaatimusten täytyminen edellyttää sekä kiviaineksen murskausprosessilta, että itse raaka-aineelta tiettyjä ominaisuuksia. InfraRYL:in lisäksi vaatimuksia voivat asettaa esimerkiksi asiakkaat. Lisäksi alan yhdistykset ja viranomaiset ovat laatineet omia laatuvaatimusasiakirjojaan, joista mainittakoon Asfalttinormit ja Betonin kiviainesohjeet, BY43. Kukin ohje on laadittu kyseisiä erityisiä käyttökohteita ajatellen siten, että edellytetyt se palvelee käyttötarkoitusta parhaiten. (Suomen Betonitieto 2009; Rakennustieto 2010; Rakennustietosäätiö 2010; PANK ry 2011)

Kiviaineksen ominaisuudet voidaan jakaa geometrisiin, mekaanisiin ja fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin. Geometrisia vaatimuksia ovat muun muassa rakeisuus, rae-muoto ja hienoainespitoisuus ja mekaanisia ominaisuuksia ovat muun muassa iskunkestävyys. Käyttökohteesta riippuen ominaisuuksia testataan soveltuvimman -testausmenetelmän avulla. Kiviaineksen vaatimukset edellyttävät raaka-aineelta tiettyjä ominaisuuksia. Esimerkiksi asfaltin ominaisuuksien parametrivaatimukset eroavat vilkkaasti ja kevyesti liikennöityjen teiden välillä nastarengaskulutuskestävyyden osalta. (PANK ry 2011) Lisäksi asiakas voi edellyttää hankkeissaan omia, esimerkiksi toiminnallisuutta osoittavia laatuvaatimuksiaan.

Kiviainekset luokitellaan karkeisiin, hienoihin ja koostekiviaineksiin. Kiviainekset nimitään raekokojakautuman ylemmän ja alemman seulakoon mukaan, esimerkiksi 0/56 mm tai 6/16 mm. Kiviaineksen tuotestandardien mukaan, kiviainekselle annettava luokka merkitään G_C85-15 , joka tarkoittaa 15% olevan suurempaa kuin ylempi seulakoko ja 85% on suurempaa kuin alempi seulakoko. Kiviaineksen raekokojakautuma on määräävässä roolissa, kun tarkastellaan tierakenteiden sitomattomia rakennekerrosten kantavuutta, tiivistettävyyttä ja routivuutta. Tierakenteen sitomattomissa kantavissa rakenteissa käytettävälle kiviainesmateriaalille on määritetty raekokojakauman raja-arvot, jonka lisäksi edellytetään täyttyvän taulukossa 2 esitetyt yksilöidyt ominaisuudet. Vain lajikkeet 0/32, 0/40, 0/45, 0/56 ja 0/63 kelpaavat InfraRYL mukaan kantavaksi kerrokseksi. (Rakennustieto 2010) Kantavan kerroksen kiviainekselta edellytetään Los Angeles testituloksen täyttävän luokan LA30

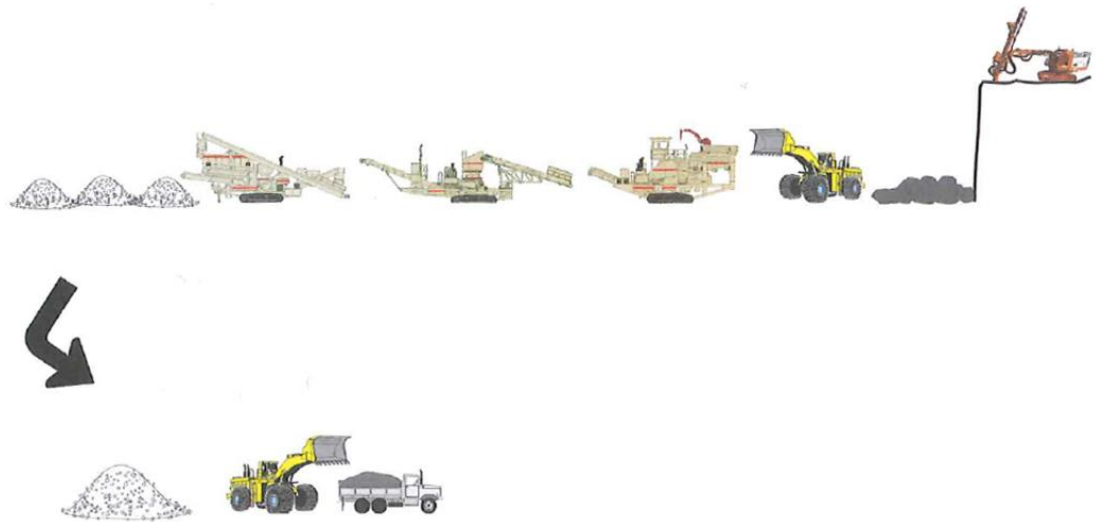
Taulukko 2. Kantavan ja jakavan kerroksissa käytettävän kalliomurskeen vaatimukset (Rakennustieto 2010)

	Kantava kerros (Infra RYL: 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset)	Jakava kerros (Infra RYL: 21210 Jakavat kerrokset)
rakeisuusluokka	G _A 85 tai G _A 80	G _A 85 tai G _A 80
iskunkestävyys	LA ₃₀	-
murtopintaisten rakeiden osuus	vähintään 50 % ja kokonaan pyöristyneiden rakeiden osuus on enintään 30 %	-
Litteysluku	< 50 (FI ₅₀)	-
Hienoainespitoisuus	hienoainespitoisuus on korkeintaan 7%	hienoainespitoisuus on korkeintaan 7%

3.3 Tuotantoprosessin vaikutus

Asiakasvaatimusten täyttäminen saavutetaan soveltuvan murskauslaitoksen tuotantoprosessin sekä raaka-aineen yhdistelmällä. Murskaamisen tarkoitus on pienentää raaka-aine eli murskauslaitoksen syöte (louhe) haluttuun raejakaumaan. Murskauslaitoksen kokoonpano on ensisijaisesti riippuvainen tuotettavasta lajikevalikoimasta. Murskauslaitoksen kokoonpanoa voidaan muokata murskainten määrän ja asetusten sekä seulojen avulla. Lopputuotteen laatu merkittävimmin vaikuttavat syötteen laatu, syötteen kokojakauma, kapasiteetin tarve ja mineraalien ominaisuudet. (Eloranta 1995; Hakapää & Lappalainen 2011) Kuvassa 5 on havainnollistettu tuotantoprosessiin vaikuttavat tekijät.

Murskauslaitosten kokonaisuudet voidaan jaotella kolmeen ryhmään näiden liikuteltavuuden suhteen: kiinteä, osittain mobiili ja kokonaan mobiili murskauslaitos (Hakapää & Lappalainen 2011). Tyypillinen murskauslaitos, jolla pyritään hyvään kiviaineksen laatuun, koostuu kolmesta murskaimesta ja kahdesta tai kolmesta seulasta. Kuvassa 5 on havainnollistettu kolmivaiheisen murskauslaitoksen periaatekuva. Välpän avulla syöte ohjataan esimurskaimeen. Tästä voidaan ottaa seulan avulla alite pois ja ohjataan seuraavaan välimurskaimeen, jonka päätteeksi voidaan haluttu osuus ja raekoko erottaa. Kai-kista hienoin murskaus tehdään viimeisellä murskaimella, josta voidaan seuloa haluttu murske. (Eloranta 1995)



Kuva 5. Mobiili 3-vaiheinen murskauslaitos. Muokattu (Hakapää & Lappalainen 2011).

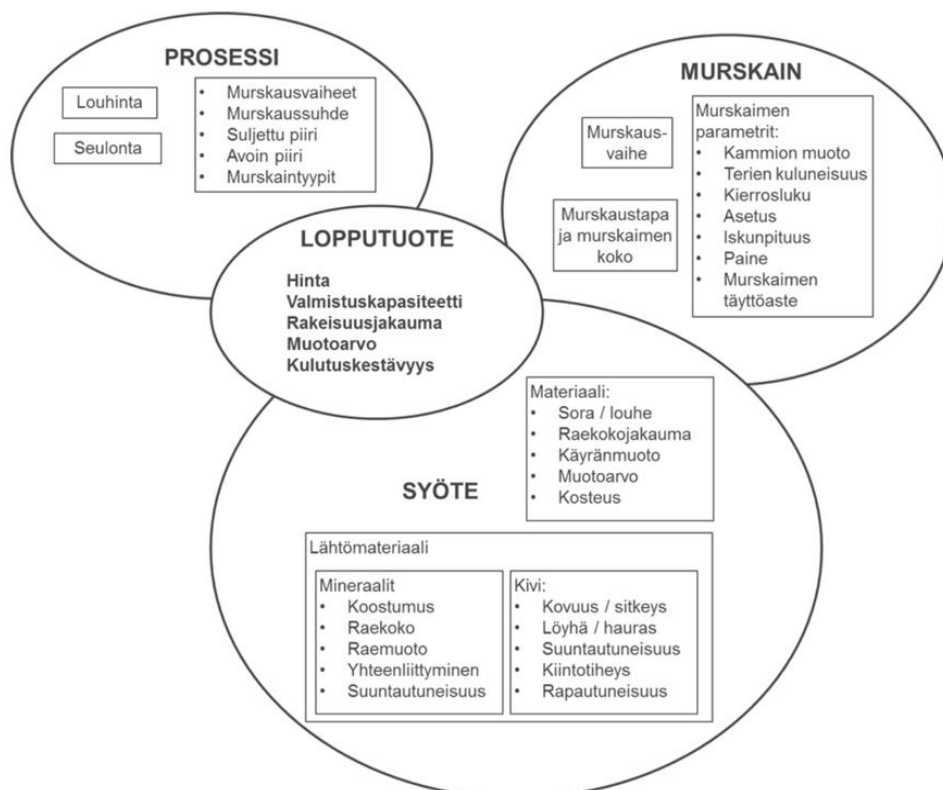
Haastattelussa kävi ilmi porauksen ja louhinnan vaikutus syötteeseen, sillä panostusmäärällä vaikutetaan kiven rikkoutumiseen sekä hienontumiseen. Louhinnan aiheuttamalla rikkoutumisella on suora vaikutus murskausprosessin saantosuhteisiin sekä kiviainestuotannon tehokkuuteen. Saantosuhteella tarkoitetaan murskausyhdistelmän tuottama kiviainelajikkeiden painojakauma. Aiempien tutkimusten ja tämän tutkimuksen haastattelujen näkökulmien eroista huolimatta johtopäätökset ovat samankaltaiset, eli louhinta vaikuttaa syötteen laatuun, joka puolestaan vaikuttaa murskausprosessin tehokkuuteen. Haastattelussa louheen eli syötteen laatua tarkasteltiin empiirisesti louhintatyövaiheen kautta, kun puolestaan tutkimuksissa puhutaan vain syötteen mitattavista arvoista. (Ruuskanen 1999; Ruuskanen 2006)

Toisaalta on havaittu, että murskausvaiheiden määrän lisäämisellä voidaan tasoittaa syötteen heterogeenisyyttä (Heikkilä 1991). Kiviainestuotteen lujuus sekä raaka-aineen lujuus ovat syytä kuitenkin erottaa toisistaan. Kiviainestuotteen lujuutta rajoittaa raaka-aineen lujuus, joka heikkenee louhinnasta johtuen. Raaka-aineen luontaista lujuutta ei voida parantaa murskauksen yhteydessä, mutta sen muodostamaa muotoarvoa voidaan palauttaa hieman louhinnan aiheuttamasta tilasta. Kiviaineksen suurin lujuus on hieman kallion lujuutta pienempi (Ruuskanen 2006).

Oikeanlaisen murskausprosessin avulla voidaan hyödyntää raaka-aineen ominaisuuksia, jolloin varmistetaan tuotteen laatutavoitteen saavuttaminen. Aiempien tutkimusten sekä haastattelujen mukaan murskauslaitoksen kokoonpanolla, etenkin laitoksen viimeisillä vaiheilla, voidaan vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin kuten esimerkiksi muoto-ominaisuuksiin ja raekokojakaumaan. Kuvassa 6 on havainnollistettu murskausprosessiin vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi kallion hienontuminen murskatessa voi vaihdella, jolloin saanto vaihtelee. Murskauslaitoksella ei voida kuitenkaan poistaa raaka-aineen vaikutusta tuot-

teen laatuun. Haastateltavien mukaan tietyllä raaka-aineen laadulla on tyypillinen saantosuhde. Raaka-aineen käyttäytymistä yhdistetään murskauslaitoksen kapasiteettiin keskiuurissa murskausyrityksissä lähinnä kokemusperäisesti.

Murskausprosessin laadulla puolestaan tarkoitetaan tasalaatuisten tuotteiden tuottamista, jolloin saannon laadulliset parametrit ovat haluttuja ja tasaisia. Kiviaineksen tuotannon murskausprosesseihin liittyvien muuttujien määrästä johtuen sen optimointi tuotantoteknisesti laadun suhteen on hyvin ongelmallista ja kallista. Haastattelussa kävi kuitenkin ilmi, että raaka-aineen ominaisuuksia voitaisiin hyödyntää murskausprosessia tehostamalla. Louhinnassa tulisi hyödyntää raaka-aineen rikkonaisuus ja suuntautuneisuus. Lisäksi raaka-aineesta tuleva saantosuhde, etenkin kovilla kivillä, tulisi hyödyntää aina kivituhkan vähentämiseen, sillä kovasta raaka-aineesta syntyy vähemmän hienoainesta. Haastatteluissa asiaan suhtauduttiin vahvasti oman edun kautta, jolloin minimi- ja maksimilaadun tuottamisella halutaan vaikuttaa vain ja ainoastaan omaan taloudelliseen etuun. Infra- ja talonrakentamisen kiviainesten tuottamisessa ei teemahaastattelun perusteella ole edes tarpeellista keskittyä laadullisiin tekijöihin asiakkaan vaatimusten takia, sillä ratkaiseva tekijä on halvin hinta. Pääsääntöisesti kuitenkin suomalainen kova graniittinen kallioperä on laadultaan riittävän soveltuvaa kiviainestuotantoon ja yleisimpiin käyttökohteisiin.



Kuva 6. Murskaukseen vaikuttavat tekijät. (Ruuskanen 2006)

Laatuvaatimuksiltaan vaativassa kiviainestuotannossa on huomioitava raaka-aineenkin ominaisuudet koko tuotantoprosessissa. Kallioalueiden yksilöllisyys ja epähomogeenisuus vaikeuttavat optimoinnin hyödyntämistä huomattavasti. Taulukoon 4 on havainnollistettu kiviainestuotteen ominaisuuksien ja lopputuotteen hintaan murskauksessa vaikuttavat tekijät. Taulukon erittely perustuu laitevalmistajan optimointiin teknisistä lähtökohdista.

Taulukko 3 Kiviainestuotteen muotoarvoon, rakeisuuteen ja lopputuotteen hintaan murskauksessa vaikuttavat tekijät. +++/--- huomattava lisäys/vähennys, +/- lisäys/vähennys ja +/- lisäystä / vähennystä havaittavissa. Muokattu (Ruuskanen 1999)

		Kapasi- teetti	Loppu- tuotteen laatu	Hieno loppu- tuote	Hinta (nousu)
<i>Prosessi</i>	Vaiheiden lisäys	Riippuu sovelluksesta			
	Murskaussuhde (pientäminen)				
	Suljettu piiri				
	Avoim piiri				
	Murskaintyyppi (puristuva -> isku)				
<i>Murskain</i>	Kammion tilavuus	-	0	+	+
	Kierrosluku (kasvu, puristava ->isku)	0- >+++	+>-	+>+++	+>+++
	Asetus (pientäminen)	---	0	+++	++
	Isku (pidentäminen, hienosyöttö)	++	+	+	--
	Kuluneet terät	--	-	0	++
	Paine (lisäys)	+	0	+	0
	Tukahduttava syöttö	++	+++	++	0[+]
<i>Syöte</i>	Karkea fraktio (lyhyt)	--	-	0	++
	Hieno fraktio (pitkä)	++	+	++	0
	Luja materiaali (kova/sitkeä)	-	--	--	++
	Pehmeä materiaali (kova/hauras)	++	++	++	-
	Mineraalikooltaan hieno rakeiset/lujat	-	--	++	++
	Mineraalikooltaan karkeat	++	++	--	-
	Suuntautunut (suuntaukseton)	0	--[+]	-[0]	+[0]
	Hyvämuotoinen syöte	-[0]	--	0	++
Syötteen kosteus	--	++	+	++	

Murskausprosessin tehokkuutta on tutkittu erityisesti laatuvaatimuksiltaan korkeatasoisten kiviainestuotteiden tuotannossa. Murskausprosessi on kiviainesliiketoiminnan tärkeä osaoptimoinnin kohde. Laitevalmistajat ovat tutkineet ja kehittäneet kalustoa tehokkaaksi ja jopa raaka-aineen laadun huomioon ottavan ohjausjärjestelmän. Kapasiteetin, saannon ja laatutekijöiden suhteen optimaalista tuotantoa ei aina käytännössä ole kuitenkaan mahdollista toteuttaa. Metson Bruno ohjelmalla voidaan optimoida murskauslaitoksen yhdistelmän kokonaisuutta, mikäli käytettävissä olevat resurssit ovat riittävät. Urakoitsijoiden näkökulmasta Bruno-ohjelman optimiratkaisut edellyttävät liian laajaa käytettävissä olevaa kalustovalikoimaa. Urakoitsijoiden tyypilliset laitoskokonaisuudet on mitoitettu masalajikkeiden tuotannon ja täystyöllisyyden mukaan. Käytettävissä olevista laitteistoista

ei toisin sanoen voida muodostaa jokaiselle kiviainesalueelle optimaalista murskauslaitosta muuttujien määrästä johtuen. Murskauslaitosten vajaakäyttö aiheuttaa sijoitetun pääoman heikkoa tuottoa, jolloin mahdollisten murskauslaitoskokonaisuuksien valikoima on rajoittava tekijä.

3.4 Toiminnan kustannustehokkuus

Teollisessa tuotannossa kustannustehokkuus määritellään teknisesti eli panosten ja tuotosten välisenä taloudellisena suhteena. Teknistaloudellinen toiminta edellyttää tuotosten arvon ja panosten, eli tuotantokustannusten erotuksen maksimointia. Kiviaineksen jalostuksen kustannustehokkuus muodostuu useista osa-alueista, kuten raaka-aine- ja prosessitehokkuudesta. Kunkin osa-alueen tulee olla tehokkaasti järjestetty, mutta kilpailukyvyyn muodostaa näiden kustannusten osa-alueiden tehokkain yhdistelmä. Erilaiset yhdistelmät muodostavat erilaisia liiketoimintamalleja, jolloin yritysten välisessä kilpailussa on useita erilaisia kilpailutekijöitä. Lisäksi on otettava huomioon raaka-aineen hyödyntämisen erilaiset laillisuusperusteet. Murskaustoimintaa voidaan harjoittaa ainakin meluilmoituksella sekä ympäristöluvalla. Raaka-ainelähteiden vaihtelevuus monipuolistaa kiviainestoiminnan liiketoimintamallien kirjoa ja luo osaltaan jopa ennakoimattoman kiviainesmarkkinan. Kasvukeskuksissa maankäytöllä on merkittävä taloudellinen vaikutus kiviainesmarkkinaan, koska sen avulla luodaan sekä kysyntää että tarjontaa. (Seppälä 2006; Lindblom et al. 2009; Pekuri & Haapasalo 2012)

Kustannustehokkuuden lähtökohtana on asiakastarpeen tyydyttäminen, jolloin liiketoiminnan tulisi keskittyä vain kilpailukykyisiin asiakasarvoa luoviin toimintoihin. (Pekuri & Haapasalo 2012) Kustannusrakenne ilmaisee yrityksen toiminnasta syntyneitä kuluja. (Luvussa Oy 2016) Kiviainestuotannon kustannukset muodostuvat, louhinnasta, murskauksesta sekä siirto- ja kuljetuskustannuksista. (Alkio & Vuorinen 1989) Haastattelujen perusteella kiviainestoimipisteen merkittävimmät kustannusrakenteen osat perustuvat kiviaineksen jalostamisen edellyttämiin toimintoihin ja ne voidaan listata seuraavasti:

- Kulkuyhteys
- Pintamaiden poisto
- Louhinta
- Murskaus (laadunvalvonta)
- Kubisointi
- Varastointi (kuljettamisesta ja varastotappio, eli hukka)
- Kuormaus

Haastatteluissa tuli lisäksi esille, louhinnan, murskauksen ja myyntiorganisaation kustannukset ovat kuitenkin sijainnista lähes riippumattomia. Kiviainestoimipisteen muuttujien eli toimintojen sekä toimijoiden erilaisilla yhdistelmillä voidaan saavuttaa kustannustehokkuutta eli kilpailuetua. Suomessa kiviainestoimijoiden liiketoimintamallit eroavat toi-

sistaan muun muassa kustannusrakenteen osalta. Osa toimijoista toteuttaa useampaa yhdistelmää Suomen laajuisella markkinalla, mikä osoittaa liiketoiminnan paikallisuuden. Tyypilliset liiketoimintamallit (kustannusrakenteet) voidaan kuitenkin yleistää suomalaisella kiviainesmarkkinalla kustannusrakenteen osien yhdistelmiksi seuraavasti:

- Raaka-aine omistus tai hallinta, tuotanto, myynti ja kuljetus (esimerkiksi Seepsula Oy)
- Raaka-aine omistus tai hallinta, tuotanto ja myynti (esimerkiksi osittain Rudus Oy ja Lemminkäinen Infra Oy)
- Raaka-aine omistus tai hallinta ja myynti (esimerkiksi Morenia Oy, Destia Oy ja NCC Industry Oy)
- Raaka-aine (lupa) (osittain Lemminkäinen Infra Oy ja kaupungit)
- Myynti ja kuljetus (paikalliset KTK:t)
- Tuotanto ja myynti, kuten rakennus- tai kaavoitushankkeen ylijäämäluuhe (esimerkiksi Konevuori Oy, JJ Kaivin ja Kallio)

Siirto- ja kuljetuskustannukset vaihtelevat tuotantoalueen ja käyttökohteen sijainnista riippuen. Edullisimpien kiviaineslajikkeiden jalostaminen oli haastateltavien mukaan erittäin sijaintiriippuvaista arvokkaampiin kiviainelajikkeisiin nähden. Kiviaineksen hinta painon suhteen on pieni, jolloin sen kuljetuskustannukset ovat suurilla etäisyyksillä merkittäviä. Tämän vuoksi kiviaineksen käyttökohteiden ja jalostusalueiden väliset etäisyydet aiheuttavat kustannuseroja. Osa kiviainesliiketoimintaa harjoittavista yrityksistä on pyrkinyt ottamaan huomioon tämän taloudellisesti merkittävän osan liiketoimintamallissaan. Kiviainesta myyvän organisaation yhdistäminen kuljetusliiketoimintaan vaikuttaa kilpailukykyyn. Käyttökohteen ja jalostusalueen välinen kuljetusmatka on merkittävin kiviaineksen muuttuva kustannustekijä ja potentiaalinen kilpailuvaltti. Lisäksi sijainnin ja lyhyen kuljetusmatkan kilpailuetu näkyvät myös raaka-aineen hinnoittelussa, jolloin sijainnista voi hyötyä myös raaka-aineen omistaja. Raaka-aineen arvo alkaa muodostua kuitenkin vasta sen sijaitessa markkina-alueella. Raaka-aineen arvon tulee kuitenkin olla suhteutettu sijainnin markkinakysynnän kanssa. (Loukola-Ruskeeniemi et al. 2015) Vaikka tässä tutkimuksessa keskitytään vain tuotantoon ja tuotevalikoiman tarkasteluun, myös muut kustannusrakenteen osat on otettava huomioon. (Loukola-Ruskeeniemi et al. 2015) Näitä muita tekijöitä, jotka muodostava tuotannon-ohjauksen tarpeita ovat:

- Varanto (käytettävissä oleva raaka-aine)
- Tuotannon järjestäminen
- Varastointi-ongelmat
- Ennustaminen
- Raaka-ainemarkkinat

Varannon tehokkaalla hyödyntämisellä sekä suuruuden ekonomialla saavutetaan kilpailuetua. Tuotteiden yksikkökustannusten laskiessa tuotantomäärän kasvun seurauksena

muodostuu niin sanottu suuruuden ekonomia. Kiviainestuotantoalueen varannon sekä volyymin eli vuosimyynnin koettiin haastatteluissa vaikuttavan kiviainesten kustannusrakenteeseen. Varannon hyödyntämisen eli myymisen ajanjakson pituus (aikaikkuna) sekä volyymi tasoittavat markkinahinnan heilunnat. Tuotantoalueen kiinteiden kustannusten jakautuessa suuremmalle myyntimäärälle ja pitkälle ajanjaksolle on kiinteiden kustannusten vaikutus yksikköhintaan pienempi. Varannon perustuessa ainoastaan tuotantopaikan ulkopuolelta toimitettuun vastaanotettavaan louheeseen aiheutuu käsittely- ja tilakustannuksia sekä raaka-aineen määrällistä sekä laadullista epätasaisuutta.

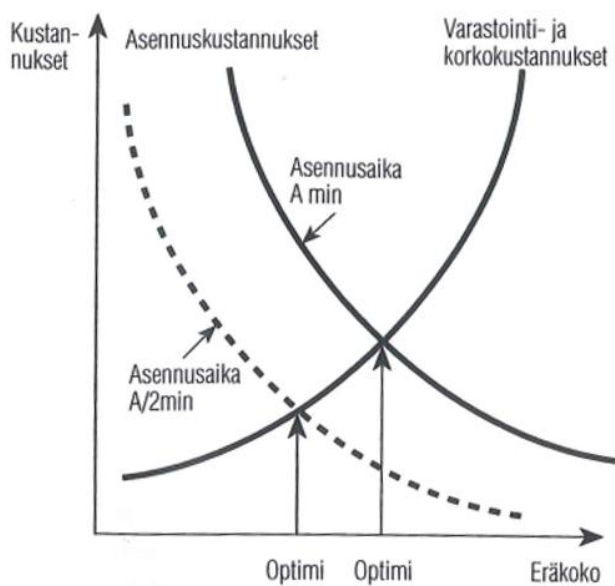
Keskisuuri kiviainestoimipisteen vuosimyyni on kasvukeskuksissa suuruusluokassa 250 000 t – 750 000 t. Volyymitään keskisuuren tuotanto- ja myyntialueen murskausprosessi voidaan tehostaa pientä aluetta tehokkaammaksi ja lajikevalikoima monipuolisemmaksi. Lajikevalikoiman laajuuden mahdollistama liiketoiminnan suuruuden ekonomian synty ja hallinta edellyttävät useiden käyttökohteiden asiakaskunnan pysyvyyttä. Mikäli asiakaskunnasta joku osa jää pois, vaikuttaa se koko tuotantoprosessin yksikkökustannuksiin. Tuotesegmenttien laaja lajikevalikoima vähentää riskiä vain, mikäli kutakin käyttökohdetta kohden on useampia toisistaan riippumatonta asiakasta. (Peltomaa 2016)

Suuruuden ekonomia saavuttamiseksi tarvitaan suuren varannon lisäksi soveltuva tuotantolaitos. Kiviainestuotannon keskeinen kustannustekijä on murskauslaitos, jonka tehokkuus kasvaa kapasiteetin suhteen. Tuotantolaitos tulee kuitenkin mitoittaa myös projekti-kohtaisesti soveltuvaksi, jolloin myös kiviainestuotteen tavoitelaatu vaikuttaa tuotantolaitoksen yhdistelmään. Tavoitelaadusta huolimatta tuotantomäärien kasvaessa yksikkökustannukset laskevat. Murskauskapasiteetin tehokkaan käytön avulla vaikutetaan välittömästi syntyviin kustannuksiin, jotka sitoutuvat kiviainesvarastoon. Murskauskustannusten ollessa välittömiä kustannuksia vaikuttaa sen kustannustehokkuus koko kiviainestoimipisteen talouteen.

Edellisessä kappaleessa luetelluin keinoin voidaan saavuttaa välittömästi kustannustehokkuutta, jota rajoittaa vain lajikevalikoiman myynnin ennustamisen ongelma, eli niin sanottu varastointiongelma. Tuotannon ohjaus pyrkii yhdistämään kysynnän ennustamisen ja jakautumisen sekä aiheutuvat varastointikustannukset. Varastoinnin tehokkuus perustuu sen kiertonopeuteen, joka vaihtelee eri kiviaineslajikkeiden osalta. Esimerkiksi hiekoitussepin kysyntä keskittyy erityisen vahvasti talvikuukausiin, mutta sen määrällisen kysynnän ennustaminen sekä pieni tuotantosaanto ovat varastointiongelman ääriesimerkki.

Taloudellisen eräkoon (Economic Order Quantity) ja varaston riittävyyden (Days Of Supply) määrittäminen voidaan teoriassa laskea, mutta se ei ole suoraan sovellettavissa sesonkiluontoisella toimialalla. Tilattavan eräkoon optimoinnissa aiheutuu aluksi ylisuurat varastot ja lopuksi riittoisuusongelma. Kuvassa 7 on esitetty teoreettinen varaston op-

timimalli eräkoon aiheuttamien kustannusten suhteen, joka soveltuu siirrettävälle murskauslaitokselle erityisen hyvin. Eräkokomalli ei sovellu vaihtelevaan kysyntään jälkisyklisyytensä vuoksi. Haastatteluissa kävi ilmi niin sanotun ”ei oo”, eli riittämättömän varaston myymisen ongelman sivuvaikutukset. Sivuvaikutuksena pidetään heikentynyttä palvelualltiutta, sillä asiakkaat arvostavat yhden toimipisteen ja toimittajan käyttämistä. Kuukausitasoisen ennustamisen sekä toteutuneen myyntitietojen avulla voidaan kuitenkin ennustaa sesonkien syklit eli ajankohdat. Eräkoon merkitystä eli riskiä voidaan vähentää käyttämällä yksikköhintaista tuotantoa, jolloin lajikkeen tuottamisen todelliset kustannukset kohdistuvat tarkemmin. Yksikköhintaisuuden avulla voidaan varaston täyttämisen tehdä vain tarvittavien lajikkeiden osalta tuotannon rajoitteet huomioiden. (Sakki 2003; Salmivuori 2010).



Kuva 7. Tuotantolaitoksen teoreettinen varastomalli. (Fogelholm & Karjalainen 2001)

Tuotantoerän taloudellisuuden avulla voidaan pyrkiä ajoittamaan sekä mitoittamaan murskausjakso, eli tuotantoerien kokonaisuus. Murskausjakso koostuu kiviainestuotannon murskausyhdistelmien eristä, jotka tuotetaan yhtäjaksoisesti. Tyypillisesti mobiilit murskauslaitosten murskausjaksot erotellaan laitoksen siirtymisellä. Kiviainestoimipisteen murskausjaksojen ajankohtien sekä tuotevalikoimien yhdistäminen kokonaisuudeksi, yrityksen budjettiin, edellyttää myynnin ennustamista. Myynnin sekä tuotannon jatkuvan yhteistyön ja seurannan avulla voidaan kuitenkin pyrkiä maksimoimaan tuotantotehokkuus.

Kysynnän ennustamisen perustuu lähes aina historiatietoon, jonka tulisi ottaa huomioon kiviainesmyynnin sesonkiluontoisuus. Ennustamisessa tulee ottaa huomioon markkina-alueen kysynnän ja tarjonnan muutokset, kuten isot uudet rakennushankkeet ja uudet kiviainestoimipisteet. Käyttökohteiden suhdanteiden ja kiviainesalueen lähialueiden rakentamisen laajuus on otettava huomioon ennustamisessa. Ennustamisen on koostuttava

useista lähteistä ja arvioista, jotta sen luotettavuus kasvaa ja riskit hajautuvat. (Happonen 2011) Vähittäistavarakaupoissa sekä verkossa toimivien kauppapaikkojen sisään ostoa hallitaan tarkan asiakaskunnan seuraamisen sekä toimitusaikojen avulla. Kiviainesliiketoiminnassa toimitusajankohdat ovat osittain ennalta tiedossa, mutta määrien vaihtelevuus tuottaa kiviainestuottajille ennakointi- ja varastointiongelman. Kiviaineksen ennakotilaamisen sitomattomuus aiheuttaa kiviainestuottajille paineen tuotannonohjaukseen sekä tuotannon joustavuuteen.

Kiviainesalueiden yksilöllisyys sekä raaka-aineen hyödynnettävyys, eli ottotoiminnan toteutettavuus vaikuttavat kiviaineksen todellisiin tuotantokustannuksiin. Tyypillisin muuttuva sivukulu aiheutuu pintamaiden poistosta. Lisäksi on otettava huomioon kiviaineksen jalostamisen luvanvaraisuuden aiheuttamat rajoitteet ja kustannukset, jotka voivat vaihdella sijaintikunnittain ja ovat riippuvaisia ympäröivistä alueista ja näiden toiminnoista. Kustannusvaikutukset muodostuvat lupien eroista, kuten meluluvasta sekä ympäristöluvasta. Lisäksi lupien välillä voi olla toisistaan poikkeavat toiminta-ajat, jotka muodostava varastointiongelman ja kilpailuetua. Sivukulut eivät kuitenkaan ole tämän tutkimuksen tarkastelun kohteena, sillä näiden vaikutus myyntihintaan on tuotantoa pienempi.

3.5 Markkinat

Tässä tutkimuksessa markkinalla tarkoitetaan kiviainestoimittajien, kiviainestuotteista, ylijäämäkiviainesten ja käyttökohteiden sekä kiviainestuotteiden tilaajien muodostamaa taloudellista kokonaisuutta. Kiviainesmarkkinassa toimijoiden välinen kilpailu perustuu vähintäänkin luvussa 3.3 käsiteltyihin kustannusrakenteisiin sekä laadullisiin ja toimitusvarmuuden kynnysvaatimuksiin. Markkinaan vaikuttavia tekijöitä on useita, mutta keskeisin periaate on kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen. Myytävän tuotteen markkinat muodostuvat kysynnästä (demand) ja tarjonnasta (supply), jolloin markkinahinta on näiden muuttujien leikkauspiste (Investopedia LLC 2016). Kysynnän ollessa tarjontaa suurempi, pyritään haastattelujen perusteella käyttökohteissa optimoimaan tarvittavan kiviaineksen tarve lähes poikkeuksetta ainoastaan taloudellisin perustein. Kysynnän tarvitseman tarpeen rajoittuneisuus luo asiakasarvoa vaihtoehtojen puuttuessa. Suurten varantojen kiviainestoimijoiden markkina-asema ja volyyymi voi vaikuttaa yksittäisten lajikkeiden markkinahintatasoon. Tarjonnan ollessa kysyntää suurempi laskee markkinatilanne yksikköhintoja. Markkinatilanteen voidaan täten katsoa vaikuttavan asiakasarvon täyttymiseen. Tuotannonohjauksen merkitys kasvaa ylitarjonnan markkinatilanteessa. Haastattelun perusteella tuotannon ohjaaminen siten, että keskitytään vain kannattaviin lajikkeisiin, mahdollistaa kiviainesliiketoiminnan kokonaisuuden pysymisen kannattavana.

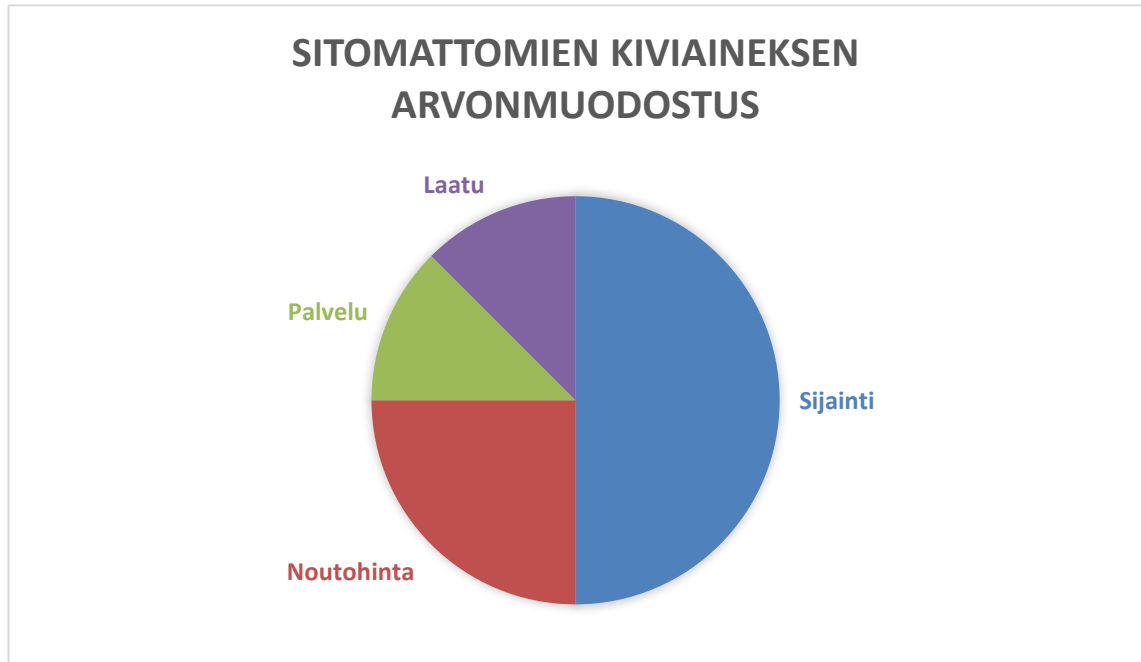
Kiviaineksen markkinahinta määrittyy markkinatalouden kysynnän ja tarjonnan mukaisesti. Kilpailutilanteessa oleelliset erot muodostuvat kiviainesalueen sijainnista sekä osittain kustannusrakenteesta. Kuljetuskustannus on riippuvainen kuljetusmatkasta, jolloin kiviainestoimipisteen sijainti on arvonmuodostuksen kannalta keskeinen. (Loukola-Rus-

keeniemi et al. 2015) Markkina-alueen maantieteellinen rajoite muodostuu kuljetuskustannusten perusteella. Muiden tekijöiden vaihtelu ja erot kilpailijoiden välillä ovat pienemmät. Lisäksi on huomioitava markkinan epäjohdonmukainen käyttäytyminen, sillä esimerkiksi kasvukeskusten alueella raaka-ainelähteiden kirjo kasvaa markkinahinnan noustessa. Markkinahinta mahdollistaa myös hankalien ja pienempien raaka-aine esiintymien jalostamisen, haastatteluiden perusteella.

Suomen kiviainesmarkkinassa arvonmuodostus perustuu tehtyjen haastattelujen mukaan: 1. kynnyslaadusta, eli asiakkaan edellyttämästä kiviaineksen laadusta sekä 2. asiakkaan maksamasta hinnasta. Asiakashinta koostuu noutohinnasta sekä kiviainestoimipisteen sijainnista suhteessa kohteeseen. Kiviainekselle asetettujen vaatimusten täytyminen on kynnyskysymys asiakasarvon muodostumisessa. Laadun täytyessä arvonluonti jatkuu hinnalla, jonka asiakas joutuu tuotteesta maksamaan. Tehdyissä haastatteluissa toistui toimitusvarmuuden (palvelun) merkitys eli varastossa olevan lajikevalikoiman odotetaan olevan riittävän kattava. Toisaalta koettiin projektien, joista syntyy ylijäämälouhetta, aiheuttavan toimitusvarmuus-palvelulle hintakilpailua, sillä projektit aiheuttavat hetkellisesti ylitarjontaa kiviainesmarkkinalle. Projektien on välttämättömästi saatava kiviaines poistettua alueelta, jolloin se vaikuttaa myyntihintaan. Kuvan 2 kiviaineslajikkeiden kumulatiivinen kannattavuuskäyrän huipun realisoituminen on konkreettisesti mahdollista, sillä mitä laajempi tuotevalikoima on sitä enemmän myyntikatteen keskiarvo laskee. Tulokittaessa tätä on muistettava kilpailutilanteen olevan ajasta ja paikasta riippuvaisia, eikä yksittäinen kiviaineskaupan toteutuminen ole välttämättä kannattavuutta lisäävä. Absoluuttiset sekä suhteelliset asiakasarvot vaihtelevat asiakkaan mukaan. Toiselle palvelunopeus on ratkaiseva tekijä, kun toisaalta toiselle tärkein on yksikköhinta. Kuviin 8 ja 9 on arvioitu havainnollistavasti arvonmuodostukseen keskeisesti vaikuttavat tekijät. Asiakasarvo perustuu asiakkaan kokemaan hyötyyn, joka voi olla suoraan tai välillisesti asiakkaan taloudellinen etu. Tuotteen laatu muodostaa asiakasarvoa, kun käyttökohteessa tuotteen ominaisuudet tuovat lisäarvoa tai ovat perusvaatimus. Laadun asiakasarvon muodostavan raaka-aineen saatavuus aiheuttaa lisäksi kilpailua.

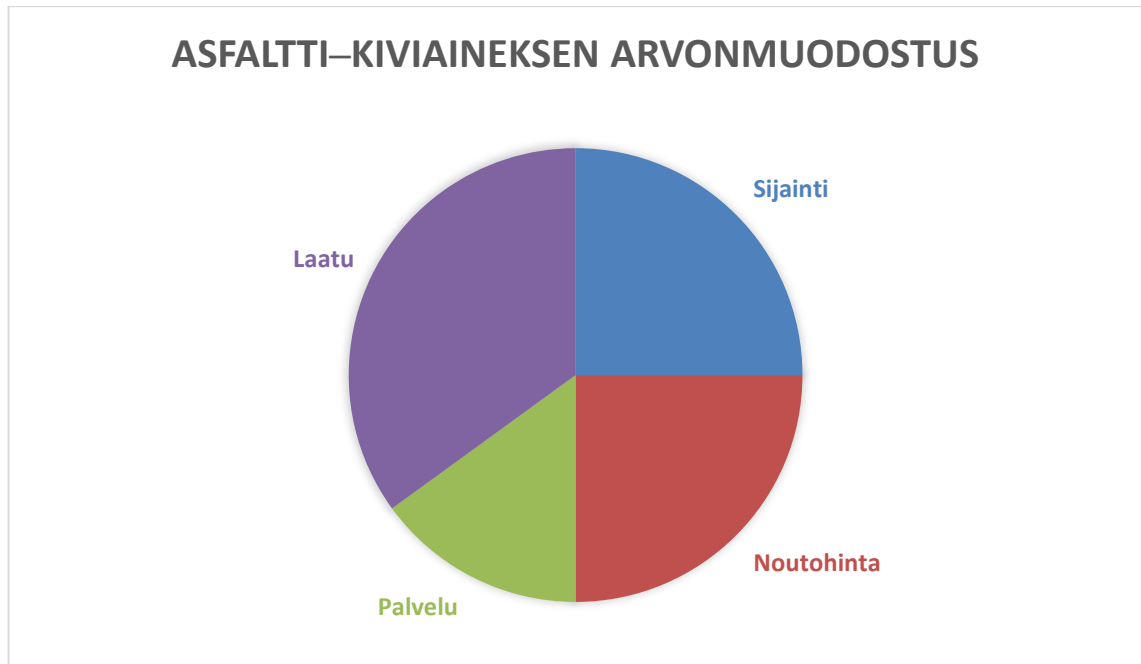
Kiviainestarpeen suurimman tuotesegmentin, eli sitomattoman koostekiviaineksen, muodostavat infra- ja talonrakentamisen (75 %) käyttökohteet. Näiden arvonmuodostusketju on hyvin vahvasti painottunut asiakashintaan, jonka vuoksi tuotesegmenttiä kutsutaan myös ”bulkiksi”. Asiakasarvo muodostuu noutohinnasta ja kiviainestoimipisteen sijainnista. Noutohinta kuvastaa toiminnan tehokkuutta ja sijaintivaikutuksen eli kuljetuskustannusten osuutta asiakashinnasta. Sitomattomien koostekiviainesten arvonmuodostusta

on havainnollistettu haastattelujen pohjalta laaditussa kuvassa 8.



Kuva 8. Arvio koostekiviaineksen arvonmuodostuksesta, jota voidaan näytätä useissa eri kohteissa. (Peltomaa 2017)

Tuotesegmenttinä betoni- ja asfalttikiviainekset ovat volyymiltään sitomattomien rakennekerrosten kiviaineksia huomattavasti pienempiä. Betoni- ja asfalttikiviainesten arvonmuodostus on kuitenkin luonteeltaan laatupainotteisempi, jolloin kiviainestuotteen yksikköarvo on suurempi. Kiviaineksen toimiessa runkoaineena esimerkiksi betoni- ja asfalttituotteissa edellytetään kiviainekselta parempaa laatua, kuten esimerkiksi tarkasti määriteltyä raekokojakautumaa, nastarengaskulutuskestävyyttä ja muoto-ominaisuuksia. Täten laadullisen kynnyksarvon tuottaminen on sitomattomien kiviainesten tuottamista oleellisempaa. Kiviaineksen laadullisten ominaisuuksien arvon noustessa, myös hinta nousee. Esimerkiksi asfalttimassan kiviaines-vaatimusten muodostama asiakasarvo-vähentää kiviaineksen tuotannon sijainnin merkitystä oleellisesti. Asfalttikiviaineksen arvonmuodostusta on havainnollistettu haastattelujen perusteella kuvassa 9.



Kuva 9. Arvio asfaltti-kiviaineksena käytettävien kiviainesten arvonmuodostuksesta. (Peltomaa 2017)

Suomen kiviainesmarkkinoiden koko vaihtelee eri maantieteellisillä markkina-alueilla. Rakentamisesta suurin osa keskittyy Suomessa pääkaupunkiseudulle, mutta myös muualla on selkeitä kasvukeskusalueita kuten Tampere, Oulu, Seinäjoki ja Kuopio. Kasvukeskusten alueella markkinakysyntä on vajaasta yhdestä miljoonasta tonnista kymmeneen miljooniin tonneihin vuositasolla. Suurien kiviainesvolyymien markkina-alueilla toimii tyypillisesti suuria rakennus- ja kiviainesliikkeitä sekä keskisuuria yrityksiä, joiden kilpailuetu syntyy joustavasta kustannusrakenteesta. Pienet ja keskisuuret yritykset ovat puolestaan pienten alle miljoonan tonnin markkinoiden hallitsijoita. (Peltomaa 2016)

Markkinavolyymi määrittelee yritysten strategiat sekä yksittäisten toimipisteiden optimaaliset koot. Kiviainestoimipisteen varanto vaikuttaa oleellisesti toimipisteen volyymin. Volyymi puolestaan perustuu usein maa-aines- ja ympäristölupiin ja kallioalueen suuruuteen. Kymmenien miljoonien tonnien ja pitkäaikaisten, yli 10-vuotisten lupien myötä voidaan hyödyntää suuruuden ekonomiaa, jota tarvitaan suurempien lupakulujen kattamiseksi. Pienten toimipisteiden yksikkökustannukset ovat korkeampia, koska näiden kiinteät kustannukset jakautuvat pienemmälle tuotantomäärälle. Pienen toimipisteen markkina-alue ei yllä maantieteellisesti suurten toimipisteiden etäisyyksiin, ellei kyseessä ole laadullisesti poikkeuksellisen hyvä tuote.

4. LASKENTAMALLI

4.1 Tavoite, lähtökohdat ja –tiedot

Tuotannonohjauksen lähtökohtana on murskauslaitoksen toimipistekohtainen saantosuhde sekä erilaisten murskauslaitosten kokoonpanot. Laskentamalliin on valittu tyypillisimmät murskauslaitosyhdistelmät, joille voidaan määrittää tuotantomäärät. Tämä tuotantomäärätieto on laskennan lähtötieto, jota muuttamalla myös syntyvä kate muuttuu. Lisäksi on huomioitava murskauslaitoksen kokoonpanon tuottama saantosuhde, eli tietyn kokoonpanon tuotantokapasiteetti lajikkeittain. Saantosuhteeseen vaikuttaa ainakin raaka-aineen laatu sekä pieneltä osin murskauslaitoksen kunto. Saantosuhteen huomiointi laskennassa parantaa tarkkuutta, sillä se määrittelee arvokkaampien sepeleiden ja ylijäämänä syntyvän kivituhkan suhdetta. Saantosuhde arvioidaan toimipistekohtaisesti toteumatietoon perustuen. Mikäli saantosuhteen tietoa ei ole saatavissa arvioidaan se kokemusperäisesti, hyödyntäen samankaltaisten kiviainesalueiden tietoa. Tuotantokustannukset on eritelty lajikkeittain siten, että se ottaa huomioon eri murskauslaitoskokoonpanojen vaihtelevat tuotantokustannukset, jolloin syntyvä kate pysyy laskennassa realistisena.

Koska tutkimuksen tarkoitus on optimoida kiviainestuotanto vallitsevan markkinahintatason mukaisesti, keskeinen optimoinnin tuotos on tuotantokustannusten ja tuotteista saatavan markkinahinnan yhteensovittaminen. Yhteensovittaminen on tehtävä siten, että yritys itse tiedostaa, mitkä tuotteet ovat kannattavia tai tappiollisia eri tilanteissa. Tutkimuksen lähtökohtana on, että markkinalta saatava hinnoittelutieto on ristiriitaista ja epäluotettavaa. Tämän seurauksena laskentamalli on rakennettu toimintoperusteisesti, jolloin yritys itse saa tarkimman tuotekohtaisen kustannustiedon. Toimintolaskentamallilla voidaan eritellä yksityiskohtaisesti kustannusrakenteen vaikutus syntyvään tulokseen, eli katteeseen. Aiempien tutkimusten tulosten mukaan hinnoittelun tulee perustua toimintoperusteiseen kustannustietoon (Laitinen 2007).

Teknitaloudellisuus selvitetään laskentamallin avulla, jolloin on sovitettava kiviainestoitimipisteen tulot ja menot teknisiin rajoitteisiin kuten mahdollisiin tuotantoyhdistelmiin sekä tarvittaviin toimintoihin. Tuotantoyhdistelmällä tarkoitetaan murskauslaitoksen kokonaisuus, jonka tuotoksena syntyy tietty kiviaineslajikevalikoima. Täten laskentamalli tarvitsee lähtötiedoikseen *tulo- ja menotietojen* lisäksi *toimintojen ja tuotteiden riippuvuustietoja*, kuten murskausprosessia rajoittavat reunaehdot. Laskentamalli rajoittuu välittömiin kustannuksiin, sillä tarkoitus on optimoida teknillistaloudellisesti kiviainestoitimipisteen tuotanto. (Riihimäki 2014).

Kirjallisuusselvityksen sekä haastattelujen avulla selvitettiin tyypilliset kiviainestoitimipisteen kustannuksia aiheuttavat toiminnot. Toimintojen lisäksi laskentamallissa voidaan

huomioida murskauskustannusten tuotantoyhdistelmien erot. Osa tuotteista voidaan tuottaa eri yhdistelmillä, jolloin kustannukset vaihtelevat. Laskentamallissa kiviainestoimipisteen kaikki kustannukset käsitellään yksikkökustannuksin, jolloin kunkin toiminnon taloudellinen merkittävyys käy selkeästi ilmi. Yksikköhintainen laskenta helpottaa laskentamallin tekoa sekä parantaa ymmärrettävyyttä. Tässä tutkimuksessa on käytetty saatavissa olevaa murskauskustannusten tietoa. Kustannukset tulee päivittää laskentamalliin tapauskohtaisesti. Haastattelujen pohjalta lähtökohdiksi valittiin seuraavat toiminnot €/t:

- lajikekohtainen murskaus
- kubisointi
- varastointi
- kuormaus
- louhinta tai louhe (kuljetus)
- pintamaiden poisto
- työmaan yleiskulut (mm. laadunvalvonta)
- raaka-aine

Kustannusten lisäksi on kartoitettu lähtötiedoiksi markkinahintatasoa kiviainestuotteille eräästä saatavilla olevasta yleishinnastosta, joka sijoittuu Turun kasvukeskuksen kiviainemarkkina-alueelle. Käytetty noutohinnasto on tarkoitettu yritysasiakkaille, joiden osuus kiviainestuottajan asiakaskunnasta on oleellinen. Yritysasiakkaiden hintatason ja tuotantokustannusten vertaamien on täten realistisempaa. Laskentamallin kehittämisen kannalta keskeistä on eri lajikkeiden hintatasojen erot. Hintatasojen eroilla on haastattelujen mukaan oleellisia riippuvuussuhteita johtuen murskausprosessin seulonnan luonteesta. Markkinahintatasoa verrataan laskentamallissa toimintoperusteisten kustannusten summaan, jolloin erotuksena saadaan kiviainesliiketoiminnan työmaan kate. Hinta- ja kustannusrakenteen taso on syötettävä laskentamalliin tapauskohtaisesti, sillä markkinahinnat vaihtelevat, eivätkä ole riippuvaisia tuotantokustannuksista.

Laskentamallissa vertaillaan ensisijaisesti kahden erilaisen sitomattomien koostekiviainesten lajikevalikoiman kannattavuutta keskenään. Toissijaisesti näiden rinnalla esitetään asfalttikiviainesten tuottamisen kannattavuutta. Laskentamallin tarkoitus on toimia tuotannonohjauksen välineenä havainnollistaen eri ratkaisujen taloudellisia vaikutuksia. Laadullisia tekijöitä ei oteta huomioon laskentamallissa, jolloin käyttäjän tulee tiedostaa raaka-aineen soveltuvuus muun muassa asfalttikiviainesten tuotantoon eli täyttääkö raaka-aine laadulliset kynnysarvot ja edellyttääkö se kubisointia. Kubisointi on erillinen lisämurskausvaihe, joka aiheuttaa tavanomaista enemmän tuotantokustannuksia. Laskentamalli on yksinkertaistettu murskauslaitoskokonaisuuden kapasiteetin saantosuhteen avulla.

4.2 Laskentamallin rakenne

Laskentamalli on toteutettu Microsoft Excel -laskentaohjelmalla, johon luotu malli sisältää eriteltyjä välilehtiä lähtötiedoista ja tuotesegmenteistä eli tuotettavien lajikevalikoimien murskauslaitoskokonaisuuksista. Tarkasteltavaksi on valittu kaksi infra- ja talonrakentamisen lajikevalikoimia tuottavaa murskauslaitosyhdistelmää sekä asfalttikiviaineksia tuottava murskauslaitosyhdistelmän kustannukset. Infra- ja talonrakentamisen lajikevalikoimien erot muodostuvat sepelilajikkeiden valikoimasta. Laskentamallipohja on rajoitettu tarkasteltavien tuotesegmenttien osalta, mutta on muokattavissa eri tuotesegmenteihin.



Kuva 10. Laskentamallin toimintaperiaate.

Laskentamallin rakenne ja laskujärjestys on esitetty seuraavassa:

1. Syötetään kiviaineslajikkeiden markkinahinnat lajikkeittain [tulo]
2. Määritetään tarvittavat toiminnot (toimipistekohtaisesti) [menot]
3. Syötetään tarvittavien toimintojen yksikkökustannukset [menot tarkennus]
4. Arvioidaan raaka-aineen laadun soveltuvuus
5. Syötetään toimipistekohtaisen saantosuhde
6. Syötetään ja iteroidaan lajikevalikoiman määrät lajikkeittain (pohjana varaston sallittu määrä)
7. Suoritetaan iterointi eri lajikevalikoimalle sekä eri tuotesegmentille [prosessin tehostaminen]
8. Tulostetaan kunkin tuotantosuunnitelman mukaiset työmaatason katteet [tulot – menot]
9. Verrataan katteita

10. Analysoidaan katteita sekä tuotevalikoiman riskejä [teknistaloudellinen optimointi]
11. Valitaan tuotantokokonaisuus

Vaiheessa 1. syötetään laskentamallin lähtötiedoiksi lajikkeittain markkinahinnat. Markkinahintojen lähtötiedoiksi on valittu vapaasti saatavissa oleva markkinahintatieto. Lähtötiedot tulee aina tarkastaa sekä määritellä tapauskohtaisesti. Markkinahintatiedot on saatu yleishinnastosta, jonka yksikköhintojen keskinäiset suhteet ovat hintatasoa oleellisempia laskentamallipohjan rakentamisen ja kehittämisen kannalta. Eri tuotesegmenteillä saattaa olla erisuuruiset markkinahintatasot, jolloin nämä voivat erota toisistaan hieman. Tutkimuksen laskentamallipohjassa on määritetty asfalttikiviainesten markkinahinnoille oma syöttöosionsa ”lähtötiedot” -välilehdellä. Tutkimuksessa tarkasteltua asfalttikiviainesten hintatietoa ei saatu selvitettyä kokonaisuudessaan, mutta sen oletetaan olevan infra- ja talonrakentamisen kiviaineksia korkeampi. Asfalttikiviainesten raekoot eroavat hieman asfaltin suhteistuksesta riippuen, jolloin kyseiset tuotantoerät ovat lähes poikkeuksetta yksilöllisiä. Näiden tuottaminen on erä- ja tapauskohtaista, jolloin hintataso saattaa vaihdella oleellisesti.

Markkinahintatietojen selvittämisen jälkeen siirrytään laskentamallissa määrittelemään tarvittavat toiminnot kohdassa 2. Toimintojen tarpeellisuus riippuu toimipistekohtaisista järjestelyistä sekä alueen jälkikäytöstä. Tarvittavien toimintojen laajuuden selvittyä, voidaan tarkastella kyseisten toimintojen kustannuksia. Eri toimintojen kustannuksia pyritään määrittämään laskentamalliin yksikköhintaan kohdassa 3. Esimerkiksi pinta-maiden poiston aiheuttaman kertakustannus jyvitetään pintamaiden poiston mahdollistamalle tuotantomäärälle. Laskentamalli ei ota jyvityksen tarkkuuteen oleellisesti kantaa, vaan jättää sen tapauskohtaisesti määritettäväksi. Kaikkien toimintojen kustannusten tulee kuitenkin olla muutettavissa yksikköhintamuotoon lajiketarkkuudella, jolloin saadaan parempi käsitys kyseisen toiminnon taloudellisesta merkityksellisyydestä. Murskaushintatiedot on otettu sekä sovittu laskentamalliin aiemmin tehdystä opinnäytetyöstä (Komulainen 2014). Kustannuksetkin tulee aina määritellä toimipiste- ja tapauskohtaisesti erikseen.

Kohdassa 4. raaka-ainelaadun soveltuvuus tarkasteltaviin käyttötarkoituksiin on selvitettävä laskentamallista erillisenä osana. Laskentamalli ottaa raaka-aineen soveltuvuuden käyttökohteeseen annettuna, jolloin laskentamalli pysyy mahdollisimman yksinkertaisena. Raaka-aineen laatu selvitetään käyttökohteen vaatimusten mukaisesti vähintään alkutestauksella, joka on määritetty kiviaineksen tuotestandardeissa. Laadunvalvonnan kustannukset voidaan eritellä tuotteittain ja tuotesegmentittain halutulla tarkkuudella ”muut” toiminnon kustannuksina. Laskentajärjestyksessä sille on kuitenkin määritetty prosessivaihe, jottei sitä jätetä huomiotta.

Kohdassa 5 määritetään kokemusperäisesti tai historiatiedon pohjalta murskauksen tuottamat saantosuhteet. Saantosuhteeseen vaikuttaa raaka-aineen laatu sekä murskauslaitoksen yhdistelmän ominaisuudet. Erilaisten murskauslaitosyhdistelmien avulla voidaan esimerkiksi hienoainesta kierrättää murskausprosessissa, jolloin syntyvän kivituhkan määrää voidaan rajoittaa. Lajikevalikoiman kokonaistaloudellisuuden optimoinnin tarkkuuden kannalta edellä mainituilla seikoilla on keskeisesti merkitystä.

Laskentamallipohjaan on määritetty kaksi infra- ja talonrakentamisen tuotantokokonaisuuden välilehteä ja yksi vaihtoehtoinen tuotesegmentin tuotantokokonaisuusvälilehti, joka liittyy asfalttikiviaineisiin. Kohdassa 6 tarkastelujakson kokonaistuotantomäärä sekä lajiketason tavoitetuotanto määräytyvät kysynnän mukaan ja on määritettävä aina tapauskohtaisesti. Laskennan tuloksena saadaan kuitenkin tarkennettua taloudellisesti kannattavien tuotantomäärien suhteet, mutta ratkaiseva tekijä on aina myyntimäärät. Kullekin tuotantokokonaisuusvälilehdelle valitaan teknistaloudellisin murskauslaitosten yhdistelmien tuotantomäärät, joiden avulla iterointi suoritetaan. Kuvaan 11 on havainnollistettu esimerkillä tuotantovälilehti, jossa on neljä tuotantoyhdistelmää. Laskentapohja laskee annettujen saantosuhteiden avulla lajikekohtaiset toteumamäärien summat. Katesumma muodostetaan eri yhdistelmien tuotantomäärien painotusten mukaisesti. Esimerkiksi sepeleiden tuotannossa voidaan sivutuotteena tuottaa lajiketta 0/32 tai vaihtoehtoisena voidaan tuottaa ainoastaan sepelyyhdistelmiä kuten 0/6/16/32 tai 0/16/32, jolloin syntyvä saantosuhde muuttuu lajikkeittain. Laskentamallissa tuotannonohjauksella tarkoitetaan valittavien ratkaisujen suhdetta kokonaisuuteen nähden, jolloin voidaan optimoida eräkoon taloudellisuus. Laskentamalli soveltuu ensisijaisesti eräkoon optimointiin ja jatkuvatoimiseen (eräkokojen jono) optimointiin. Toisaalta tietyn lajikkeen äkillinen

loppuminen aiheuttaa toisinaan epäoptimaalisen murskausyhdistelmän käyttöä. Rajoitteena voi lisäksi toimia käytettävissä olevan tuotantokaluston yhdistelmä.

	Tuotetaan		Keskihinta €/tn	Kate €/tn	€	Tuontoprosessi murskaushinnaston mukaan			
	tn	€				0/6/16+0/32	0/6/16/32	0/16/32	0/3/6/16+0/32
#0/3	1 275	7 229 €	5,67 €	0,40 €	508,73 €				1 275
#0/4	-		- €	- €	- €				
#0/5	-		- €	- €	- €				
#0/6	2 550	14 459 €	5,67 €	1,74 €	4 442,10 €	1 275	1 275		
#0/8	-		- €	- €	- €				
#0/11	-	- €	- €	- €	- €				
#0/16	3 750	22 500 €	6,00 €	1,24 €	4 657,50 €			3 750	
#0/22	-		- €	- €	- €				
#0/32	7 800	41 574 €	5,33 €	0,82 €	6 427,20 €	4 350			3 450
#0/56	-	- €	- €	- €	- €				
#0/63	-	- €	- €	- €	- €				
#0/90	-	- €	- €	- €	- €				
#0/150	-	- €	- €	- €	- €				
#3/6	600	4 614 €	7,69 €	9,31 €	5 586,00 €				600
#3/8									
#4/8									
#5/11									
#5/16	-		- €	- €	- €				
#6/16	5 925	41 345 €	6,98 €	3,43 €	20 299,20 €	1 875	1 875		2 175
#8/16	-		- €	- €	- €				
#11/16									
#11/22									
#6/32	-	- €	- €	- €	- €				
#16/32	8 100	48 600 €	6,00 €	4,40 €	35 672,40 €		4 350	3 750	
	30 000				77 593,13 €	7 500	7 500	7 500	7 500
suhde						17 %	17 %	50 %	17 %
						25 %	25 %	50 %	8 %
						58 %	58 %		29 %
									46 %

Kuva 11. Laskentamallin rakenne.

Kohdassa 7 toteutetaan vaiheen 6 toiminta kullekin tuotesegmentille, jolloin saadaan erilaisten kokonaisuuksien kate määritettyä ja 8. vaiheessa tulostetaan saadut katteet kohdan 9. vertailuja varten. Kohdassa 10. analysoidaan saatu tulos ja sen sisältämät riippuvuuksien riskit. Kartoitetaan mahdolliset riskitekijät sekä todennäköisyydet. Lopuksi 10. vaiheena tehdään tuotantopäätös toteutettavasta murskausyhdistelmästä.

5. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELO

5.1 Esimerkkilaskelmat

Tutkimuksen tuloksena muodostui Microsoft Excel -laskentamalli, joka yhdistää kiviainestuotannon toimintojen kustannustietouden markkinatietouteen. Laskentamallilla hahmotetaan iteroimalla kiviainestoimipisteen sekä markkinan välille toiminnanharjoittajan teknistaloudellinen optimi. Yhdistämisen lopputuloksena saadaan kunkin tarkastellun tuotantoyhdistelmäkokonaisuuden katesummat, joita voidaan vertailla eri yhdistelmien välillä. Asiakas- ja markkina-analysointia varten laskentamalli korostaa tuote- ja asiakaskannattavuutta, jolloin laskentamallissa käsitellään toimintojen kustannuksia tarkoituksenmukaisella tarkkuudella ja kohdistuksella. Yksittäisen toiminnon aiheuttamien kustannusten tarkkuus on enintään asiakashintojen tarkkuuden mukainen. Tuotannonohjauksen päätöksenteko voidaan perustella laskentamallin osoittamalla teknistaloudellisuudella. Tuloksessa huomioimatta jää kiviainestoimipisteen hallinnolliset kustannukset. Seuraavassa esitellään tutkimustuloksen yksityiskohtainen rakenne.

Laskentamallin ensimmäiselle välilehdille voidaan syöttää tapauskohtaisesti eri toimintojen kustannukset. Kuvissa 12 ja 13 on esitetty tutkimuksessa käytetty kustannus-välilehti, jonka kustannustaso on murskauksen osalta otettu aiemmista tutkimuksista (Komulainen 2014). Muut sivukulut on jaettu tuotekohtaisesti kiinteiksi, mutta ovat tapauskohtaisesti muutettavissa. Kustannusten syöttökentät on havainnollistettu punertavalla pohjalla kuvassa 13, josta nähdään haastattelujen perusteella valitut toiminnot. Kuvassa 14 on esitetty katesumma-välilehti, josta ilmenee valitut tuotantoyhdistelmät sekä tuotantomäärät sekä yksikkökate. Eri tuotteiden eli kiviaineslajikkeiden välisten riippuvuuksien taloudelliset vaikutukset ilmenevät lajikekohtaisissa yksikkökatteissa iteroinnin aikana. Yksikkökatteet muodostuvat markkinahintojen (kuva 12) ja yksikkökustannusten (kuva 13) erotuksena. Kuvassa 12 on esitetty markkinahinnat tyyppillisten lajikkeiden osalta. Hinnat on saatu Palovuoren Kivi Oy:n noutohinnastosta käyttäen 20% alennusta.

#0/3	5,71 €		#0/32	5,79 €
#3/6	16,00 €		#16/32	9,79 €
#0/6	6,98 €		#0/56	5,71 €
#0/11	6,98 €		#0/63	5,71 €
#0/16	6,82 €		#0/90	4,82 €
#6/16	9,79 €		#0/150	4,82 €

Kuva 12. Tutkimuksessa käytetyt markkinahintatiedot (€/t), sitomattomalle koostekiviaineelle. Noutohinnastosta 20% alennettu hinta. (Palovuoren kivi 2015)

	murskaus	kubisointi	varastointi	kuormaus	louhe (lou)	pintamaid	muut	raaka-aine
KaM 0/12	4,83 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/16	4,38 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/32	3,03 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/56	2,86 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/63	2,86 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/90	2,78 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/150	2,53 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/6/16	4,83 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/6/32	3,70 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/6/16/32	3,70 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/16/32	3,70 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/2/22	4,71 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/3/6/16	5,39 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/2, 0/3, 0/6	3,37 €	- €	0,10 €	1,00 €	0,10 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/11 Ab	5,17 €	1,00 €	0,10 €	1,00 €	1,00 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/16 Ab	4,68 €	1,00 €	0,10 €	1,00 €	1,00 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/31 Ab	3,37 €	1,00 €	0,10 €	1,00 €	1,00 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/11/16 Ab	5,05 €	1,00 €	0,10 €	1,00 €	1,00 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/16/32 Ab	3,87 €	1,00 €	0,10 €	1,00 €	1,00 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 16/22 Ab	3,87 €	1,00 €	0,10 €	1,00 €	1,00 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/11/16/32 Ab	4,21 €	1,00 €	0,10 €	1,00 €	1,00 €	0,10 €	- €	0,10 €
KaM 0/11/16/22 Ab	4,21 €	1,00 €	0,10 €	1,00 €	1,00 €	0,10 €	- €	0,10 €

Kuva 13. Toimintojen yksikkökustannusten (€/t) syöttökentät laskentamallissa.

Lajikekohtaisesti eritelty yksikkökatelaskenta on esitetty kuvassa 15. Laskentamalli vastaa kysymyksiin:

1. mitä tuotesegmenttiä on kannattavin tuottaa
2. minkä laajuisella lajikevalikoimalla tuotesegmentti on optimaalisin.

Kuvassa 14 on esitetty määräävän lajikkeen 6/16 eräs vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmän katesummalaskenta. Kuvan 14 tuotantoyhdistelmässä 6/16 tuotetaan muun muassa 0/6/16/32 tuotantoyhdistelmällä, jolloin saadaan kolmea tuotetta samanaikaisesti. Muut 6/16 tuotantoyhdistelmien vaihtoehdot on esitetty liitteessä 3. Tuotesegmentit voidaan eritellä toisistaan eri välilehdille, jolloin voidaan hyödyntää poikkeavia kustannus- ja markkinahintatietoja. Kuvan 15 tuotesegmenttikohdaisen laskennan välilehdellä vasemalla esitetään lajikkeet. Sarakkeissa B-G (keskellä) on esitetty määrä- sekä taloustietoja kyseisen rivin lajiketta kohden. Sarakkeen G oikealla puolella on esitetty käytetty murskausyhdistelmä sekä lajikekohtaiset saantomäärät. Saantomääriin vaikuttavat kokemusperäiset murskausyhdistelmän saantosuhteet, jotka on esitetty taulukon alalaidassa. Pu- nertavalle pohjalle määritetään murskausyhdistelmän tuotantomäärät, jolloin vihreään kenttään tulostuu saatava katesumma. F sarakkeeseen on määritetty keskimääräinen yksikkökate, joka mahdollistaa tuotesegmentin sisäisen kannattavuusanalyysin.

A	B	C	D	E	F	G	O	Q	R
	Tuotetaan		Tuotantokust Hinta		Kate		Tuontoprosessi murskaushinnaston mukaan		
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/6/16+0/32	0/6/16/32	0/16/32
#0/3	-	- €	- €		- €	- €			
#0/4	-	- €	- €		- €	- €			
#0/5	-	- €	- €		- €	- €			
#0/6	3 400	19 278 €	5,67 €	6,98 €	0,96 €	3 254,48 €	1 700	1 700	
#0/8	-	- €	- €		- €	- €			
#0/11	-	- €	- €		- €	- €			
#0/16	5 000	30 000 €	6,00 €	6,82 €	0,48 €	2 376,00 €			5 000
#0/22	-	- €	- €		- €	- €			
#0/32	5 800	30 914 €	5,33 €	5,79 €	0,17 €	999,92 €	5 800		
#0/56	-	- €	- €		- €	- €			
#0/63	-	- €	- €		- €	- €			
#0/90	-	- €	- €		- €	- €			
#0/150	-	- €	- €		- €	- €			
#3/6	-	- €	- €		- €	- €			
#3/8	-	- €	- €		- €	- €			
#4/8	-	- €	- €		- €	- €			
#5/11	-	- €	- €		- €	- €			
#5/16	-	- €	- €		- €	- €			
#6/16	5 000	32 825 €	6,57 €	9,79 €	2,74 €	13 687,00 €	2 500	2 500	
#8/16	-	- €	- €		- €	- €			
#11/16	-	- €	- €		- €	- €			
#11/22	-	- €	- €		- €	- €			
#6/32	-	- €	- €		- €	- €			
#16/32	10 800	64 800 €	6,00 €	9,79 €	3,30 €	35 665,92 €		5 800	5 000
	30 000					55 983,32 €	10 000	10 000	10 000
suhde							17 %	17 %	50 %
							25 %	25 %	50 %
							58 %	58 %	

Kuva 14. 6/16 ja 16/32 tuotteiden eräs tuotantoyhdistelmien katesummalaskenta.

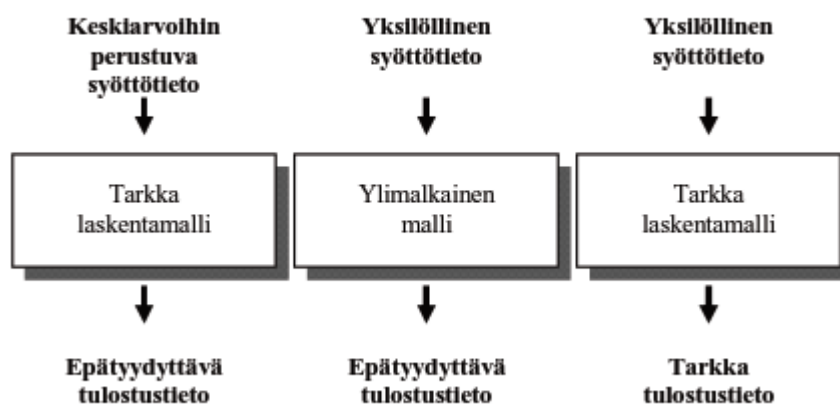
5.2 Tulosten analysointi

Laskentamallin optimoi tuotevalikoiman teknistaloudellisuuden, parantaen tuotevalikoimasta saatavan katesumman, koska yksikkökatteita joudutaan tasapainottamaan. Tulokset osoittavat, että murskauslaitosten yhdistelmien valinnalla ja suunnittelulla, eli tuotannonohjauksella voidaan parantaa saatavaa katetta liite 3. Laskentamallissa markkinahintojen muutokset vaikuttavat välittömästi saataviin katteisiin sekä murskausyhdistelmän kannattavuuteen, joka havaitaan kuvasta 18. Laskentamallin osoittamien yksikkökatteiden tarkkuuden parantuessa myös yhdistelmien kokonaiskatteiden (katesumma) maksimointi on mahdollista. Katteiden realistinen muodostuminen tarkoittaa katteiden sekä markkinahintojen korrelaatiota, jolloin vältytään virheellisiltä hinnoitteluilta.

Markkinahinnat ja yksikkökatteet korreloivat keskenään, sillä katteiden kohdistaminen painotetaan myös lajikkeiden kysynnän suhteen. Usein sepelituotannossa, jossa määräävä lajike on sepeli, syntyvän kivituhkan heikko kysyntä laskee markkinahinnan alle tuotantohinnan. Sepelin tuottamisen sivukustannukset, eli kivituhkan tappiollisuus nostavat sepelin markkinahintaa. Sepelituotannon ohjaamisen vaikutus korostuu tämän vuoksi myös laskentamallissa, jolloin laskentamallin toimintaa voidaan pitää realistisena. Sepelituoto-

tannon aiheuttaman kivituhkan minimointi määrittelee sepelin vähimmäishintatasoa. Laskentamalli osoittaa haastatteluissakin esiintyneen raaka-aineen, kierrättämisen sekä saantosuhteiden taloudellisen merkityksen, sillä saantosuhteet kullekin murskausyhdistelmälle voidaan syöttää laskentamalliin toteumatiedon perusteella.

Excel-laskentamalliin voidaan muuttaa lähtötietoja, jolloin se muuttaa automaattisesti koko laskennan muodostaman katteen. Yksittäisen lähtötiedon muuttamisen vaikutus määräytyy myyntihintaan suhteutettuna. Laskentamallin kokonaistarkkuus muodostuu kaikista lähtötiedoista sekä laskentamallin tarkkuudesta. Tällöin kokonaistarkkuus määräytyy epätarkimman lähtötiedon tai laskentamallin epätarkimman osan suhteen (kuva 15). (Fogelholm & Karjalainen 2001) Laskentamalli tukee aiempia toimeksiantajan tekemiä ratkaisuja, etenkin sitomattomien murskeiden heikon arvostuksen alueilla, kasvukeskusten ulkopuolella. Asfalttikiviaineksen arvostuksen vähäisempi sijaintiriippuvuus parantaa sen suhteellista kannattavuutta kasvukeskusten ulkopuolella. Näillä alueilla asfalttikiviainesten tuottaminen korvaa sitomattomien murskeiden heikompaa katetasoa. Laskentamallin noudattaessa aiempia ratkaisuja voidaan laskentamallin tuloksia pitää oikean suuntaisina. Eri tuotesegmenttien sekä asiakkuuksien kokonaisuuksien muodostamien riskien epätasaisen jakautumisen vuoksi on saatuja kokonaiskatteita tulkittava suuri-irteisesti. Usean asiakkaan palveleminen mahdollistaa suuruuden ekonomiaa, mutta tekee tuotantoyhdistelmästä riippuvaisen asiakaskunnan kokonaisuuden säilymisestä. Asiakaskunnan muutokset edellyttävät tuotantoyhdistelmän sopeuttamista, jolloin on muutettava optimaalista tuotantoyhdistelmää. Muutoksen toteuttaminen saattaa heikentää katetta tai aiheuttaa sivukiveä suhteettoman paljon. Eri tuotesegmenteistä aiheuttamien riskien on korreloitava saatavan kokonaiskatteeseen. Riskinsieto sekä riskinottohalukkuus eri tuotesegmentein on arvioitava tapauskohtaisesti.

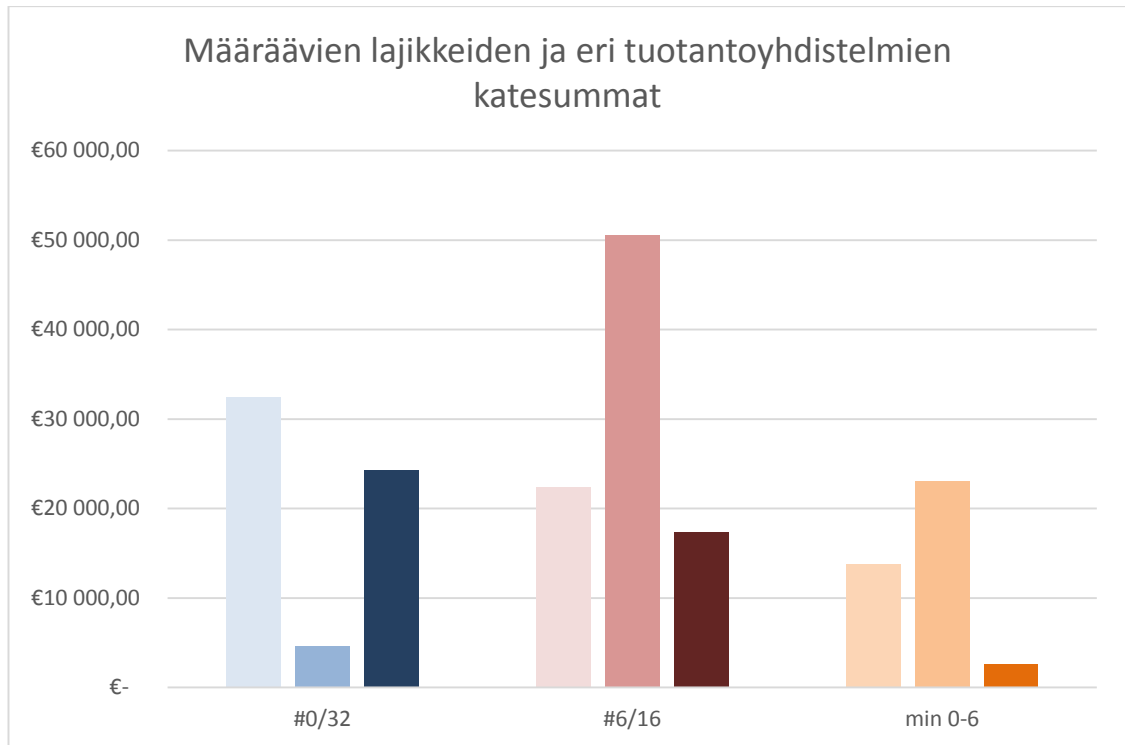


Kuva 15. Laskentamallien tulosten tarkkuudet. (Fogelholm & Karjalainen 2001)

Laskentamalli pystyy havainnollistamaan tuotantomäärien kasvattamisen taloudelliset vaikutukset, jolloin tuotantovalikoima on optimoitava uudestaan. Laskentamalli ei suoraan otta huomioon jo varastoissa olevia lajikkeita, mikä rajoittaa sen käyttöä. Laskentamallilla voidaan kuitenkin optimoida varastojen täydentäminen. Varaston kierto nopeuden oletetaan tutkimuksessa olevan markkina- tai myyntihinnasta riippuvainen, sillä se on asiakasarvoista merkittävin. Hinnoittelun ollessa markkinahinnan mukainen tulisi varaston kiertää sujuvasti, jolloin voidaan optimoida tuotantokustannusten kokonaisuus ja suhteuttaa tuotanto kysynnän mukaan. Tuotantokustannukset eivät voi lajikevalikoiman kokonaisuuden osalta olla markkinahintaa korkeampia. (Fogelholm & Karjalainen 2001) Tämän tutkimuksen myötä markkinahinnan ja lajikevalikoiman tuotantokustannusten erotus voidaan maksimoida tuotannonohjauksella. Laskentamalli myös osoittaa tuotantoprosessin taloudelliset pullonkaulat, jolloin tuotannonohjausta sekä tuotantokustannuksia voidaan optimoida ratkaisevien tekijöiden suhteen. Laskentamalli mahdollistaa erilaisten yhdistelmien vertailun, jolloin voidaan tiedostaa ja tarkentaa yksittäisten lajikkeiden ja tuotesegmenttien hinnoittelua sekä riskejä.

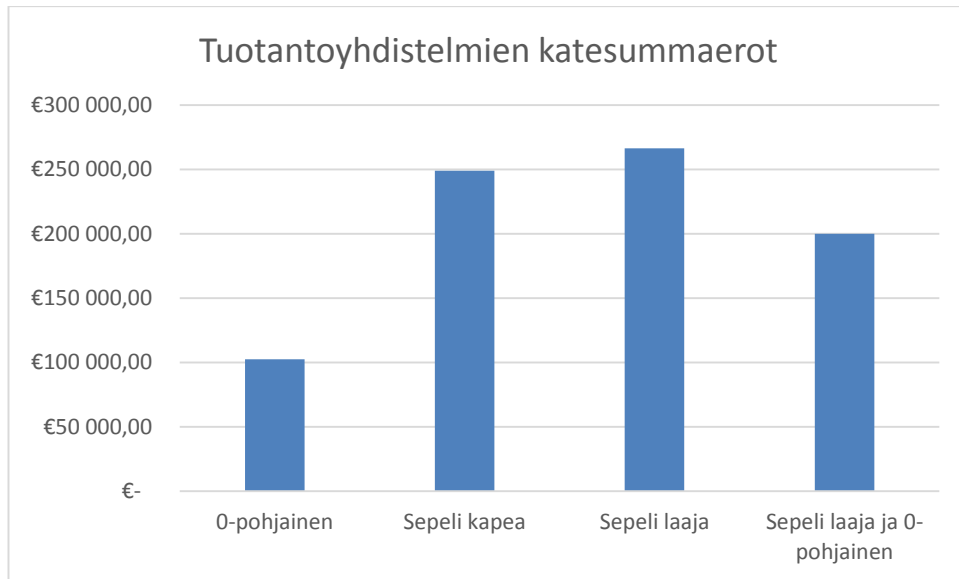
5.3 Tulosten validointi ja tarkastelu

Eri tuotantoyhdistelmillä saadaan erisuuruiset katesummat, mikä osoittaa lajikkeiden tuotantoyhdistelemien ohjaamisen kannattavuuden. Kuvassa 16 on esitetty (1. tarkastelu) määräävien lajikkeiden 0/32, 6/16 sekä 0/6:a tuotantoyhdistelmien erilaiset katesummat. Tarkasteltavaksi on otettu erilaisia lähtötilanteita, jolloin laskentamalli tuottaa erilaisia ratkaisuja analysoitavaksi. Ensimmäisessä tarkastelussa 0/32 tuotantomääräksi, eli saannoksi on asetettu 10 000 t vaatimus, kun puolestaan 6/16 tarkastelussa on rajoitettu kokonaistuotantomäärä 15 000 t. Lopuksi pyritään välttämään kivituhkan syntymisen taloudellisia vaihtoehtoja. Kuvasta 16 voidaan havaita erilaisten tuotantoyhdistelmien eli lajikekokonaisuuksien muodostavan erisuuruisia katesummia. Lajikekohtaisten katesummatarkastelujen yhdistelemien avulla voidaan laskea koko tuotantopakettien tai aikaikkunan optimaalisin tuotantoyhdistelmä. Lisäksi tulosta voidaan hyödyntää varastoarvon tarkkaan lajikekohtaiseen määrittelyyn, sillä se huomioi erilaisten murskausyhdistelmien aiheuttamat kustannuserot. Varaston arvostuksen tarkentuessa täsmentyy myös varastoon sidotun pääoman lajikekohtaiset juurisyöt, mikä ohjaa varaston teknistaloudellista hallintaa. Tuotantokustannusten vaihtelu eri tuotantoyhdistelmillä voi olla jopa kymmeniä prosentteja.



Kuva 16. Kuvassa on esitetty erilaisten tuotantoyhdistelmien muodostamia katesummia, joissa muodostuu tavoitelajikkeita 0/32, 6/16 tai 0/6. (Liite 3)

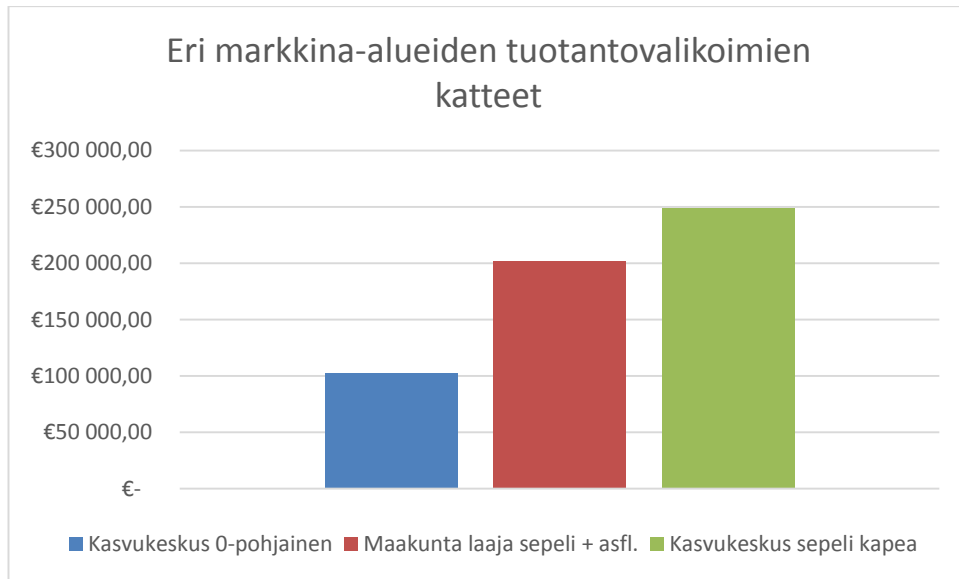
Kuvassa 17 on (2. tarkastelu) esitetty erilaisten tuotantoyhdistelmien katesummia, joissa määrävänä tekijänä on käytetty tuotevalikoimaa, eikä yksittäistä lajiketta. Tuotevalikoimat on valittu erilaisten tuotantoyhdistelmien perusteella, jolloin murskauskustannus sekä myyntihintojen erot aiheuttavat katesummien eron. Tarkasteluun valittiin neljä tuotevalikoimaa: 1. 0-pohjaiset kiviainekset, joiden tuottamisen kapasiteetti on korkea, 2. kapea sepelevalikoima, jossa on 6/16 ja 16/32 lajikkeet sekä sivukiviaines, 3. laaja sepelevalikoima, joka sisältää myös hiekoitussepin sekä 4. laaja sepelevalikoima, jossa on 0-pohjaisia tuotteita täydentävässä valikoimassa. Sepelipitoiset tuotevalikoimat laajentavat asiakaskuntaa sekä nostavat katesummaa. Laskennan tarkemmat tiedot on esitetty liitteessä 5. Katesummat eroavat erilaisten tuotantoyhdistelmien vuoksi, sillä kokonaistuotantomäärä on kaikissa 90 000 t. Laskenta ei huomioi raaka-ainelähteen kustannuksia, jotka työmaakiviaineksessa (kuvassa: ”0-pohjainen”) ovat tyypillisesti eri kuin laajan valikoiman kiviainestoimipisteessä. Työmaakiviaineksella tarkoitetaan työmaan louhinnasta sivutuotteena syntyvää kiviainesta. Lisäksi tarkastelussa huomataan kuinka laajan valikoima vaikuttaa muodostuvaan katesummaan heikentävästi. Tämä tukisi kuvan 2 teoriaa, jonka mukaan tuotteiden kannattavuudessa on eroja. Lisäksi kuvan 17 tulos osoittaa, että tuotannon ohjauksella vaikutetaan kokonaiskatteen muodostumiseen. Mikäli summat siirrettiin ”0-pohjaisen” ja ”sepele kapea” yhdistelmien katesummat ja verrattaisiin sitä kaksinkertaiseen ”sepele laaja ja 0-pohjainen” tuotantoyhdistelmän katesummaan, huomattaisiin sen olevan yli kymmenyksen parempi. Kuvan 17 tulos ei kuitenkaan huomioi lajikevalikoiman vaikutusta asiakaskunnan käyttäytymiseen.



Kuva 17. Erilaisten tuotantokokonaisuuksien vaikutus muodostuvaan katesummaan. (Liite 4)

Markkina-alueen hintataso vaikuttaa kiviainestoimipisteiden kannattavuuteen. Tämä korostuu etenkin 0-pohjaisten lajikkeiden kiviainestoimipisteissä, jossa katesumma pienee noin neljännekseen. Kasvukeskuksen hintatasolla laskentamalli antaa 90 000 tonnin kokonaistuotannolle noin 102 000 euron katteen, kun puolestaan kasvukeskuksen ulkopuolella 15% edullisemmalla markkinalla kate supistuu noin 26 000 euroon. (Liite 6) Laskelmat osoittavat, että erilaisista projekteista syntyvän ylijäämälouheen hyödyntäminen kiviaineksen raaka-aineena on kasvukeskusten markkinassa kannattavampaa kuin heikommissa markkinassa. Markkinahinnan ollessa 15% heikompi vaikuttaa se jo merkittävästi projektikiviainesten myyntiin kustannusten säilyessä samana, sillä hinnoittelulla ei voida lisätä myyntiä kysynnän puuttuessa. Lisäksi kiviainestoimipiste muuttuu markkinavaikutuksille erittäin haavoittuvaksi, mikäli kate on lähes marginaalinen. Kasvukeskusten alueella ylijäämälouheella on arvo, joka vahvistaa laskentatuloksen.

Esimerkilaskelmassa (3. tarkastelu) kasvukeskuksen ja muiden markkina-alueiden väliseksi hintaeroksi oletetaan 15%: a. Kuvassa 18 on havainnollistettu (3. tarkastelu) eri markkinahinnan 15% eron ja tuotevalikoimien vaikutusta katesummaan. Tarkasteluun on otettu kasvukeskuksen ulkopuolella myös asfalttikiviainesten tuottaminen, joka on hintatasoltaan muita kiviaineita kalliimpi. Asfalttikiviainesten avulla pyritään tarkastelemaan tilannetta, jossa heikkoa markkinahintatasoa kompensoidaan laadullisesti arvokkaammilla asfaltti-kiviaineilla. Tarkastelussa käytetyt lähtöarvot eivät välttämättä kuvaa realistisesti eri tuotesegmenttien välistä suhdetta eri markkina-alueilla, mutta osoittavat laskentamallin toimivuuden sekä hyödynnettävyyden. Katesummien erot johtuvat eri tuotesegmenttien hintatasoista sekä niiden edellyttämien toimintojen kustannuksista.



Kuva 18. Erilaisten markkina-alueiden ja tuotevalikoimien muodostamien katesummien tarkastelu. Liitteessä 4 on esitetty tausta aineisto. (Liite 4)

Markkinahintatietojen hintatasojen vaihtelu, vaikuttaa selkeästi erilaisten tuotevalikoimien kannattavuuteen. Hintataso voi esimerkiksi 0-pohjaisissa massalajikkeissa, kuten 0/56 tai 0/90 vaihdella markkina-alueen ylijäämäkiven ylitarjonnasta johtuen merkittävästi. Oletuksena on, että kapean sepelivalikoiman toimipisteet aiheuttava markkinahintapainetta myös laajan sepelivalikoiman toimipisteille. Laajempi valikoima edellyttää kuitenkin muun muassa laajemman asiakaskannan hallintaa, joten laajemman sepelivalikoiman toimipisteeseen kohdistuu hinnankorotuspainetta tuotantoratkaisujen mukaisesti. Laskentamallin validoitiin muun muassa eri hintatason alueilla eri lajikekokonaisuuksin.

Tuloksen virhelähteitä ovat lähtötietojen virheellisyys, laskentamallissa huomioitujen toimintojen kattavuus ja valittu murskaushinnaston runko. Kiviainesten lajikekohtaisten markkinahintojen virheellisyys vaikuttaa erittäin harhaanjohtavasti katelaskentaan. Lisäksi virheellisiä lähtötietoja voivat olla puuttuvat toiminnot tai väärin muodostuvat yksikköhinnat. Tuloksen validius on kuitenkin riippuvainen markkinahintatietona käytetyistä arvoista. Case-laskelmissa on käytetty Palovuoren kiven vuoden 2014 noutohinnastoa, jolloin markkinahintatieto on tältä osin vanhentunutta. Noutohinnastosta keskeisin saatava tieto, joka vaikuttaa laskentamallissa on eri tuotteiden väliset hinnoittelusuhteet. Tutkimuksessa on käytetty 20% alennusta kuvastamaan toimipisteen keskimääräistä myyntihintaa. Noutohinnasto on perusteltu valinta, sillä se edustaa tarkimmin keskimääräistä markkinahintaa. (Palovuoren kivi 2015) Tutkimuksessa asfalttikiviainesten todellisen hintatason selvittäminen osoittautui vaikeaksi, joten päädyttiin tarkastelemaan lähinnä sitomattomien koostekiviainesten optimointia.

Toimintojen riittävä huomiointi laskennassa sekä kohdistamisperiaate vaikuttavat laskennan lähtötietoina laskentatulokseen. Murskaushintojen, eli tuotantoyhdistelmien valinta ja määrittely voidaan muuttaa mekaanisesti laskentamalliin. Laskentamallissa oletetaan

lajikkeiden yksikkökustannusten vaihtelevan vain murskausprosessin osalta, sillä muiden kustannusten oletetaan kohdistuvan tonnisisäisesti. Virhelähteitä ovat myös haastattelututkimuksesta saadun tiedon vaikutus laskentamalliin sekä analysoinnissa tehdyt virheelliset johtopäätökset. Edellä mainitut virhelähteet johtuvat osittain pienestä haastateltavien lukumäärästä, jolloin virheellisyys saattaa jäädä havaitsematta ja johtopäätökset sisältävät subjektiivisuutta. Haastattelututkimuksen perusteella on määritetty valitut tuotantoyhdistelmät sekä riippuvuus- ja saantosuhteet. Lisäksi saantosuhteen vaihtelu raaka-aineen muuttuessa muuttaa syntyvää katetta tai tappiota. Tutkimus olettaa kiviainestuotteen laadun joko täyttyvän tai ei, jolloin laskentamallin hyödyntäjän on erillään ymmärrettävä kiviainesten laatuvaatimukset. Laadun vaikuttavuuden virheellinen ymmärrys voi antaa laskentamallin hyödyntäjälle virheellisen kuvan kiviainestuotannon taloudellisuudesta. Laskentamalli ei myöskään ota huomioon yrityksen muita kuluja.

Tutkimuksen laskentamallia voidaan hyödyntää tuotannonohjauksen apuvälineenä kustannusten hallinnassa. Malli mahdollistaa erilaisten tuotantoratkaisujen, –kokonaisuuksien ja tuotesegmenttien vaikutusten havainnollistamisen kiviainestoimipisteen talouteen. Suurin tuotteen arvo ei välttämättä ole tuottajan kannalta taloudellisesti kannattavin kokonaisratkaisu tarkasteluhetkellä. Teknitaloudellisen optimin määrittämisen avulla pyritään havainnollistamaan tulojen ja menojen, eli tuotehinnan ja kustannusten epälineaarisiksi oletettua käyttäytymistä. Oletettu epälineaarisuus huomioidaan tutkimuksen laskentamallissa jakolaskennan sovelluksella. Lisäksi on huomioitava rinnakkaistuotannon tuomat edut ja ongelmat. Tarkoituksena on mahdollistaa naiivin, eli toteumatiedon avulla ennustamisen hyödyntäminen tutkimustuloksen avulla jatkossa, jolloin tuotantomäärien suunnittelu perustuu ennusteeseen. Tämän vuoksi on eriteltävä kunkin vaihtoehdon kustannukset sekä tuotteista saatava hintataso.

Luotettavuus on riippuvainen käytettyjen lähtötietojen luotettavuudesta. Laskentamallin käyttö ja soveltaminen eri kiviainestoimipisteisiin edellyttää tapauskohtaista lähtötietojen arviointia. Laskentamallilla ei voida tehdä yleistyksiä erilaisten tuotesegmenttien kannattavuudesta, koska eri toimipisteiden kustannusrakenteet vaihtelevat. Laskentamalli ei huomioi myöskään yritysten muita kustannuksia laskennassa, joten laskijan tehtäväksi jää arvioida ja ennustaa mahdollinen myynti. Todellisuudessa kokonaismyynti ja lajikekohtaiset myyntimäärät voivat muuttua keskisuurissa kiviainestoimipisteissä yhden isomman asiakastilauksen johdosta, jolloin laskentalähtökohta muuttuu. Tuloksen käytännön vaikutusta varaston kiertonopeuteen ei voitu tutkimushankeen aikana selvittää kiviainemarkkinan pitkäjänteisyydestä johtuen. Lisäksi tulos parantaa ymmärrystä kannattamattomien lajikkeiden muodostumisesta. Laskentamalli ei ratkaise kuitenkaan ylijäämänä syntyvän kivituhkan ongelmaa, mutta pitkäjänteisesti yhdistettynä ennustamiseen voidaan kivituhkan syntymistä rajoittaa sekä hallita taloudellisesti.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoite oli kehittää kiviainestuotantoalueita teknistaloudellisesti, jolloin markkinahintaan on yhdistettävä tuotantotekniset kustannukset ja rajoitteet. Tavoitteen saavuttamiseksi tutkimuksen tarkoitus oli luoda laskentamalli teknistaloudellisimman yhdistelmän iteroimiseksi. Tutkimuksen tavoitteen saavuttamiseksi tutkimus on jaettu kahteen osaan, jotka vastaavat seuraaviin tutkimuskysymyksiin: ”Mitkä tekijät toimivat kiviainestuotannon reunaehtoina?” ja ”Miten kiviainestuotantoa voidaan mallintaa siten, että tekniset reunaehdot ja taloudellisuus tulevat huomioiduksi riittävällä tarkkuudella?”

Laskentamallin reunaehtojen kartoittamiseksi perehdyttiin kiviainestuotannosta olemassa olevaan tutkimustietoon sekä toteutettiin teemahaastattelu kiviainestoinnin sidosryhmässä. Teemahaastattelun avulla kartoitettiin tyypilliset kiviainestuotannon toiminnot sekä tekniset rajoitteet laskentamalliin. Laskentamalli on jakolaskennan sovellus, jossa voidaan kohdistaa tapauskohtaisesti erinäisten toimintojen aiheuttamat kustannukset. Toimipisteen yksilölliset toiminnot huomioidaan halutulla tarkkuudella. Tekniseksi rajoitteeksi valittiin tyypilliset kiviaineslajikkeet sekä tuotantoyhdistelmät. Teemahaastattelun tuloksena kiviaineksen laatuun liittyvät tekijät sisällytettiin yksinkertaisten valittavien toimintojen kustannuksiin. Raaka-aineen soveltuvuus tuotesegmentin kiviainesten tuottamiseen tulee selvittää aina tapauskohtaisesti erikseen.

Laskentamallin soveltuvuutta on tarkasteltu erilaisten sitomattomien lajikevalikoimien sekä asfalttikiviainesten avulla. Tuloksena saadaan erilaisten tuotantoyhdistelmille katesumat, jotka poikkeavat toisistaan realistisesti. Kokonaistuotantomäärän tai saantovaatimuksen vaikutukset katesummaan poikkeavat tarkastelussa yhden yhdistelmän kohdalla merkittävästi muista yhdistelmistä (kuva 16). Lisäksi on tarkasteltu eri markkinahintatason vaikutusta katesummaan 0-pohjaisen tuotevalikoiman osalta. Kustannuserot johtuvat tuotannon järjestämisen tehokkuudesta ja tuotantoyhdistelmistä. Tuotannon tehokkuutta nostavat keskeisesti myyntivolyymit, usean tuotesegmentin yhdistäminen sekä asiakaskunnan laajuus. Lajikkeiden tai tuotesegmenttien rinnakkaistuotannon optimointi, etenkin suuruuden ekonomialla, aiheuttaa riippuvuussuhteen asiakaskunnan pysyvyyteen eli hallintaan. Asiakaskunnan hallinta tulee tarkastella raaka-aineen tavoin liiketoimintastrategiana, jossa tutkimustulos toimii päätöksenteon apuvälineenä. Tutkimuksen tuloksena tuotanto voidaan sovittaa myyntivolyymiin hallitusti, siten että varasto pysyy hallinnassa ja hinnoitteluperuste on kohdistettu aiheuttamisperiaatteen mukaisesti. Laskentamalli ei kuitenkaan pysty poistamaan liiketoimintariskejä, jotka muodostuvat markkinasta.

Varaston kasvaessa tiettyjen tuotteiden osalta liian suureksi markkinakysyntään nähden, laskee toimipisteen tehokkuus. Hidas varaston kiertonopeus estää kiviainesalueen tehokasta käyttöä, eli aiheuttaa hukkaa ja lajittumista sekä sitoo pääomaa, jolloin se on sekä teknisesti että taloudellisesti epäedullista. Varaston tuotteiden epätasainen kierto kertoo

virheellisestä hinnoittelusta, jota tutkimus pyrkii tarkentamaan. LEAN-periaatteen mukaisesti ylituotanto sekä ylisuuret varastot ovat hukan tyypillisiä tunnusmerkkejä. (Forsman 2011) Lisäksi varastojen minimoinnilla mahdollistetaan markkinamuutoksiin ja häiriöihin varautumisen joustavuus, eli pienennetään liiketoimintariskiä. Varastojen supistamisella parannetaan sijoitetun pääoman tuottoa eli parannetaan liiketoiminnan kannattavuutta.

Tuotehinnoittelun ehdoton lähtötieto on toimintoperusteisten kustannusten syntymisen syiden ymmärtäminen. Hinnoittelun riippuvuussuhteiden osoittaminen asiakkaalle luo lisäarvoa myyntityöhön sekä korostaa asiakkuuksien hallinnan merkitystä. Hinnoittelun pitää perustua koko tuotantoerän myyntiin samassa aikaikkunassa, jotta säilytettäisiin varaston ja tuotannon volyyymi tasapaino lajikkeittain. Laskentamallissa voidaan vertailla myös erilaisten hinnoitteluratkaisujen vaikutusta projektin teknistaloudellisuuteen. Kiviainestoimipisteen mediaanikannattavuutta heikompia lajikkeita tulee kompensoida syy seuraussuhteen mukaisesti. Esimerkiksi kivituhkan heikkoa kannattavuus korvataan sepelin korkeammalla hintatasolla, koska kivituhkan syntyminen juurisyy on sepelin tuotannossa. Kiviainestuotannon ollessa erätuotantoa, eli perustuessa murskausjaksoihin, tulee myynnin aikaikkuna vastata eräkoon tuotteiden jakaumaa. Toisin sanoen laskentamallin tulkinnessa ja soveltamisessa on huomioitava kuitenkin markkinakysynnän volyyymi sekä suhde tuotantoerään. Syyt voivat olla myyntihinnoittelussa, asiakassegmenttien yhdistämisessä tai kustannusrakenteessa, jotka on tarkastettava tapauskohtaisesti. Merkittävintä kivituhkan varasto-ongelmaa aiheutuva tekijä on kuitenkin puuttuva kysyntä.

Tutkimuksessa kehitettyä laskentamallia ei ole sovellettu vielä täysimääräisesti käytäntöön, joten sen pitkäaikaisista vaikutuksista ei ole tietoa. Tutkimuksen yleinen hyöty rajoittunee kivituhkasta aiheutuvan ongelman konkreettisten ja taloudellisten syiden erittelyyn, jota on havainnollistettu 2. tarkastelulaskennassa (kuva 17). Tutkimuksen laskentamallin toiminnot, kustannusrakenne ja valitut tuotantoyhdistelmät muodostavat reunaehdot, joihin on erilaisia sovelluksia eri kiviainestoimijoilla. Muodostuneessa laskentamallissa saattaa olla vääristymää ja epätarkkuutta perustuen vaihtoehtoihin reunaehtoihin. Teknistaloudellisimpaan ratkaisuun liittyy lähes poikkeuksetta myös liiketoimintariskejä, joita tutkimuksessa ei ole otettu huomioon. Laskentamalli on vain yksi tapa tarkastella asiakokonaisuutta.

Laskentamalli voisi sisältää lisätoimintoja joiden avulla voitaisiin vertailla esimerkiksi kahden toimijan oletusarvoin toimivia kiviainestoimipisteitä, eli mallintaa kilpailutilannetta. Raaka-aineen tarkempi huomioiminen murskausprosessissa edellyttäisi pitkäjänteisen tiedon keräämistä sekä hyödyntämistä. Lisäksi laskentamallin visuaalisuutta voisi kehittää, jolloin sen käytettävyys paranisi. Jatkotutkimusaihe voisi olla teknistaloudellisen optimoinnin sekä toteutuneen myynnin välisen yhteyden tarkentaminen.

LÄHTEET

Alkio, R. & Vuorinen, J. (1989). Asfalttipäällysteiden tutkimusohjelma ASTO 1987-1992. Päällystekiviaineksen valintaan vaikuttavat tekijät, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Espoo, 43, 79 sivua.

Betonin kiviainekset 2008, (2009) Suomen betonitieto, Helsinki, 58 sivua.

Eloranta, J. (1995). Influence of crushing process variables on the product quality of crushed rock, TTKK, Tampere, 118 sivua.

Fogelholm, J. & Karjalainen, J. (2001). Tuotantotoiminnan mittaaminen, WSOY, Helsinki, 135 sivua.

Forsman, L. (2011). Arvovirtojen johtaminen kiinteistöliiketoiminnassa: diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere, 69 sivua.

Grönholm, S. & Alviola, R. (2006). Retkeilijän kiviopas, 2. ed., Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 88 sivua.

Hakapää, A. & Lappalainen, A. (2011). Kaivos- ja louhintatekniikka, 2. tark. p. ed., Kaivannaisteollisuus, Helsinki, 388 sivua.

Happonen, A. (2011). Muuttuvaan kysyntään sopeutuva varastonohjausmalli, toimintamallit, xiii, 163 sivua. Available: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-265-195-2>;
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-265-195-2>.

Heikkilä, P. (1991).
Improving the Quality of Crushed Rock Aggregate Acta Polytechnica Scandinavia 96.

Rakennustieto 2010, InfraRYL (2010). Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2010. Osa 1, Väylät ja alueet, Rakennustieto Oy, Helsinki, 555 sivua.

Investopedia LLC, Investopedia Market price, Yhdysvallat, web page. Available (accessed 12.11.2016): <http://www.investopedia.com/terms/m/market-price.asp>.

Kauranne, L.K. (1984). Rakennusgeologia II. 2, 3 muutumaton p. ed., Otakustantamo, Espoo, 15 , 530 sivua.

Komulainen, V. (2014). CE-merkityn murskeen tuottaminen rakennus-urakan sivutuotteena—kannattavuusselvitys, Bachelor of Construction Management, 39-5 p. Available: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014112616971>.

Korhonen, K. (1974). Rakennusalan kallioluokitus, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Otaniemi, 78, 9 sivua, 4 kuvalehteä.

Luvussa Oy, 2016. Kustannusrakenne, web page. Available (accessed 12.11.2016): <http://www.luvussa.fi/laskentatoimiwiki/kustannusrakenne/>.

Kuula, P. (2015). Tien ja radan sitomattomissa rakennekerroksissa käytettävien kiviainesten lujuuden ja hienontumisen tutkiminen : kirjallisuusselvitys, Liikennevirasto.

Laitinen, E.K. (2007). Kilpailukykyä hinnoittelulla, Talentum, Helsinki, 346 sivua.

Lappalainen, E. & Jormakka, J. (2003). Katsaus tekniikan tutkimusmenetelmiin maanpuolustuskorkeakoulussa, Vol. 61pp. <http://ojs.tsv.fi/index.php/ta/article/download/47874/13749>.

Lindblom, A., Olkkonen, R. & Mäkelä, V.(.). (2009). Liiketoimintamallit, innovaatio-toiminta ja yritysten yhteistyön luonne kaupan arvoketjussa, B-106 ed., Helsingin Kaup-pakorkeakoulu, Helsinki.

Loukola-Ruskeeniemi, K., Lonka, H., Ehrukainen, E., Gustafsson, J., Honkanen, M., Härmä, P., Jauhiainen, P., Kuula, P., Nenonen, K., Pellinen, T., Rintala, J., Selonen, O., Martikainen, M. & Aalto, M. (2015). Kiviaines- ja luonnonkiviteollisuuden kehitysnä-kymät, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 54, Työ- ja elinkeinoministeriö, Helsinki, 75 p. Available: https://www.tem.fi/files/44123/TEMjul_54_2015_web_28102015.pdf.

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. (2005). Johdon laskentatoimi, 6. uud. p. ed., Edita, Hel-sinki, 366 sivua.

Palovuoren kivi Kiviainesten noutohinnasto, Palovuoren kivi Oy, web page. Available (accessed 12.11.2016): http://www.palovuorenkivi.fi/sites/default/files/Palovuoren_Kivi_Oy_yleishinnasto_1.5.2015.pdf.

Pekuri, A. & Haapasalo, H. (2012). Liiketoimintamallien hyödyntäminen rakennus-hankkeiden ja -liiketoiminnan suunnittelussa, Rakennustieto Oy, 5 sivua, Available : <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120304.pdf>.

Peltomaa P. NCC Industry Oy, Helsinki, Haastattelu: Asiakasarvot tuotesegmenttään li-sämateriaali, Sähköpostiviesti 23.1.2017. Haastattelu 2017.

Peltomaa P. NCC Industry Oy, Helsinki. Haastattelu 2016.

PANK ry 2011, Asfalttinormit 2011, Päällystealan neuvottelukunta, Vantaa.

Rakennustietosäätiö (2010). Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. MaaRYL 2010 : talonrakennuksen maatyöt, Rakennustieto, Helsinki, 196 sivua.

RAKLI ry (2015). Pääkaupunkiseudun kiinteistö- ja rakennusmarkkinoilla vilkasta, RA-KLI ry:n pääkaupunkiseudun kiinteistö- ja rakentamismarkkinoiden suhdannetiedote 2/2015 2/2015, RAKLI ry, Available: <http://www.rakli.fi/tietoa-kiinteistoalasta/markkinatietoa/suhdannetiedote-syky-2015.html>.

Riihimäki, S. (2014). Toimintolaskennan hyödyntäminen kalustealan yrityksessä, Lap-peenrannan teknillinen yliopisto Tuotantotalouden tiedekunta, LUT Tuotantotalous.

Routa-Lindroos, S. & Nina Nenonen, N. (2014) Luonnonkiviainesten ja niitä korvaavien uusiomateriaalien käyttö Pirkanmaalla, 94, Available http://maakunta-kaava2040.pirkanmaa.fi/sites/default/files/Luonnonkiviainesten%20ja%20uusiomateriaalien%20k%C3%A4ytt%C3%B6_valmis_140915.pdf (luettu 15.2.2017) Pirkanmaan liitto.

Ruuskanen, J. (2006). Influence of rock properties on compressive crusher performance, Tampere University of Technology, Tampere, 236 sivua.

Ruuskanen, J. (1999). Syötteen vaikutus murskaimen tuotteeseen ja toimintaan : diplomityö, 96, 28 lehteä. Available: <http://tutcat.linneanet.fi/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?BBID=136874>.

Sakki, J. (2003). Tilaus-toimitusketjun hallinta : logistinen B-to-B -prosessi, 6. uud. p. ed., Jouni Sakki oy, Espoo, 216, [5] sivua.

Salmivuori, J. (2010). Vaihto-omaisuuden hallinta pk-yrityksessä käytännönläheisesti, Kauppakamari, Helsinki, 85 sivua.

Seppälä, T. (2006). Tehokkuus julkisen ja yksityisen organisaation toiminnan arvioinnissa : esimerkkinä julkiset ja yksityiset terveyspalvelut, Delivery of Health Care Health Services : organization & administration Private Sector Public Sector Efficiency, Organizational terveydenhuolto : tehokkuuskäsitteet käsiteanalyysi media julkinen keskusteluartikkelit terveydenhuolto : julkinen sektoriterveydenhuolto : yksityinen sektori, 82 sivua p. Available: <https://uef.finna.fi/Record/josku.548171>.

Soveri, U. & Kauranne, L.K. (1975). Rakennusgeologia. 1, Suomen rakennusgeologia, 4. p. ed., Otakustantamo, Espoo, 4, 194 sivua.

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2012). Rakentamisen tilinpäätöstilasto [verkkojulkaisu], ISSN=1797-5328, Tilastokeskus [viitattu: 12.11.2016], Helsinki, Available: http://www.stat.fi/til/ratipa/2012/ratipa_2012_2014-02-13_kat_001_fi.html.

Suomen virallinen tilasto (SVT) (2008). Tukkukaupan määrävuosiselvitys [verkkojulkaisu], Tilastokeskus [viitattu: 12.11.2016]. ISSN=1799-070X, Helsinki, Available: http://www.stat.fi/til/tkm/2008/tkm_2008_2010-04-30_tie_001_fi.html.

Turunen, M. Suomen kallioperä, Suomen Kansallinen Geologian Komitea, web page. Available (accessed 1/2017): <http://www.geologia.fi/index.php/2011-12-21-12-30-30/2011-12-21-12-39-11/2011-12-21-12-39-38/suomen-kallioperae>.

Uusinoka, R. (1989). Kiven lujuus ja siihen vaikuttavat tekijät : luento TTKK:n täydennyskoulutuskurssilla Kivi- ja mineraaliainekset rakennustekniikassa 7.-8.2.1989, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Tampere, 15 lehteä.

Vainio, T. & Nippala, E. (2013). Infrarakentamisen rakenne ja kehityksen ennakointi, TAMK, VTT, 40 sivua, Available : http://www.vtt.fi/sites/infra2030/Documents/Infra-rakentamisen_rakenne_27-2-2013.pdf.

LIITE 1: TEEMAHAASTattelun Runko

KIVIAINEKSEN LAJIKEVALIKOIMAN OPTIMOINTI

Teemahaastattelun tavoite: selvittää tutkimuksen laskentamallin lähtötiedot. Kiviainestuotannon lajikevalikoimaan suunnitteluun vaikuttavat tekijät selvitetään teemahaastattelun ydinkysymyksillä. Nämä käsittävät kiven laadun sekä kiviainestuotteen hinnan muodostumisen.

Perustelu: laskentamallin lähtötietojen sekä näiden parametrien välisten suhteiden selvittäminen. Tämä toimii laskentamallin, eli tutkimuksen tarkoituksen lähtötietona.

Yleinen taustatieto

Teemahaastattelun aluksi kartoitetaan haastateltavan taustoja sekä haastattelun tarkoitusta ja tutkimusta.

1. Sosiaalisen tilanteen hahmottaminen ja luottamus-
pohjan rakentaminen (yleinen sää ja ”small talk” jne.)
[luottamus tuttavallisuus]
2. Tutkimuksen ja haastattelun esittely lyhyesti. [luottamus]
3. Mitä teidän yritys tekee ja mikä on teidän/sinun roolisi siinä? [luottamus]
4. Miten teidän yrityksellä menee? Onko työtä riittänyt?
[luottamus tuttavallisuus]
5. Miten olet päätenyt tähän? Minkälainen ura on taustalla? [luottamus]

Kiven laadun merkitys

Yleisesti ja verraten haastateltavan työhistoriaan

Kallion laatu

6. Mikä on kallion laadun merkitys teille? Mitä kallion laatu teille tarkoittaa? (terminä) [kallion huomioiminen tuotteen määrätymiseen ja sitä kautta sen hintaan]

Mitkä parametrit ovat merkityksellisiä teidän mielestä kalliossa? Mistä kallion laatu muodostuu? [laskentamallin lähtötiedot]

Onko kallion laadulla (mitä se on, kts edellinen) ollut aiemmin työelämässä merkitystä?

7. Miten kallion/raaka-aineen laatu (ominaisuudet) vaikuttaa murskautuvuuteen? [tuotantoprosessiin vaikuttavat

kallio ominaisuudet, lähtötieto tuotantolaitos yhdistelmään]

8. Miten teidän mielestä kallionlaatu vaikuttaa kiviaines (tuotteen) laatuun?
9. edellisessä elämässä” / aiempi kokemus? [haastateltavan ammattitaidon arviointi]

Kiviaineksen / tuotteen laatu

10. Miten haastateltavan näkemyksen mukaan tuotettavien lajikkeiden (tuotteiden/ kiviaineksen) optimointi nykyisin tehdään ja miten se pitäisi tehdä? [laskentamallin idean /rungon selvittäminen]

Murskautuvuuteen ja saatavaan lajikevalikoimaan

11. Mikä on louhinnan vaikutus lopputuotteeseen? (yleisesti) [tukikysymys]

Syväisemmin laadun merkitystä (asfaltti ja betonikivissä) (/lajikevalikoiman soveltuvuus)

12. Kiviaineksen tavoiteltujen ominaisuuksien saavuttaminen sekä murskaajan sitouttaminen tavoitelaatuun? [ratkaisevat ja mitattavat ominaisuudet, = lähtötiedot tuotteen käyttötarkoitukseen => hinta]

Miten te sovitte kiviaineksen tuottamisesta tilaajan kanssa? Kun tiedetään tai ei tiedetä käyttötarkoitusta? [tuotannon sujuvus ja optimi tuotantotilanteeseen suhteutuminen]

Murskaajan kokemuksen hyödyntäminen murskauksen alkusäädöissä? Lajikevalikoiman optimointi. [mutka aihe, jolla päästään haastateltavan näkemykseen optimaalisesta murskaamisesta / tuotevalikoimasta käsiksi]

Laadun (kovuus, lujuus, muoto) sekä tuotettavien lajikkeiden suhde, ratkaisevien **parametrien** selvittäminen

13. Kiviaineksen käyttötarkoituksen asettamat vaatimusten huomioiminen murskaamisessa/tuotantoprosessissa? [tuotanto kokonaisuuden potentiaalinen optimi]

Laadun luokittaminen (1,2,3 ja 4 kiveen? /muu)

14. Voiko kallion laadun (mitä se on) mukaan erotella ja kategorisoida mukaan? [idea ja päärungon tai vaihtoehtoisuuksien hahmottaminen laskentaan]

Miten kallion erilaiset laadut vaikuttavat siitä saatavaan kiviainesvalikoimaan tai miten se vaikuttaa kiviaineksen vaatimusten täyttämiseen? [pohjustaa hinnan muodostumisen luokittamista analyysivaiheessa, mikäli mahdollista]

Hinnan muodostuminen ja vs. kallion ja kiviaines (tuotteen) laatu

Miten hinta tai kustannukset muodostuvat hänen mukaansa ja mikä vaikutus hintaan tuotettavalla lajikkeella ja laadulla on.

15. Miten kiviaineksen (tuotteen) hinta muodostuu teidän mielestä? [kiven hinnan muodostumisen suhteet, laskennan sisäinen osuuksien jakautuminen]
16. Mitkä tekijät vaikuttavat teidän hinnoitteluun? [raami, haastateltavalle tärkeistä kustannuksista]
17. Mitkä tekijät vaikuttavat teidän käyttökohteissa? [vaikuttavat tekijät]

(arka kysymys, pantattava loppupuolelle ja pelisilmän salliessa kysytään)

Intressit ja muu tarkennukset

Yleisesti toiminnan ajankohtaiset asiat ja asiallinen lopetus keskustelulle.

18. Miltä teidän yrityksen tulevaisuus näyttää? [yleinen, kohtelias lopetus]

LIITE 2 TEEMAHAASTATTELU LITTEROINTI

Teemahaastatteluiden litterointi

Teemahaastattelut toteutuivat niin sanotusti itseään korjaaviksi, jolloin haastatteliija tulkitse ja tiivistä kuulemansa haastattelun aikana. Täten haastateltavalla oli mahdollisuus korjata väärät haastattelijan tulkinnat tai vahvistaa ne. Itseensä korjaavan haastattelun avulla voitiin pyrkiä tekemään päätelmät suoraan tallenteista, sillä haastateltuja oli vain neljä. Haastatteluissa toistui samoja asioita, jolloin tulokseksi saatiin muodostettua pääosin yhtenevä tulkinta. Eroavaisuudet johtuivat eri tulkinnasta sekä edusta, mutta haastateltavat myönsivät subjektiivisuutensa. Haastattelut on nauhoitettu, joiden pohjalta tehtiin litterointi keskittyen tutkimuskysymysten kannalta oleellisiin kohtiin.

Litterointi on toteutettu aineiston teemojen erittelyyn eri haastatteluista. Haastateltavana oli tuotannonsuunnittelijoita, urakoitsija ja haastattelun aikana asiakasta edustava henkilö. Haastateltavien toimenkuvat kattavat konsultoinnin, murskaustyön, tuotannonhallinnan, kiviaineksen testaukseen sekä kiviainestuotteiden ammattimaisen ostamisen, eli asiakkaan. Eri haastatteluiden osatekijät on sovitettu teemahaastattelun runkoon, jolloin voitiin havaita yhteydet ja samat vastaukset. Purkamalla vastaukset suoraan teemahaastattelun runkoon voitiin muodostaa kokonaiskuva haastatteluiden tuloksista ja tulkita syitä. Tutkimuksessa viitataan suoraan litterointiin.

Kiven laadun merkitys

Teema: Kiven laadun merkitys. Kysymykset: 6-9

”Raaka-aine heijastuu lopputuotteeseen” - ”Heikompi kivi murskautuu helpommin, hienompaa ja tulee helposti pitkulaista.” Raaka-aine laatu vaikuttaa suoraan kiviaineksen laatuun. Kovassa kivessä hienoainesmäärä voi jäädä pieneksi.

”Tärkein: kiven kovuus, sillä kova on hyvä ja pehmeä huono.” Murskausprosessiin kvartsi vaikuttaa murskauslaitoksen kulumiseen.

Tuntemattomat ja uudet paikat vaikuttavat riskiin, joten projektin raaka-aine vaikuttaa myös murskausprosessin suunnitteluun. ”Kova kivi kuluttaa kalustoa enemmän.”

Muotoa voidaan jonkin verran prosessissa, kierrättämällä seuloissa ja asetuksilla (murskaus-suhde huonommaksi) ”mitä enempi vaiheita sitä perempi muoto tulee.” ”Toisinaan tuntuu raaka-aineen käyttäytymisen oleva henkimaailman hommaa.” Saanto ja raaka-aineen laatu ovat kaikkien haastateltavien mukaan suhteessa toisiinsa.

Teema: Kiven laadun merkitys. Kysymys 11: Mikä on louhinnan vaikutus lopputuotteeseen? (yleisesti)

”Kiven laatu on sellaista, että sitä on vaikea porata ja louhia. Syöte vaikuttaa tuotantokustannuksiin, arviolta 15% louhinta kalliimpaa rikkonaisemmassa kivessä.”

”Louhinnalla voidaan vaikuttaa syötteeseen (reikävälit, ominaispanostus), jolloin vähemmän räjähdysainetta, jättää louheen ehjemmäksi.” Louhinnan ja murskauksen yhteys on myös taloudellinen, sillä se tuottaa hienoa vaihtelevasti ja vaikuttaa murskauslaitoksen toimintaan. ”Louhinta vaikuttaa siihen, miten murskausprosessi tulee toimimaan”, ”...kaikki kiviainekset ei käyttäydy saman lailla.”

Teema: kiven laadun merkitys. Kysymykset 10-14

Kysymysten 10-14 yhteydessä etenkin tuotantoa valvova ja urakotisija kokivat mielenkiintoa kertoa vapaasti kokemuksiaan.

Raaka-aine teemasta päätelmänä saadaan, että raaka-aineen ominaisuudet ja ”luonne” vaikuttavat murskauksen saantoon. Murskauksen asetusta (eli saantosuhdetta pienentämällä) ja vaiheita lisäämällä laatu, etenkin muoto ja rakeisuus paranevat.

”Raaka-aine heijastuu lopputuotteeseen... kuboiminen muuttaa rakeisuutta oikeeseen muotoon kovilla kivillä... Tutkimusmenetelmästä riippuen kubilisaattori parantaa kovuutta, sillä muoto paranee ja säröt irtoaa...”

”...jos Bruno sanoo, että lisätään vaihe, niin mistä se saadaan?” ei käytä Brunoa, urakoitsijan mielestä sopivalla kalustovalikoimalla, eli tehokkaalla käyttöasteella pitää luovia kokemuseräisesti, koska se koetaan paremmaksi.

Tuntematon kiviaineksen käyttäytyminen murskauslaitosten suhteen ei ole ennakkoon välttämättä tiedossa. ”Hyödyntävätkö kokemusta, edellisestä murskausjaksosta?... Urakotisijoissa on laadullisesti merkittäviä eroja.”

”kova kivi kuluttaa murskainta enemmän. Louhinta vaikuttaa siihen, miten murskausprosessi tulee toimimaan. Louhinnan epäonnistumista ei korjata murskauslaitoksellaan aina. ”... Raaka-aineen laatu vaikuttaa saantosuhteisiin ja rakeisuuteen.”

Asfalttikiviainesten tuotannossa laadunvarmistus on tarkempaa ”...kovuus, muoto sekä rakeisuuskäyrät ovat tiukkoja. Tämä nostaa murskauskustannuksia sitomattomiin nähden. Projektissa jo aiemmin tehty asfalttikiviaines murskausjaksot opettavat seuraavien kertojen murskausta.”

”Sitomattomissa ei muotovaatimuksia varsinaisesti...” Kiven kovuus ja raaka-ainelaatu vaikuttavat saantoon, esimerkiksi ”...pehmeästä tulee ennemmin hienoa.”

Murskaamisen teettämisessä ei ole rakeisuusvaatimuksista tarkkaa erittelyä, eli ”miksi eri rakeisuusluokkia tehdään samalla kustannuksella.”

Murskaaminen koetaan eräiden tahojen mukaan hyvinkin suuripiirteiseksi toiminnaksi: ”...kerroskiviainesten toimintaa, laatua ohjaa alin kustannustaso, sillä murskataan sellaista 0 pohjaista kiviainesta, joko on halvin tuottaa, roikkuvalla käyrällä”. Roikkuvalla käyrällä on hieman karkeampaa kiviainesta. ”Murskaajat suhtautuu vaatimattomasti laatuun.”

Toisaalta urakotisija itse kehuu viimevuosina yhteistyön parantuneen laadun tuottamisen suhteen, eli tilaajan kanssa mietittäisiin keinoja ongelmatilanteissa.

Hinnan muodostuminen ja vs. kallion ja kiviaines (tuotteen) laatu

Teema: Miten hinta tai kustannukset muodostuvat hänen mukaansa ja mikä vaikutus hintaan tuotettavalla lajikkeella ja laadulla on. Kysymykset: 15-17.

Hieman haastateltavan toimenkuvasta riippuen vastaukset olivat erikoistuneita, kuten murskaaja eritteli terien kulumista. Yleisellä tasolla kuitenkin esille tulivat seuraavat kustannukset: raaka-aine, louhinta, murskaus, varastotappio, pääomakustannuksista, pintamaiden poisto, kulkuyhteydet ja muu infra, kuormauskustannus sekä myyntiorganisaatiosta. Lisäksi sijainti vaikuttaa markkinahintaan, eli hinnoitteluun.

Teknistaloudellisuus

Kiviainestuotteiden tuotanto päätetään edellisten vuosien myyntitietojen mukaan. Myynti on tuotannon perusvaatimus. ”Mitä suurempi vuosimyynti niin sitä helpompi ennustaa.” Vuosimyynti vaikuttaa tuotantolaitosten kokonaisuuteen. Sitomattomien tekemisessä maksimoidaan sepelin saanto.

”urakoitsijoiden kaluston luotettavuus (huollettu) ja henkilöstön asennoituminen vaikuttavat murskauksen kustannustehokkuuteen.”

”...hiekoitussepeliä noin 10% ja kova kivi on tuottamisen kannalta parempi...”

”...kivituhkan tuottamisesta joutuu maksamaan sepelin ostaja.”

”Markkinan, eli myynnin suhteuttaminen tuotantosaantojen mukaan. Hinnoittelu on yksi tärkeä tekijä eri lajikkeiden muodostaman kokonaisuuden tuottamisesta.”

”...yhden kiviainesluokan sakko on 30% päällysteen hinnasta...”

”Urakoitsijat eivät osaa tai halua tehdä useita lajikkeita samanaikaisesti. Edellyttäisi urakoitsijalta paljon kiertoa prosessin sisällä...” ”... kiinteissä isoissa laitoksissa voidaan tehdä useita lajikkeita samaan aikaan...”

”Tilaaaja on aiheuttanut tilanteen, jossa pakko-optimoidaan asioita” Urakoiden varmistumisen venyminen johtaa äkillisiin kysyntäpiikkeihin ja epätasaiseen tuotantovolyymiin. ”... tuotetaan vasta urakan alkaessa, jolloin aikataulu maksaa...” Lisäksi etenkin kubilisaattoreiden markkinahinta nousee tilaajan päätösten epävarmuudesta johtuen.

Teema: Intressit ja muu tarkennukset

”...laatu näissä sitomattomissa kivissä ei ole merkittävä, koska asiakkaat eivät ole kiinnostuneita.”

”...massalajikkeiden vaatimukset LA ja hienoaines, mutta urakoinnissa kiviaineksen laadusta kukaan ei ole kiinnostunut nykymarkkinassa.” ... ”Vain massalajikkeiden hinnat kiinnostavat. Tilaaaja on laatuvaatimusten osalta keskeinen valvoja, mutta lähes aina urakan ratkaisee alin hinta.”

”Kiviaineksen laatu kuitenkin ei vaikuta tilaajan 2 vuoden takuuajana, sillä esimerkiksi painumat ei tule esille lyhyessä ajassa.”

”...kallion laatua merkittävämpi olisi tasalaatuisuus, vaikka se olisi pelkkää heikompaa kiviainesta.” CE

”...tilaaja tekee näitä sääntöjä, mutta CE-merkki ei ole laadun tae...”

”... tiehankkeissa linjalla oleva raaka-aine voidaan lyödä jakavaksi murskeeksi. Tämä osoittaa CE merkinnän kaupallisen eikä laadullisuuden...”

”Kovan kiven markkinat noin 10%” eli asfalttikiviainesmarkkinat ovat melko rajalliset tonnimäärissä. ”Suhteellisesti sitomaton heikompi kivi on halvempaa. Asfalttiasema tarvitsee sekä kovaa että heikompaa kiveä, joiden kaupan asfalttiasema kytkee toisiinsa, jotta saa kovan kiven halvemmalla.”

”10% asfaltista on kiven kustannusta.” kiviaineksen hinta asfalttimassasta on vain murto-osa.

LIITE 3 TUOTANTOYHDISTELMÄN LAJIKKEKOHTAINEN KATE- LASKENTA VAIHTOEHDOT

Tarkastelu 1: tuotannon teknistaloudellisuuden arvioimiseksi tarkastellaan 0/32, 6/16 ja 0/6 kiviaineslajikkeiden tuottamisen vaihtoehtoisia tuotantoyhdistelmiä toisistaan erillään. 0/32 tuotantomääräksi, eli saannoksi on asetettu 10 000 t, kun puolestaan 6/16 tarkastelussa on rajoitettu kokonaistuotantomäärä 15 000 t. Viimeisessä tarkastelussa pyritään välttämään kivituhkan syntymistä.

Kuvat L 3/1, L 3/2, ja L 3/3 esittävät 0/32 tuottamisen vaihtoehtoisia tapoja. Kuvat L 3/4, L 3/5, ja L 3/6 esittävät 6/16 tuottamisen vaihtoehtoisia tapoja. Kuvat L 3/7, L 3/8, ja L 3/9 esittävät 0/6 lajikkeen tuottamisen välttämisen vaihtoehtoisia tuotantoyhdistelmiä.

Lähtöarvot: tutkimuksessa esitetyt lähtöarvot, markkinahinnasta ja kustannuksista, jotka löytyvät lisäksi seuraavista laskelmista.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate		
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/3/6/16 + 0/32
#0/3	3 696	20 955 €	5,67 €	5,71 €	0,04 €	155,22 €	3 696
#0/32	10 000	53 302 €	5,33 €	5,79 €	0,46 €	4 620,18 €	10 000
#3/6	1 739	13 374 €	7,69 €	16,00 €	8,31 €	14 452,75 €	1 739
#6/16	6 305	48 482 €	7,69 €	9,79 €	2,10 €	13 252,27 €	6 305
	21 740					32 480,43 €	21 740
suhde							17 %
							8 %
							29 %
							46 %

Kuva L3/1. Määrävänä lajikkeena 0/32, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 1.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate		
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/32
#0/32	10 000	53 300 €	5,33 €	5,79 €	0,46 €	4 620,00 €	10 000
	10 000					4 620,00 €	10 000
suhde							100 %

Kuva L3/2. Määrävänä lajikkeena 0/32, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 2.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate	Tuontoprosessi murskaushin	
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/6/16 + 0/32
#0/6	2 931	20 448 €	6,98 €	6,98 €	2,82 €	8 254,09 €	2 931
#0/32	10 000	53 302 €	5,33 €	5,79 €	0,46 €	4 620,17 €	10 000
#6/16	4 311	30 734 €	7,13 €	9,79 €	2,66 €	11 474,55 €	4 311
	17 242					24 348,81 €	17 242
suhde							17 %
							25 %
							58 %

Kuva L3/3. Määrävänä lajikkeena 0/32, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 3.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate		
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/3/6/16 + 0/32
#0/3	2 550	14 459 €	5,67 €	5,71 €	0,04 €	107,10 €	2 550
#0/32	6 900	36 777 €	5,33 €	5,79 €	0,46 €	3 187,80 €	6 900
#3/6	1 200	9 228 €	7,69 €	16,00 €	8,31 €	9 972,00 €	1 200
#6/16	4 350	33 452 €	7,69 €	9,79 €	2,10 €	9 143,70 €	4 350
	15 000					22 410,60 €	15 000
suhde							17 %
							8 %
							29 %
							46 %

Kuva L3/4. Määrävänä lajikkeena 6/16, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 1.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate		
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/6/16/32
#0/6	2 550	14 459 €	5,67 €	6,98 €	1,31 €	3 330,30 €	2 550
#6/16	3 750	22 500 €	6,00 €	9,79 €	3,79 €	14 220,00 €	3 750
#16/32	8 700	52 200 €	6,00 €	9,79 €	3,79 €	32 990,40 €	8 700
	15 000					50 540,70 €	15 000
suhde							17 %
							25 %
							58 %

Kuva L3/5. Määrävänä lajikkeena 6/16, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 2.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate	Tuontoprosessi murskaushin	
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/6/16 + 0/32
#0/6	2 550	14 459 €	5,67 €	6,98 €	1,31 €	3 330,30 €	2 550
#0/32	8 700	46 371 €	5,33 €	5,79 €	0,46 €	4 019,40 €	8 700
#6/16	3 750	26 738 €	7,13 €	9,79 €	2,66 €	9 982,50 €	3 750
	15 000					17 332,20 €	15 000
suhde							17 %
							25 %
							58 %

Kuva L3/6. Määrävänä lajikkeena 6/16, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 3.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate			
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/32	0/16/32
#0/16	2 500	15 000 €	6,00 €	6,82 €	0,82 €	2 040,00 €		2 500
#0/32	5 000	26 650 €	5,33 €	5,79 €	0,46 €	2 310,00 €	5 000	
#16/32	2 500	15 000 €	6,00 €	9,79 €	3,79 €	9 480,00 €		2 500
	10 000					13 830,00 €	5 000	5 000
suhde							100 %	50 %
								50 %

Kuva L3/7. Määrävänä tekijä on lajikkeen 0/6 tuottamisen välttäminen, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 1.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate		
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/16/32
#0/16	5 000	30 000 €	6,00 €	6,82 €	0,82 €	4 080,00 €	5 000
#16/32	5 000	30 000 €	6,00 €	9,79 €	3,79 €	18 960,00 €	5 000
	10 000					23 040,00 €	10 000
suhde							50 %
							50 %

Kuva L3/8. Määrävänä tekijä on lajikkeen 0/6 tuottamisen välttäminen, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 2.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate				
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/32	0/63	0/90
#0/32	5 000	26 650 €	5,33 €	5,79 €	0,46 €	2 310,00 €	5 000		
#0/63	2 000	10 320 €	5,16 €	5,71 €	0,55 €	1 104,00 €		2 000	
#0/90	3 000	15 240 €	5,08 €	4,82 €	- 0,26 €	- 792,00 €			3 000
	10 000					2 622,00 €	5 000	2 000	3 000
suhde							100 %	100 %	100 %

Kuva L3/9. Määrävänä tekijä on lajikkeen 0/6 tuottamisen välttäminen, vaihtoehtoinen tuotantoyhdistelmä 3.

LIITE 4 TUOTEVALIKOIMIEN EROAVAT KATESUMMAT

Tarkastelu 2: esitetty erilaisten tuotantoyhdistelmien katesummia, joissa määrävänä tekijänä on käytetty tuotevalikoimaa, eikä yksittäinen kiviaineslajiketta. Tarkasteluun valittiin neljä tuotevalikoimaa:

1. 0-pohjaiset kiviainekset, joiden tuottamisen kapasiteetti on korkea (L 5/1)
2. kapea sepelivalikoima, jossa on 6/16 ja 16/32 lajikkeet sekä sivukiviaines (L 5/2)
3. laaja sepelivalikoima, joka sisältää myös hiekoitussepin (L 5/3)
4. laaja sepelivalikoima, jossa on 0-pohjaisia tuotteita täydentämässä valikoimaa (L 5/4)

Lähtöarvot: tutkimuksessa esitetyt lähtöarvot, markkinahinnasta ja kustannuksista, jotka löytyvät lisäksi seuraavista laskelmista.

	Tuotetaan		Tuotantokust €/tn	Hinta	Kate €/tn	€	0/16	0/32	0/56	0/63	0/90	0/150
	tn	€										
#0/3	-	- €	- €		- €	- €						
#0/4	-	- €	- €		- €	- €						
#0/5	-	- €	- €		- €	- €						
#0/6	-	- €	- €		- €	- €						
#0/8	-	- €	- €		- €	- €						
#0/11	-	- €	- €		- €	- €						
#0/16	15 000	86 700 €	5,78 €	6,82 €	1,04 €	15 540,00 €	15 000					
#0/22	-	- €	- €		- €	- €						
#0/32	15 000	66 450 €	4,43 €	5,79 €	1,36 €	20 430,00 €		15 000				
#0/56	15 000	63 900 €	4,26 €	5,71 €	1,45 €	21 780,00 €			15 000			
#0/63	15 000	63 900 €	4,26 €	5,71 €	1,45 €	21 780,00 €				15 000		
#0/90	15 000	62 700 €	4,18 €	4,82 €	0,64 €	9 540,00 €					15 000	
#0/150	15 000	58 950 €	3,93 €	4,82 €	0,89 €	13 290,00 €						15 000
#3/6	-	- €	- €		- €	- €						
#3/8	-	- €	- €		- €	- €						
#4/8	-	- €	- €		- €	- €						
#5/11	-	- €	- €		- €	- €						
#5/16	-	- €	- €		- €	- €						
#6/16	-	- €	- €		- €	- €						
#8/16	-	- €	- €		- €	- €						
#11/16	-	- €	- €		- €	- €						
#11/22	-	- €	- €		- €	- €						
#6/32	-	- €	- €		- €	- €						
#16/32	-	- €	- €		- €	- €						
	90 000					102 360,00 €	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
suhde							100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Kuva L5/1. Kasvukeskuksen alueella toimiva 0-pohjaisia myyvä kiviainestoimipiste.

	Tuotetaan	€	Tuotantokust Hinta		Kate	€	Tuontoprosessi murskaushinnaston mukaan		
	tn		€/tn	€/tn			0/6/16 +0/32	0/6/16/32	0/16/32
#0/3	-	- €	- €		- €	- €			
#0/4	-	- €	- €		- €	- €			
#0/5	-	- €	- €		- €	- €			
#0/6	10 200	48 654 €	4,77 €	6,98 €	1,86 €	18 943,44 €	5 100	5 100	
#0/8	-	- €	- €		- €	- €			
#0/11	-	- €	- €		- €	- €			
#0/16	15 000	76 500 €	5,10 €	6,82 €	1,38 €	20 628,00 €			15 000
#0/22	-	- €	- €		- €	- €			
#0/32	17 400	77 082 €	4,43 €	5,79 €	1,07 €	18 659,76 €	17 400		
#0/56	-	- €	- €		- €	- €			
#0/63	-	- €	- €		- €	- €			
#0/90	-	- €	- €		- €	- €			
#0/150	-	- €	- €		- €	- €			
#3/6	-	- €	- €		- €	- €			
#3/8	-	- €	- €		- €	- €			
#4/8	-	- €	- €		- €	- €			
#5/11	-	- €	- €		- €	- €			
#5/16	-	- €	- €		- €	- €			
#6/16	15 000	84 975 €	5,67 €	9,79 €	3,64 €	54 561,00 €	7 500	7 500	
#8/16	-	- €	- €		- €	- €			
#11/16	-	- €	- €		- €	- €			
#11/22	-	- €	- €		- €	- €			
#6/32	-	- €	- €		- €	- €			
#16/32	32 400	165 240 €	5,10 €	9,79 €	4,20 €	136 157,76 €		17 400	15 000
	90 000					248 949,96 €	30 000	30 000	30 000
suhde							17 %	17 %	50 %
							25 %	25 %	50 %
							58 %	58 %	

Kuva L5/2. Kapea sepelivalikoima, kasvukeskus.

	Tuotetaan	€	Tuotantokust Hinta		Kate	€	Tuontoprosessi murskaushinnaston mukaan			
	tn		€/tn	€/tn			0/6/16 +0/32	0/6/16/32	0/16/32	0/3/6/16 + 0/32
#0/3	4 250	20 273 €	4,77 €	5,71 €	0,94 €	4 003,50 €				4 250
#0/4	-	- €	- €		- €	- €				
#0/5	-	- €	- €		- €	- €				
#0/6	6 800	32 436 €	4,77 €	6,98 €	2,21 €	15 000,80 €	3 400	3 400		
#0/8	-	- €	- €		- €	- €				
#0/11	-	- €	- €		- €	- €				
#0/16	12 500	63 750 €	5,10 €	6,82 €	1,72 €	21 450,00 €			12 500	
#0/22	-	- €	- €		- €	- €				
#0/32	23 100	102 333 €	4,43 €	5,79 €	1,36 €	31 462,20 €	11 600			11 500
#0/56	-	- €	- €		- €	- €				
#0/63	-	- €	- €		- €	- €				
#0/90	-	- €	- €		- €	- €				
#0/150	-	- €	- €		- €	- €				
#3/6	2 000	13 580 €	6,79 €	16,00 €	9,21 €	18 420,00 €				2 000
#3/8	-	- €	- €		- €	- €				
#4/8	-	- €	- €		- €	- €				
#5/11	-	- €	- €		- €	- €				
#5/16	-	- €	- €		- €	- €				
#6/16	17 250	105 878 €	6,14 €	9,79 €	3,65 €	63 034,50 €	5 000	5 000		7 250
#8/16	-	- €	- €		- €	- €				
#11/16	-	- €	- €		- €	- €				
#11/22	-	- €	- €		- €	- €				
#6/32	-	- €	- €		- €	- €				
#16/32	24 100	122 910 €	5,10 €	9,79 €	4,69 €	113 077,20 €		11 600	12 500	
	90 000					266 448,20 €	20 000	20 000	25 000	25 000
suhde							17 %	17 %	50 %	17 %
							25 %	25 %	50 %	8 %
							58 %	58 %		29 %
										46 %

Kuva L5/3. Laaja sepelivalikoima.

	Tuotetaan		Tuotantokust €/tn	Hinta	Kate €/tn	€	oprosessi murskaushinnaston m			Tuontoprosessi murskaushinnaston mukaan				
	tn	€					0/32	0/56	0/90	0/6/16 + 0/32	0/6/16/32	0/16/32	0/3/6/16 + 0/32	
#0/3	2 550	12 164 €	4,77 €	5,71 €	0,94 €	2 402,10 €								2 550
#0/4	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/5	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/6	5 100	24 327 €	4,77 €	6,98 €	2,21 €	11 250,60 €				2 550	2 550			
#0/8	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/11	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/16	5 000	25 500 €	5,10 €	6,82 €	1,72 €	8 580,00 €						5 000		
#0/22	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/32	30 600	135 558 €	4,43 €	5,79 €	1,36 €	41 677,20 €	15 000			8 700				6 900
#0/56	5 000	21 300 €	4,26 €	5,71 €	1,45 €	7 260,00 €		5 000						
#0/63	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/90	15 000	62 700 €	4,18 €	4,82 €	0,64 €	9 540,00 €			15 000					
#0/150	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#3/6	1 200	8 148 €	6,79 €	16,00 €	9,21 €	11 052,00 €								1 200
#3/8	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#4/8	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#5/11	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#5/16	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#6/16	11 850	72 024 €	6,08 €	9,79 €	3,71 €	44 011,20 €				3 750	3 750			4 350
#8/16	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#11/16	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#11/22	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#6/32	-	- €	- €	- €	- €	- €								
#16/32	13 700	69 870 €	5,10 €	9,79 €	4,69 €	64 280,40 €					8 700	5 000		
	90 000					200 053,50 €	15 000	5 000	15 000	15 000	15 000	10 000	15 000	
suhde							100 %	100 %	100 %	17 %	17 %	50 %	17 %	
										25 %	25 %	50 %	8 %	
										58 %	58 %		29 %	
													46 %	

Kuva L5/4. Laaja sepelivalikoima ja 0-pohjaisia.

LIITE 5 TUOTEVALIKOIMIEN EROAVAT KATESUMMAT ERI MARKKINA-ALUEILLA

Tarkastelu 3: lasketaan eri markkina-alueiden ja tuotesegmentin vaikutusta muodostuvaan katesummaan. Kasvukeskusten ulkopuolella oletetaan hintatason olevan keskimäärin noin 15% edullisempi. Asfalttikiviainesten hintatasossa ei oleteta olevan eroa, mutta edellyttävän kubisointia.

Kuvissa L 4/1, L 4/2, L 4/3 ja L 4/4 yksikkökatteet. Kuvien L 4/2 ja L 4/3 katesummat yhdistetynä edustavat kasvukeskuksen ulkopuolista kiviainestoimipistettä, jossa tuotetaan sekä laaja sepevalikoimaa, että asfalttikiviaineksia.

Lähtöarvot: tutkimuksessa esitetyt lähtöarvot, markkinahinta sekä 15% alempi hintataso kasvukeskuksen ulkopuolella, jotka löytyvät lisäksi seuraavista laskelmista. Tuotantokustannukset oletetaan vakioksi, mutta asfalttikiviainesten tuottaminen hieman kalliimmaksi sekä kubisointia edellyttäväksi. Asfalttikiviainesten oletetut tuotantokustannukset sekä markkinahinnat löytyvät kuvasta L 4/3.

	Tuotetaan		Tuotantokust Hint		Kate							
	tn	€	€/tn	€/tn	€/tn	€	0/16	0/32	0/56	0/63	0/90	0/150
#0/3	-	- €	- €		- €	- €						
#0/4	-	- €	- €		- €	- €						
#0/5	-	- €	- €		- €	- €						
#0/6	-	- €	- €		- €	- €						
#0/8	-	- €	- €		- €	- €						
#0/11	-	- €	- €		- €	- €						
#0/16	15 000	86 700 €	5,78 €	6,82 €	1,04 €	15 540,00 €	15 000					
#0/22	-	- €	- €		- €	- €						
#0/32	15 000	66 450 €	4,43 €	5,79 €	1,36 €	20 430,00 €		15 000				
#0/56	15 000	63 900 €	4,26 €	5,71 €	1,45 €	21 780,00 €			15 000			
#0/63	15 000	63 900 €	4,26 €	5,71 €	1,45 €	21 780,00 €				15 000		
#0/90	15 000	62 700 €	4,18 €	4,82 €	0,64 €	9 540,00 €					15 000	
#0/150	15 000	58 950 €	3,93 €	4,82 €	0,89 €	13 290,00 €						15 000
#3/6	-	- €	- €		- €	- €						
#3/8	-	- €	- €		- €	- €						
#4/8	-	- €	- €		- €	- €						
#5/11	-	- €	- €		- €	- €						
#5/16	-	- €	- €		- €	- €						
#6/16	-	- €	- €		- €	- €						
#8/16	-	- €	- €		- €	- €						
#11/16	-	- €	- €		- €	- €						
#11/22	-	- €	- €		- €	- €						
#6/32	-	- €	- €		- €	- €						
#16/32	-	- €	- €		- €	- €						
	90 000					102 360,00 €	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
suhde							100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Kuva L4/1. Kasvukeskuksen alueella toimiva 0-pohjainen työmaakivi.

	Tuotetaan		Tuotantokust		Hinta	Kate	Tuontoprosessi murskaushinnaston mukaan				
	tn	€	€/tn	€/tn	€/tn	€/tn	€	0/6/16+0/32	0/6/16/32	0/16/32	0/3/6/16+0/32
#0/3	2 550	12 164 €	4,77 €	4,86 €	0,09 €	217,26 €					2 550
#0/4	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#0/5	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#0/6	5 100	24 327 €	4,77 €	5,93 €	1,16 €	5 913,96 €	2 550	2 550			
#0/8	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#0/11	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#0/16	7 500	38 250 €	5,10 €	5,79 €	0,69 €	5 202,00 €			7 500		
#0/22	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#0/32	15 600	69 108 €	4,43 €	4,92 €	0,49 €	7 693,92 €	8 700				6 900
#0/56	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#0/63	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#0/90	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#0/150	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#3/6	1 200	8 148 €	6,79 €	13,60 €	6,81 €	8 172,00 €					1 200
#3/8	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#4/8	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#5/11	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#5/16	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#6/16	11 850	72 024 €	6,08 €	8,32 €	2,25 €	26 605,92 €	3 750	3 750			4 350
#8/16	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#11/16	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#11/22	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#6/32	-	- €	- €	- €	- €	- €					
#16/32	16 200	82 620 €	5,10 €	8,32 €	3,22 €	52 215,84 €		8 700	7 500		
	60 000					106 020,90 €	15 000	15 000	15 000		15 000
suhde							17 %	17 %	50 %		17 %
							25 %	25 %	50 %		8 %
							58 %	58 %			29 %
											46 %

Kuva L4/2. Laaja sepelivalikoima kasvukeskusten ulkopuolella jossa hintataso -15%.

	Tuotetaan		Tuotantokust		Hinta	Kate	Tuontoprosessi murskaushinnaston mukaan								
	tn	€	€/tn	€/tn	€/tn	€/tn	€	0/11 Ab	0/16 Ab	0/31 Ab	0/11/16 A	0/16/32 A	16/22 Ab	0/11/16/32	0/11/16/22 Ab
#0/3	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/4	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/5	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/6	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/8	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/11	8 100	71 744 €	8,86 €	10,00 €	1,14 €	9 256,50 €	3 750				1 875			1 238	1 238
#0/16	5 625	50 944 €	9,06 €	10,00 €	0,94 €	5 306,25 €		3 750			1 875				
#0/22	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/31	3 750	25 013 €	6,67 €	9,00 €	2,33 €	8 737,50 €			3 750						
#0/56	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/63	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/90	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#0/150	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#3/6	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#3/8	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#4/8	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#5/11	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#5/16	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#6/16	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#8/16	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#11/16	4 350	34 244 €	7,87 €	16,00 €	7,13 €	31 006,50 €					1 875			1 238	1 238
#11/22	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#16/22	5 025	36 463 €	7,26 €	14,00 €	6,74 €	33 887,25 €						3 750			1 275
#6/32	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €								
#16/32	3 150	23 019 €	7,31 €	13,00 €	2,48 €	7 825,80 €					1 875			1 275	
	30 000					96 019,80 €	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750	3 750
suhde							100 %	100 %	100 %	50 %	50 %	100 %	33 %	33 %	
										50 %	50 %		33 %	33 %	
													34 %	34 %	

Kuva L4/3. Asfalttikiviainesten tuotevalikoima kasvukeskuksen ulkopuolella.

	Tuotetaan		Tuotantokust	Hinta	Kate	Tuontoprosessi murskaushinnaston mukaan			
	tn	€	€/tn		€/tn	€	0/6/16 +0/32	0/6/16/32	0/16/32
#0/3	-	- €	- €		- €	- €			
#0/4	-	- €	- €		- €	- €			
#0/5	-	- €	- €		- €	- €			
#0/6	10 200	48 654 €	4,77 €	6,98 €	1,86 €	18 943,44 €	5 100	5 100	
#0/8	-	- €	- €		- €	- €			
#0/11	-	- €	- €		- €	- €			
#0/16	15 000	76 500 €	5,10 €	6,82 €	1,38 €	20 628,00 €			15 000
#0/22	-	- €	- €		- €	- €			
#0/32	17 400	77 082 €	4,43 €	5,79 €	1,07 €	18 659,76 €	17 400		
#0/56	-	- €	- €		- €	- €			
#0/63	-	- €	- €		- €	- €			
#0/90	-	- €	- €		- €	- €			
#0/150	-	- €	- €		- €	- €			
#3/6	-	- €	- €		- €	- €			
#3/8	-	- €	- €		- €	- €			
#4/8	-	- €	- €		- €	- €			
#5/11	-	- €	- €		- €	- €			
#5/16	-	- €	- €		- €	- €			
#6/16	15 000	84 975 €	5,67 €	9,79 €	3,64 €	54 561,00 €	7 500	7 500	
#8/16	-	- €	- €		- €	- €			
#11/16	-	- €	- €		- €	- €			
#11/22	-	- €	- €		- €	- €			
#6/32	-	- €	- €		- €	- €			
#16/32	32 400	165 240 €	5,10 €	9,79 €	4,20 €	136 157,76 €		17 400	15 000
	90 000					248 949,96 €	30 000	30 000	30 000
suhde							17 %	17 %	50 %
							25 %	25 %	50 %
							58 %	58 %	

Kuva L4/4. Kasvukeskus kapealla sepelivalikoimalla.

LIITE 6 0-POHJAISTEN LAJIKKEIDEN KATESUMMAT KASVUKESKUKSESSA JA SEN ULKOPUOLELLA (-15%)

Erillinen tarkastelu: työmaiden ylijäämäkiviaineksen 0-pohjaisten lajikkeiden tuotevalikoiman kannattavuuden riippuvuus markkinahintatasosta. Kustannusten ollessa samat heikentää hintataso suoraan saatavaa katesummaa.

Lähtöarvot: tutkimuksessa esitetyt lähtöarvot, markkinahinnasta ja kustannuksista, jotka löytyvät lisäksi seuraavista laskelmista.

	Tuotetaan		Tuotantokust		Hinta		Kate		0/16	0/32	0/56	0/63	0/90	0/150
	tn	€	€/tn	€/tn	€/tn	€/tn	€	€						
#0/3	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €						
#0/4	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €						
#0/5	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €						
#0/6	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €						
#0/8	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €						
#0/11	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €						
#0/16	15 000	86 700 €	5,78 €	6,82 €	1,04 €	15 540,00 €	15 000							
#0/22	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#0/32	15 000	66 450 €	4,43 €	5,79 €	1,36 €	20 430,00 €		15 000						
#0/56	15 000	63 900 €	4,26 €	5,71 €	1,45 €	21 780,00 €			15 000					
#0/63	15 000	63 900 €	4,26 €	5,71 €	1,45 €	21 780,00 €				15 000				
#0/90	15 000	62 700 €	4,18 €	4,82 €	0,64 €	9 540,00 €						15 000		
#0/150	15 000	58 950 €	3,93 €	4,82 €	0,89 €	13 290,00 €							15 000	
#3/6	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#3/8	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#4/8	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#5/11	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#5/16	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#6/16	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#8/16	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#11/16	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#11/22	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#6/32	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
#16/32	-	- €	- €	- €	- €	- €	- €							
	90 000					102 360,00 €	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
suhde							100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Kuva L 6/1. 0-pohjaisten lajikkeiden muodostama katesumma kasvukeskuksessa.

	Tuotetaan		Tuotantokust		Hinta	Kate		0/16	0/32	0/56	0/63	0/90	0/150
	tn	€	€/tn	€/tn	€/tn	€	€						
#0/3	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#0/4	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#0/5	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#0/6	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#0/8	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#0/11	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#0/16	15 000	86 700 €	5,78 €	5,79 €		0,01 €	204,00 €	15 000					
#0/22	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#0/32	15 000	66 450 €	4,43 €	4,92 €		0,49 €	7 398,00 €		15 000				
#0/56	15 000	63 900 €	4,26 €	4,86 €		0,60 €	8 928,00 €			15 000			
#0/63	15 000	63 900 €	4,26 €	4,86 €		0,60 €	8 928,00 €				15 000		
#0/90	15 000	62 700 €	4,18 €	4,09 €	-	0,09 €	- 1 296,00 €					15 000	
#0/150	15 000	58 950 €	3,93 €	4,09 €		0,16 €	2 454,00 €						15 000
#3/6	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#3/8	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#4/8	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#5/11	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#5/16	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#6/16	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#8/16	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#11/16	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#11/22	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#6/32	-	- €	- €	- €		- €	- €						
#16/32	-	- €	- €	- €		- €	- €						
	90 000						26 616,00 €	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000
suhde								100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Kuva L 6/2. 0-pohjaisten lajikkeiden muodostama katesumma kasvukeskusten ulkopuolella.