

Jani Jortama

## **BETOROC-MURSKEEN KÄYTTÖ TYÖMAALLA**

## **BETOROC-MURSKEEN KÄYTTÖ TYÖMAALLA**

Jani Jortama  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Rakennusalan työnjohdon  
tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma  
Infra- ja viherrakennustekniikka

---

Tekijä: Jani Jortama

Opinnäytetyön nimi: Betoroc-murskeen käyttö työmaalla

Työn ohjaaja: Jarmo Erho, Oulun ammattikorkeakoulu

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 21

---

Opinnäytetyö kirjoitettiin päättötyönä Oulun ammattikorkeakoulun rakennusalan työnjohdon koulutusohjelmaan, suuntautumisvaihtoehtona Infra- ja viherrakennustekniikka. Idea opinnäytetyölle tuli työskennellessä Destian projektissa: Maantie 148 parantaminen Keravan kohdalla. Työn tavoitteena oli tarkastella Rudus Oy:n tuottamaa Betoroc-mursketta sekä sen vaihtoehtoista käyttöä luonnonkivi- ja kalliomurskeelle kantavissa ja jakavissa kerroksissa.

Opinnäytetyössä tutustuttiin hieman työharjoittelussa työnantajana toimineeseen Destiaan sekä Mt 148:n työmaahan Keravan kohdalla. Pääpainopiste opinnäytetyössä kohdistettiin työmaalla käytettyyn betonijätteestä murskattuun Rudus Oy:n rekisteröimään tuotemerkkiin Betoroc-murske. Opinnäytetyössä käsiteltiin Betoroc-murskeen teoreettisia ominaisuuksia, millaisiin kohteisiin tuotetta käytetään, millä tavalla se käyttäytyy maaperässä ja millaisia mahdollisuuksia se luo sekä mitä sen käyttö sulkee pois.

Kuvissa tarkennettiin ja havainnollistettiin Betoroc-mursketta, sen tuotantoprosessia, loppusijoitusmahdollisuuksia sekä työmaahan liittyvää havainnollistamista. Johtopäätös pohti, onko Betoroc-murskeen käyttö toimiva ratkaisu kallio- ja luonnonkivimurskeille yleisesti, henkilökohtaisesti sekä Mt 148 -projektissa. Työssä todettiin, että ekologisuudessaan Betoroc-murskeen käyttö on suositeltavaa. Sillä saavutetaan myös parempia kantavuuksia ja se on edullisempi vaihtoehto urakoitsijalle. Kallio- ja luonnonkivimurskeiden käyttö puolestaan takaa laajemmat käyttömahdollisuudet, sen saatavuus on suurempaa sekä käyttökokemukset kattavammat.

---

Asiasanat: murskeet, maarakennus, tienrakennus

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Bachelor of Construction Management  
Infrastructure and landscape technology

---

Author: Jani Jortama

Title of thesis: Betoroc-crushed concrete use on site

Supervisor: Jarmo Erho, Oulu University of Applied Sciences

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018      Number of pages: 21

---

The thesis is written as a final project in the University of Applied Sciences, Bachelor of Construction Management -program specialized in Infrastructure and landscape technology. Idea for this thesis came when I was working on Deastia Ltd's project: Highway 148 improvement at Kerava. The aim of the thesis is to examine the Beotorc-concrete crush produced by Rudus Ltd and the alternative use of it compared to natural stone crush and rock crush in divisive and supporting layers.

In the thesis, we get to know a little of the company Destia Ltd and the project HW 148 improvement at Kerava I worked for. The main focus of the thesis is on the crushed concrete waist - the Betoroc-concrete crush we used on site. The thesis gives information of the theoretical properties of the Betoroc-crushed concrete, where to use it, how it acts in the soil and what kind of potential it creates and what its use excludes.

The pictures specifies and visualizes Betoroc-crushed concrete, its production process, placement possibilities and the site. The conclusion considers is it a working choice to use Betoroc-crushed concrete instead of the natural stone crush and rock crush in general, in my opinion and in the HW148 project.

---

Keywords: crushed stone, excavation, road construction

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYS .....	5
1 JOHDANTO .....	6
2 TYÖNANTAJANI PROJEKTISSA.....	7
3 BETOROC-MURSKE .....	9
3.1 Laatu luokat.....	9
3.2 Toimintaketju .....	10
3.3 Lainsäädäntö.....	12
3.4 Betoroc-murske maarakentamisessa .....	12
3.5 Hyötynäkökulmia .....	14
4 BETOROC-MURSKE TYÖMAALLA.....	15
4.1 Mt 148 parantaminen Keravan kohdalla -työmaa .....	15
4.2 Käyttökohteet .....	16
4.3 Väliaikaiset rakenteet ja uudelleensijoitus .....	17
4.4 Työssä esiintyneet ongelmat.....	18
5 JOHTOPÄÄTÖS.....	20
LÄHTEET.....	21

# 1 JOHDANTO

Betoroc-mursketta eli betonijätteestä jatkokäsiteltyä betonimursketta on alettu käyttää kierrätettävänä vaihtoehtona perinteiselle luonnonkivi- ja kalliomurskeelle. Betoroc-murske on Rudus Oy:n rekisteröity tuotemerkki, ja tästä syystä ainoastaan heidän toimittamastaan betonimurskeesta voidaan käyttää kyseistä tuotenimeä. Betoroc-mursketta käytetään pääsääntöisesti katu-, tie- ja kenttärakenteiden kantavissa ja jakavissa kerroksissa. Betoroc-murskeen käyttöön liittyy säännöksiä, jotka vaikuttavat sen käytön suunnitteluun ja sen kanssa työskentelyyn.

Aihe opinnäytetyöhön muodostui työskennellessäni työnjohtajan tehtävissä Destian Mt 148 parantaminen Keravan kohdalla -työmaalla, jossa Betoroc-mursketta käytettiin. Aiheen ideoinnissa olivat mukana lisäksi silloisen projektin työpäällikkö Kimmo Perttu ja työmaapäällikkö Jorma Puranen. Lopullisesta aiheesta ja opinnäytetyön saavuttamisesta haluttuun muotoonsa toimin yhteistyössä ohjaajani lehtori Jarmo Erhon kanssa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä Betoroc-murskeen mahdollisuuksia ja lainalaisuuksia maa-rakennustyömaakohteessa sekä tuoda esille harjoitteluni aikaisia havaintoja. Teoriaosuudet pohjautuvat jo olemassa oleviin tietoihin tuotteesta ja sen käytöstä. Johtopäätöksissä on otettu huomioon henkilökohtaisesti havaitsemiani asioita työmaaolosuhteissa.

## 2 TYÖNANTAJANI PROJEKTISSA

Työnantajani ja projektissa pääurakoitsijana toiminut Destia on suomalainen infra- ja rakennuspalveluyhtiö, joka rakentaa, ylläpitää ja suunnittelee liikenneväylien ja ratojen sekä liikenne- ja teollisuusympäristöjen lisäksi kokonaisii elinympäristöjä. Destian palvelut ulottuvat maanalaisesta rakentamisesta kattavaan maanpäälliseen toimintaan sekä energia- ja insinöörirakentamiseen. Monipuolisen osaamisen ansiosta destialaiset toteuttavat suuria ja edistysellisiä ratkaisuja, jotka edistävät turvallista ja sujuvaa liikkumista ja jotka tekevät ympäröivästä maailmasta pala palalta toimivamman. Destian asiakkaita ovat teollisuus- ja liikeyritykset, kunnat ja kaupungit sekä valtionhallinnon organisaatiot. Kattava toimipaikkaverkko Suomessa takaa, että Destia on aina lähellä asiakkaitaan. (1.) Kuva 1 esittelee Destian toimialat, jotka ulottuvat väylärakentamisesta tiestöietoon.



*KUVA 1. Destian toimialat (2.)*

Destia Group Oyj on suomalainen osakeyhtiö, joka on perustettu Destian omistusjärjestelyn yhteydessä 1.7.2014 ja joka omistaa 100-prosenttisesti Destia Oy:n osakkeet. Yhtiön tilikausi on kalenterivuosi. (3.) Kuvan 2 diagrammin mukaan vuosien 2014–2016 aikana Destia Oy:n liikevaihto on ollut nouseva, mutta liiketoiminnan tulos laskeva.



KUVA 2. Destia luvuin (4.)

### 3 BETOROC-MURSKE

Betoroc-murske on Ruduksen valmistamana, tuotteistettu betonimurske, jota käytetään luonnon maa- ja kiviaineksen tapaan. Betoroc on Ruduksen rekisteröity tuotemerkki, eli kyseistä nimitystä voidaan käyttää vain Ruduksen toimittamasta betonimurskeesta. Pääasiallisia käyttökohteita ovat katu-, tie- ja kenttärakenteiden jakavat sekä kantavat kerrokset. Betoroc-murske soveltuu myös mm. putkijohdokaivantojen lopputäytöksi ja pengerrakenteisiin. (5, s. 3.)



*KUVA 3 Betoroc-mursketta*

#### 3.1 Laatuluokat

Betoroc-murskeet jaetaan teknisten ominaisuuksiensa perusteella luokkiin Betoroc- BeM I, BeM II, BeM III, BeM IV, Betoroc Hk, Betoroc Sr ja Betoroc Lo. Betoroc BeM I, II ja III toimitetaan yleensä

raekoossa #0/45. Betoroc BeM II -mursketta toimitetaan myös raekoossa #0/90. Rakeisuutta luku-  
nottamatta Betoroc BeM II #0/90 -murskeen ominaisuudet vastaavat BeM II #0/45 -murskeen  
ominaisuuksia. (5, s. 4.)

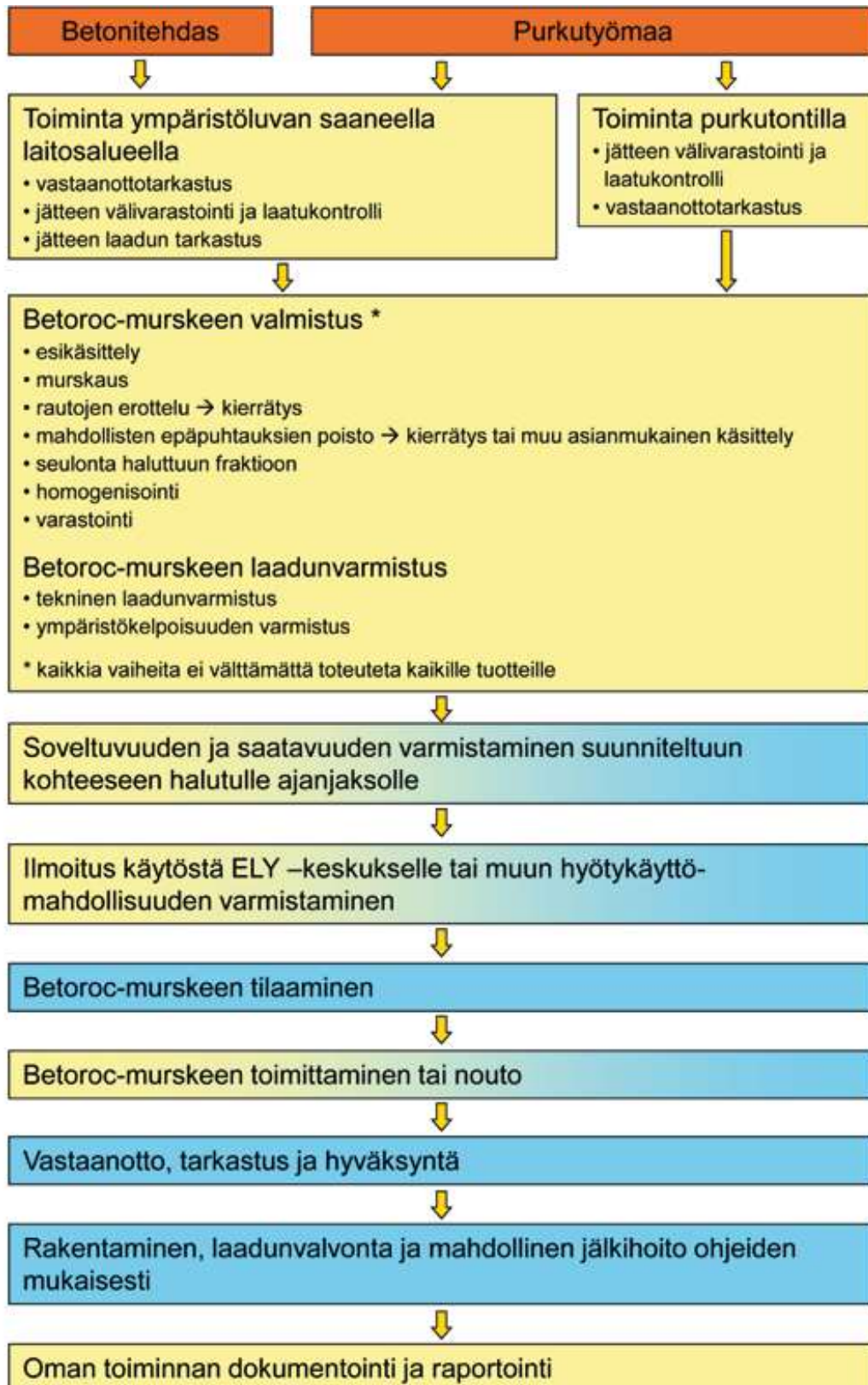
TAULUKKO 1. Betoroc-laatuojen ominaisuudet (5, s. 4)

Laatu	Rakeisuus (mm)	Lujittuminen	Routivuus	Käyttökohde
BeM I	0/45	lujittuu*	routimaton*	kantava
BeM II	0/45	lujittuu*	routimaton*	kantava/jakava
BeM II #0 - 90	0/90	lujittuu*	routimaton*	jakava
BeM III	0/45	vaihtelee	routimaton*	jakava
BeM IV	vaihtelee	vaihtelee	vaihtelee	pengertäyte
BeM Hk	0/8...0/12	vaihtelee	vaihtelee	täyte
BeM Sr	0/20...0/65	vaihtelee	vaihtelee	jakava/pengertäyte
BeM Lo	0/90...0/150	vaihtelee	routimaton*	pengeri

\*normaaleissa käyttöolosuhteissa ohjeen mukaisesti riittävän kantavan kerroksen päälle ra-  
kennettuna.

### 3.2 Toimintaketju

Betoroc-murske käy monivaiheisen toimintaketjun, kun sitä lähdetään jalostamaan betonijätteestä  
siihen pisteeseen, jolloin se toimii kierrätettynä materiaalina uudessa käyttökohteessaan. Kuva 4  
havainnollistaa tämän toimintaketjun. Punaisella esitetään alkuperä, keltaisella Ruduksen ja sini-  
sellä tilaajan toimenpiteet. (5, s. 6.)



KUVA 4. Betoroc-murske toimintaketju (5, s. 6)

### 3.3 Lainsäädäntö

Betoroc-murske kuuluu Valtionneuvoston asettamaan säädökseen 591/2006 ”Eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa”. Asetuksen tarkoituksena on edistää jätteiden hyödyntämistä määrittelemällä edellytykset, joiden täytyessä asetuksessa tarkoitettujen jätteiden käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristösuojelulain (86/2006) mukaista ympäristölupaa. Betoroc-mursketta on tämän asetuksen nojalla mahdollista käyttää ammattimaiseen hyödyntämiseen seuraavissa rakennuskohteissa:

1. yleiset tiet, kadut, pyörätiet ja jalkakäytävät sekä niihin välittömästi liittyvät tienpitoa tai liikennettä varten tarpeelliset alueet, pois lukien melusteet
2. pysäköintialueet sekä virkistys- ja urheilualueiden reitit
3. ratapihat sekä teollisuus-, jätteenkäsittely- ja lentoliikenteen alueiden varastointikentät ja tiet. (6.)

Valtioneuvoston asetuksen vaatimuksia:

1. Betonimurskaa ei saa käyttää I- ja II-luokan pohjavesialueilla.
2. Betonimurskerakenne tulee päällystää (esim. asfaltilla, jonka tyhjätila on  $\leq 5\%$ ) tai peittää kiviaineksilla (paksuus  $\geq 10$  cm).
3. Betonimurskerakenteen kerrospaksuus on enintään 1,50 m.
4. Hyödyntämispaikan haltijan on hyväksyttävä betonimurskeen käyttö.
5. Betonimurskeen käyttö edellyttää ilmoituksen tekemistä ELY-keskukselle. (5, s. 8.)

### 3.4 Betoroc-murske maarakentamisessa

Betoroc-mursketta käytetään yleensä samalla tavalla kuin luonnon maa- ja kiviainesta. Vaikka betonimurskerakenteissa tapahtuu lujittumista, vanhojen Betoroc-murskekohteiden (BeM I ja BeM II) aukikaivukokeissa on havaittu, että lujittuneen Betoroc-murskekerroksen aukikaivaminen on tehtävissä tavanomaisella kalustolla lujittumisesta huolimatta. Beotoroc-murskeen käytöstä maarakentamisessa on tehtävä ilmoitus alueelliselle ELY-keskukselle Valtionneuvoston asetuksen mukaisesti. Ilmoitus sisältää seuraavat tiedot:

- hyödyntämispaikan haltijan sekä omistajan nimi ja yhteistiedot, sekä näiden suostumus murskeen hyödyntämiseen kohteessa
- hyödyntämispaikan sijainti sekä selvitys lähialueen pohjavesialueista ja niiden luokista sekä vedenottoaikoista ja vesistöistä
- tiedot maarakentamista koskevasta maankäyttö- ja rakennuslain, yleisistä teistä annetun lain tai maantielain mukaisesta suunnitelmasta, ilmoituksesta ja luvasta
- yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot
- jätenimike ja laadunvalvontatiedot materiaalintoimittajalta
- käytettävän Betoroc-murskeen määrä
- selvitys Betoroc-mursketta sisältävästä rakenteesta, peittämiseen ja päällystämiseen käytettävästä materiaalista, varastoinnista ja muusta toiminnasta hyödyntämispaikalla
- ajankohta, jolloin hyödyntäminen maarakentamisen aikana alkaa ja päättyy. (5, s. 9.)

Betoroc-murskeen kuljetus, levitys ja tiivistys tehdään kuten luonnon maa- tai kiviainesta käytettäessä mahdolliset suunnitelmassa esitetyt tarkennukset huomioiden. Kaikissa työvaiheissa on huolehdittava siitä, että Betoroc-murskeen lajittumista ei tapahdu. (5, s. 7.)

Tiivistystyö Betoroc-murskeelle tehdään myös kuten luonnon maa- ja kiviaineksille. Rakenteen tiiviyys varmennetaan laadunvalvonnalla. Tiivistystyö on tehtävä optimivesipitoisuudessa, jotta vaadittu tiiviyysaste saavutetaan. (5, s. 7.) Eri Betoroc-murskelaatujen optimivesipitoisuudet on esitetty taulukossa 2.

*TAULUKKO 2 Betoroc-laatujen optimivesipitoisuudet (5, s. 4)*

Laatu	Optimivesipitoisuus (%)
BeM I	10 ± 2
BeM II	10 ± 2
BeM III	11 ± 3
BeM IV	11 ± 4
BeM Hk, BeM Sr, BeM Lo	vaihtelee

Betoroc-kerroksen päällä voi liikkua työkoneilla, kun rakenteen kantavuus on todettu suunnitellun mukaiseksi. Ennen liikenteelle avaamista tai ennen raskasta työmaaliikennettä tulee betonimurskekerros peittää kantavan kerroksen laatuvaatimukset täyttävällä murskeella tai asfalttipäällysteellä. (5, s. 8.)

Betoroc-murskeesta tehdyn rakenteen laadunvalvonnassa käytetään pääsääntöisesti samoja menetelmiä ja laatuvaatimuksia kuin käyttäessä luonnon maa- ja kiviaineksia. Rakenteen tiiveysaste voidaan todeta tiiveysmittauksilla. Mahdollisten kaivutöiden jälkeen Betoroc-murskeiset päällysrakenteet on uusittava siten, että päällysrakenteen kerrokset ovat kantavuudeltaan vastaavat kuin alkuperäiset rakennekerrokset. (5, s. 8.)

### **3.5 Hyötynäkökulmia**

Lähdettäessä tarkastelemaan Betoroc-murskeen hyötyjä vaihtoehtoisena ratkaisuna luonnonkivi- ja kalliomurskeelle nousevat esille ekologisuus, kantavuusominaisuudet ja taloudellisuus. Kuten muillakin aloilla, myös rakennusalalla tähdätään nykyään vahvasti luontoa säästäviin sekä kierrätettäviin ratkaisuihin.

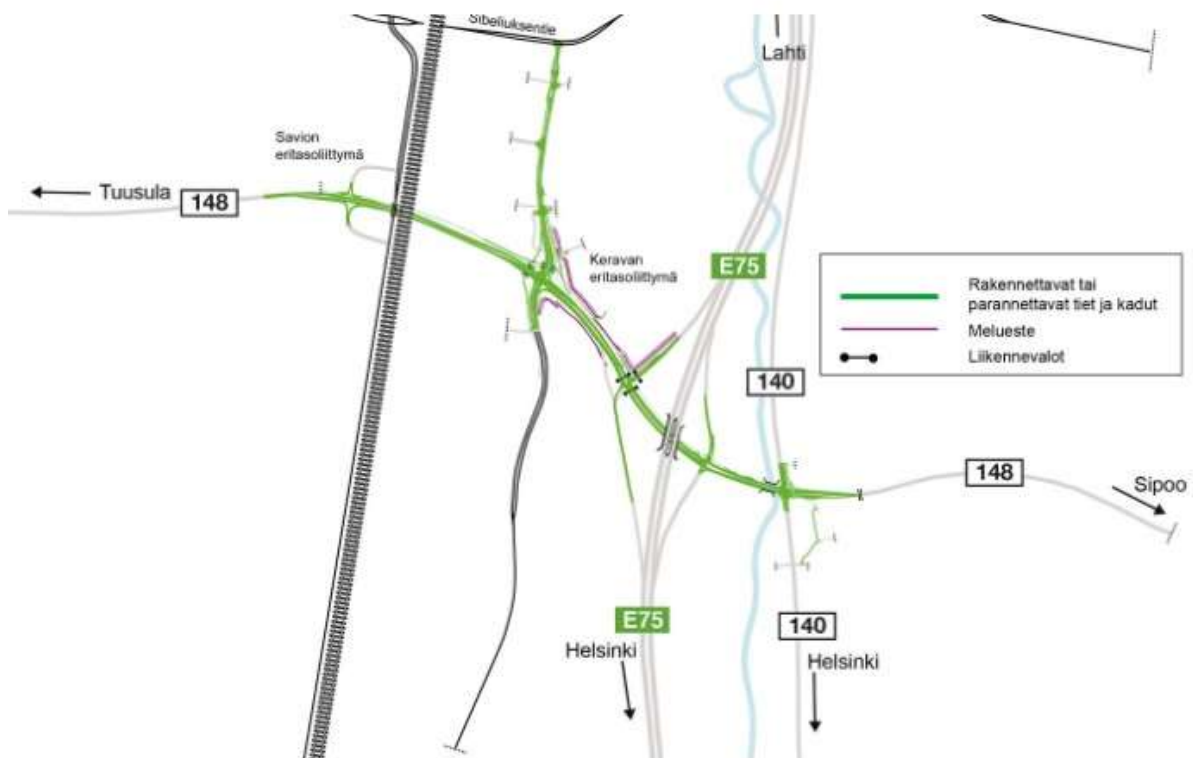
Betonimurskeella on myös kyky toimia hiilidioksidinieluna. Betoni sitoo elinkaarensa aikana hiilidioksidia karbonisaatioreaktiossa. Murskaamisen jälkeen reaktio kiihtyy vapautuvan pinta-alan takia ja Betoroc-murske pystyy sitomaan jopa puolet sementin valmistuksessa aiheutuneista hiilidioksidipäästöistä. (5, s. 3.)

Lujitusominaisuuksiltaan Betoroc-murskeella on mahdollista saavuttaa parempia kantavuuksia. 13–15 vuoden pitkäaikaisseurannoissa on havaittu, että sen kantavuudet ovat yhä 15–25 % paremmat kuin vastaavien kiviainesrakenteiden. Lujittuminen perustuu murskauksessa syntyvien sitoutumattoman sementin reaktiopintojen sitoutumiseen. Taloudellisesti tarkasteltuna Betoroc-murske on kiviainesmursketta huomattavasti edullisempaa kuutioiden hinnoiltaan. Puhutaan jopa 30–40 % edullisemmasta tuotteesta. Valmistusprosessiltaan Betoroc-murske on kiviainesmurskeita kalliimpaa, mutta Rudus Oy kompensoi hintoja raaka-aineiden vastaanottomaksuilla. (7.)

## 4 BETOROC-MURSKKE TYÖMAALLA

### 4.1 Mt 148 parantaminen Keravan kohdalla -työmaa

Maantien 148 parantaminen Keravan kohdalla oli Liikenneviraston tilaama työ, jossa pääurakoitsijaksi valikoitui Destia Oy. Maantie 148 on Tuusulasta Keravan kautta Sipooseen aina valtatielle 7 asti toisensa yhdistävä liikenneosuus. Liikennemäärien lisääntyä ajan saatossa huomattavasti tie useine liittymineen ruuhkautui pahasti varsinkin ruuhka-aikoina. Suurimmat ruuhkat saavutettiin Keravan kohdalla, jossa päivittäin ajoneuvoja kulki n. 9 500–22 600. Hankkeen tavoitteena oli poistaa ruuhkaisuutta lisäämällä kaistoja, parantaa turvallisuutta asettamalla ajoneuvoliikenteen ja kevyen liikenteen risteämät eri tasoon vilkkaimmassa risteyksessä sekä vähentää melusta aiheutuvia haittoja meluaitasuojauksella. Hanke aloitettiin kesäkuussa 2015, kaikki uudet liikenneosuudet otettiin käyttöön joulukuussa 2016 ja viher- ja viimeistelytyöt saatiin päätökseen keväällä 2017. (8.) Kuvan 3 havainnollistama urakka-alue oli pisimmillään 2,3 km:n mittainen ja sen keskeisin sekä työläin osuus sijaitsi Keravan eritasoliittymässä.



KUVA 5 Mt 148 parantaminen Keravan kohdalla -urakka-alue (8.)

## 4.2 Käyttökohteet

Työmaalla Betoroc-mursketta käytettiin lähtökohtaisesti maantieosuuksien lisäkaistoituksien pohjarakenteissa jakavissa ja kantavissa kerroksissa sekä vähäisesti putkikaivantojen täytöissä (kuva 6). Katuosuuksien täytöissä murskeen käyttö oli kiellettyä. Rudus Oy toimitti tilaamaamme mursketta BEM I ja II 0–45 mm:n raekoossa, joka soveltuu käyttömahdollisuuksiltaan sekä jakavaan että kantavaan kerrokseen ja on ominaisuuksiltaan lujittuva.



*KUVA 6 Betoroc-murskeen käyttöä*

Suunnitelmissa Betoroc-murskeen täytöt kaivannoissa oli määritetty 0,3–0,5 m:n paksuisiksi sen mukaan millaiset ominaisuudet kaivantojen pohjamaassa oli. Betoroc-murskeen käytössä pidetään tärkeänä, ettei se sekoitu muuhun maa-ainekseen. Pohjamaan päälle levitettiin suodatinkangas, jonka jälkeen täytöt tehtiin kerroksittain ja jyrättiin ne mahdollisimman tiiviiksi. Asfaltointiurakoitsija höyläsi lopullisen pinnan tasaiseksi ja päällysti ajoradat. Paikoittain pohjamaa oli todella savista ja kaivettaessa häiriintynyt savi loi Betoroc-mursketäytöstä pinnalleen eräänlaisen kelluvan oloisen patjan. Tarvittaviin kantavuuksiin vaadittiin näissä tapauksissa maaperän stabilointia. Kuvan 7 pilaristabilointikoneella tehdyssä työssä kairatangon päässä oleva sekoitinkärki työnnettiin maaperään haluttuun syvyyteen, minkä jälkeen kärkeä nostettiin ja samalla syötettiin sideainetta maahan. Noston aikana sekoitinkärkeä pyöritettiin, jolloin sideaine sekoittui tasaisesti koko poikkipinta-alalle muodostaen maasta ja sideaineesta koostuvan pystypilarin.



*KUVA 7 Maaperän pilaristabilointia Betoroc-mursketäytön päällä*

#### **4.3 Väliaikaiset rakenteet ja uudelleensijoitus**

Toteuttaessa eritasoristeykset ajoneuvoliikenteelle ja kevyelle liikenteelle jouduttiin toteuttamaan väliaikaiset liikenteen järjestelyt. Toteuttamistapana oli kuvan 8 kaksi liikenneympyrää, joiden rakenteissa käytettiin osittain Betoroc-mursketta.



*KUVA 8 Väliaikainen kiertoliittymä ja valmistuvat sillat (9.)*

Lähdettäessä poistamaan näitä väliaikaisia rakenteita Betoroc-murske käyttäytyi hyvin pitkälti samalla tavalla kuin luonnonkivi- ja kalliomurske, mutta ongelmia tuottivat muuhun maa-aineksiin sekoittuminen ja kosteuden kerääntyminen. Kerättyään kosteutta tarpeeksi ja ollessaan jatkuvan runsaan liikenteen aiheuttaman tärinän alla osa Betoroc-murskeesta oli tiivistynyt laattamaiseen muotoon, jolloin sen kaivaminen tuotti haasteita. Laataksi muuttunut sekä sekoittunut murske jouduttiin toimittamaan pois työmaalta ongelmajätteenä, sillä ne eivät kelvanneet jatkosijoituksissa pysyviin pohjarakenteisiin enää samalla tapaa kuin ennallaan pysynyt murske. Laatoittumisilmiö oli vähäistä, joten huomattavia tappioita siitä ei syntynyt.

#### **4.4 Työssä esiintyneet ongelmat**

Työmaan ollessa alueeltaan suurehko ja liikennemääriltään vilkas täytyi kiinnittää erityistä huomiota työvaiheiden organisointiin. Varsinkin aamuruuhkien ja iltapäiväruuhkien aikaan liikenteen ja työn yhteen sovittaminen tuotti suuria haasteita. Liikenteen pysäyttäminen edellä mainittuihin aikoihin oli käytännössä kiellettyä, jolloin liikenteen kannalta haastavimmat työvaiheet oli suunnitel-

tava muuhun aikaan vuorokaudesta. Ei-ruuhkaisina hetkinä liikenteen pysäytys sai kestä maksi-  
missaan seitsemän minuuttia yhtäjaksoisesti, joten pysäytyksen aikaiset tehtävät oli suunniteltava  
huolellisesti. Suurimmat ajokaistoilla tapahtuvat työvaiheet täytyi hoitaa sulkemalla kaistoja ja  
ohjaamalla liikennettä uusilta tai kapasiteetiltaan pienemmiltä reiteiltä.

Sääolosuhteet olivat yllättävän suotuisia töiden suorittamisen kannalta. Suurimpiin vesisateisiin  
varauduttiin useilla pumppausjärjestelmillä kaivannoissa, ja seuraamalla sääennusteita pystyttiin  
varautumaan sään aiheuttamiin ongelmiin ja ennaltaehkäisemään sen aiheuttamia ongelmia. Suu-  
rin yksittäinen sääolosuhteiden aiheuttama ongelma ja viivästys oli Keravanjoen ja runsaan lu-  
misadejakson aiheuttamat tulvat, jotka vaikeuttivat sillanrakennustöitä.

Useissa rakennusurkahoissa omat ongelmansa tuottavat myös aikataululliset ja taloudelliset seikat.  
Niiden käsitteleminen sivuasi tämän työn varsinaista aihetta.

## 5 JOHTOPÄÄTÖS

Lähdettäessä suunnittelemaan työmaalla tehtäviä täyttöjä Betoroc-murske on oivallinen ratkaisu kallio- ja luonnonkivimurskeille. Hyötynäkökulmia ovat mm. kierrätettävä tuote betonijätteestä, halvempi hinta, paremmat kantavuustulokset jopa 15 vuoden kuluttua ja uudelleenkierrätettävyys käytettynä tuotteena. Kallio- ja luonnonkivimursketta on suositeltavaa harkita käytettäväksi, mikäli Beotoroc-murskeen käytölle on rajoitteita taikka mursketta aiotaan käyttää väliaikaisissa rakenteissa. Molemmat ratkaisut ovat toimivia ja hyviä, mutta nyky-yhteiskunnassa on aika harkita vakavasti kierrätettävien materiaalien käyttöä.

Henkilökohtaisesti suosittelisin kallio- ja luonnonkivimurskeen käyttöä sen saatavuuden, helppokäyttöisyyden ja perinteikkyyden vuoksi. Sitä on käytetty huomattavasti pidempään maarakentamisessa ja sen käytöstä on huomattavasti pidempiaikaisia tuloksia sekä kokemuksia. Myös työvaiheita suorittavalla henkilöstöllä tuntuu olevan huomattavasti parempi tieto ja käsitys kallio- ja luonnonkivimurskeen käytöstä, mikä säästää aikaa.

Mt 148 parantaminen Keravan kohdalla -työmaalla Betoroc-murskeen käyttö maantiesuoksissa oli hyvä ratkaisu, sillä kantavuudet osuuksilla saatiin haluttuihin tuloksiin ja varsinaisia ongelmia Betoroc-murskeen käytössä ei kohdattu, pois lukien pieniä sekoittumisia ja tiivistymisiä väliaikaisissa rakenteissa. Työmaa sijaitsee Rudus Oy:n Keravan pisteen välittömässä läheisyydessä, joten mahdollisuus kallio- ja luonnonkivimursketta halvempaan Betoroc-murskeen käyttöön oli mahdollista ja kannattavaa.

## LÄHTEET

1. Destia – toimivampi maailma. 2016. Destia Oy. Saatavissa: <http://www.destia.fi/yritys.html>. Hakupäivä 14.8.2017.
2. Palvelut. 2016. Destia Oy. Saatavissa: <https://www.destia.fi/palvelut.html>. Hakupäivä 14.08.2017.
3. Taloudellinen informaatio. 2016. Destia Oy. Saatavissa: <https://www.destia.fi/yritys/taloudellinen-informaatio.html>. Hakupäivä 14.8.2017.
4. Asiakastiedot. 2016. Asiakastiedot.fi. Saatavissa: <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/destia-oy/21630263/taloustiedot>. Hakupäivä 27.8.2017.
5. Betoroc®-murskeohje, Käyttöohje rakentamiseen ja suunnitteluun. 1/2017. Rudus Oy. Saatavissa: [www.rudus.fi/Download/24032/Betoroc-murske%20ohje.pdf](http://www.rudus.fi/Download/24032/Betoroc-murske%20ohje.pdf). Hakupäivä 17.5.2017.
6. Betoroc-betonimurske. 2016. Rudus Oy. Saatavissa: <http://www.rudus.fi/tuotteet/kieratys/betonimurske>. Hakupäivä 25.5.2017.
7. Pieksemä, Jani 2017. Kierrätystoiminnanjohtaja, Rudus Oy. Sähköpostihaastattelu. Haastattelupäivä 31.5.2017.
8. Mt 148 parantaminen Keravan kohdalla. 2015. Liikennevirasto. Saatavissa: [https://www.liikennevirasto.fi/mt148#.Wk5Uy99I\\_IU](https://www.liikennevirasto.fi/mt148#.Wk5Uy99I_IU). Hakupäivä 13.9.2017.
9. Mt 148:n parantaminen Keravan kohdalla. 2015. Facebook. Saatavissa: <https://www.facebook.com/mt148/>. Hakupäivä 5.10.2017.