



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Markus Häkkänen

Purkubetonin hyödyntäminen raken- nushankkeella

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto

Mestarityö

01.04.2020

Tekijä Otsikko	Markus Häkkänen Purkubetonin hyödyntäminen rakennushankkeella
Sivumäärä Aika	28 sivua + 3 liitettä 01.04.2020
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	Infrarakentaminen
Ohjaajat	Ympäristöpäällikkö Hanna Haukilahti Työpäällikkö Seppo Sirola Lehtori Juha Virtanen
<p>Tämän mestarityön tarkoituksena oli selvittää purkubetonin hyödyntämismahdollisuutta rakennushankkeessa ja kerätä siihen liittyvä tarvittava tieto, jota voidaan käyttää pohjana käsikirjan laatimiseksi purkubetonin hyödyntämisestä rakennushankkeella. Mestarityö tehtiin Destialle ja työn aineistoa kerättiin Destian 'Helsingin Hämeentien liikennejärjestelyt' -hankkeesta, jossa purkubetoni hyödynnettiin hankkeella murskaamalla.</p> <p>Työn tärkein osuus oli kartoittaa purkubetonin hyödyntämisprosessiin liittyvät käytännöt, asetukset, määräykset, standardit ja lupamenettelyt sekä seurata Hämeentien hankkeella käytettyä purkubetonin hyödyntämismenetelmää. Tämän työ seuraa kronologisesti vaiheita ja toimia, jotka on otettava huomioon suunniteltaessa purettavan betonin hyötykäyttöä ja otamalla se huomioon rakennushankkeen suunnittelussa ja toteutuksessa aina murskatun betonin loppusijoittamiseen. Myös prosessin ympäristövaikutukset on kuvailtu.</p> <p>Aiheen laajuus ja monimuotoisuus selvisi työn edetessä. Rakennusmateriaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö ovat nykypäivänä yhä tärkeämpi aihealue kestävyuden ja ympäristönäkökohtien takia. Erilaisten jättemateriaalien, kuten purkubetonin, uudelleenkäyttöä koskevia säännöksiä ja sääntöjä tarkistetaan jatkuvasti. Määräyksiä päivitetään jatkuvasti, kun uutta tietoa ympäristökysymyksistä ja optimaalisesta materiaalin käyttöä tulee saataville.</p> <p>Työssä kuvataan ne asiat, jotka on otettava huomioon käytettäessä purkubetonia rakennusprojektissa. Opinnäytetyön aineistoa käyttämällä voidaan tehdä käsikirja Destian esimiesten käyttöön arvioitaessa purkubetonin käsittely- ja hyödyntämismahdollisuuksia rakennusprojektin aikana ja mahdollisesti suoraan työmaalla tai sen lähiympäristössä.</p>	
Avainsanat	betonimurske, infrarakentaminen, maarakennus, purkubetoni

Author Title	Markus Häkkänen Possibilities of Using Demolished Concrete in a Construction Project.
Number of Pages Date	28 pages + 3 appendices 01 April 2020
Degree	Bachelor of Construction site management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	Infrastructure Construction
Instructors	Hanna Haukilahti, Group Environmental Manager Seppo Sirola, Area Engineer Juha Virtanen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to explore the possibilities of using demolished concrete in a construction project and to gather also the necessary related information to that to be used as a basis for compiling a handbook for crushing demolition concrete during a construction project. The thesis was done for Destia; the material for this thesis was collected from the 'Helsinki Hämeentie traffic arrangements' construction project during which demolition concrete was utilized by crushing it on site.</p> <p>The most important part of the thesis was to map the practices, rules, regulations, standards and permission procedures related to the demolition concrete utilization process and to follow the demolition concrete utilization method used in the Hämeentie project. This thesis follows chronologically the steps and actions to be taken into consideration when planning the utilization of the demolished concrete and when realizing the plan from the design and implementation of the construction project to the final delivery of the crushed concrete. The environmental impact of the process as well as the use of demolished concrete are also described.</p> <p>The scope and the diversity of the topic became clear during the thesis writing. Recycling and reuse of building materials are currently an increasingly important topic due to sustainability and environmental aspects. Regulations and rules regarding the reuse of various waste materials, such as demolition concrete, are constantly under review. Regulations are being updated in a continuous fashion as new information about environmental topics as well as the optimal material usage become available.</p> <p>The thesis describes the issues that need to be considered when using demolished concrete in a construction project. By using the material of this thesis, instructions and a handbook can be compiled for the use of Destia's supervisors for assessing the possibilities of processing the demolition concrete during the construction project and possibly directly on the site or close-by.</p>	
Keywords	civil engineering, concrete rock, demolished concrete

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Purkubetonista betonimurskeeksi	2
2.1	Purkubetoni rakennushankkeissa	3
2.1.1	Purkubetonin hyötykäyttökelpoisuus	3
2.1.2	Betonimurskeen hyödyntäminen maarakentamisessa	5
2.2	Betonimurskeen tekniset vaatimukset	8
2.2.1	Laatuluokat	8
2.2.2	CE-merkintä	8
2.3	Purkubetonin käsittelytapoja rakennushankkeella	9
2.3.1	Purkubetonin toimitus käsittelylaitokselle	9
2.3.2	Purkubetonin hyödyntäminen urakoitsijan omana toimintana	10
3	Tapausesimerkki: Purkubetonin hyödyntäminen Helsingin Hämeentien rakennusprojektissa	14
3.1	Hämeentien uudistustyö	14
3.2	Purkubetoni Hämeentien hankkeessa	15
3.3	Purkubetonin jatkojalostuksen valmistelu ja murskaus	16
4	Betonimurskausprosessin laadunvalvonta ja dokumentaatio	18
5	Ympäristönäkökohdat	20
5.1	Prosessin vaikutus hiilinielujen lisäämisessä - hiilikädenjälki vai hiilijalanjälki?	20
5.2	Mahdollisuudet neitseellisen kiviaineksen korvaamiseen betonimurskeella	21
6	Hankkeella vai ulkoistettuna? – Purkubetonin käsittelyprosessien vertailu	22
6.1	Toimintamallit purkubetonin jalostamiseksi betonimurskeeksi	22
6.2	Kustannustehokkuus ja aikatauluvaikutukset	23
6.3	Ympäristövaikutukset	23
7	Ehdotus käsikirjan laatimiseksi	24
7.1	Ohjeellinen aikataulu betonin murskaushankkeelle	25

8	Ympäristö ja vastuullisuus Destian arvoina	25
9	Johtopäätökset	26
10	Yhteenveto	27
	Lähteet	29
	Liitteet	1

Lyhenteet

BeM	E-moduuli -arvo betonimurskeelle (BeM1, BeM2, BeM3)
CE-merkintä	Valmistajan vakuutus siitä, että tuote täyttää sitä koskevien direktiivien vaatimukset.
ELY-keskus	Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus
MARA-asetus	Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa
VNa	Valtioneuvoston asetus
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi

1 Johdanto

Nykypäivänä betoni on globaalisti toiseksi käytetyin tuote veden jälkeen. Betoni on tunnetusti hyvä kantavien rakenteiden materiaali. Se soveltuu monenlaisiin käyttökohteisiin ja sen lujuutta voidaan säädellä sementin, veden ja lisäaineiden määrällä. Betonirakenne on massansa ja jäykkyytensä ansiosta vankka ja eristävä. Oikein suunniteltu ja valmistettu betoni kestää hyvin ympäristön rasituksia ja nykypäivänä suunnitellun betonirakenteen käyttöikä voi olla jopa 200 vuotta. [1.]

Rakenteiden käyttöään jälkeen purettu betoni on hyötykäyttökelpoista, koska sen lujuusominaisuudet ovat jopa luonnonkivimateriaaleja parempia. Betoni on myös hiiliinielu. Betonirakentamisen ympäristönäkökohtia voidaan tehostaa edelleen optimoimalla betonin purkamisen ja sen hyötykäytön prosessin saumattomuutta, jolloin esimerkiksi purkubetoni voidaan hyödyntää uusiokäyttöön suoraan rakennushankkeella. Destia on soveltanut tätä Helsingin Hämeentien rakennushankkeella. Destia on monipuolinen rakennusalan palveluyhtiö, joka toimii infrarakentamisen alalla. Destia suunnittelee ja ylläpitää liikenneväyliä ja ratoja ja on erikoistunut maanalaiseen rakentamiseen ja maanpäälliseen energia- ja insinöörirakentamiseen.

Tämän työn tarkoituksena oli koota nykytieto niistä mahdollisuuksista, joita purkubetonin jalostamiselle on, ja keskittyä erityisesti mahdollisuuksiin murskata purkubetoni suoraan rakennushankkeella kierrätyslaitokseen toimittamisen sijaan. Jatkojalostuksen käytännön esimerkkinä tarkasteltiin Helsingin Hämeentien rakennushanketta, jossa tarjoutui hyvin harvinainen tilanne jalostaa betoni murskeeksi kaupunkiympäristössä kevyen lupaprosessin kautta. Tässä työssä esitetään myös ehdotus käsikirjan rungoksi, josta on mahdollisuus työstää edelleen yksityiskohtaisempi ohjeistus päätöksenteon tueksi vastaavissa hankkeissa ja käytännön työhön sovellettavaksi. Tulevaisuuden rakentamisen ympäristönäkökohtien painoarvon kasvaessa nopeat, ketterät ja ympäristötehokkaat rakentamisen mallit hyödyttävät kaikkia rakennushankkeen osapuolia ja elinympäristön laatua.

2 Purkubetonista betonimurskeeksi

Betonirakentamisella on Suomessa vankat juuret. Betonin käyttö rakennusaineena alkoi Suomessa 1800-luvun lopussa ja teollistuminen sekä kaupungistuminen viime vuosisadan alussa kiihdyttivät rakentamista edelleen. Suureen rakentamisen tarpeeseen kehittyvä betonitekniikka sopi mainiosti ja betoni otettiin käyttöön suurimmalla osalla rakentamisen eri alueilla. Betonin käyttö elementtirakentamisessa alkoi 1950-luvulla. Suomessa ensimmäiset betonielementit kiinnitettiin Helsingissä Viljo Revellin piirtämään Palace-taloon. [2.]

Suomessa valmistetaan betonia vuosittain noin 5 miljoonaa kuutiota (m³). Valmistetusta kokonaismäärästä n. 40% käytetään infrarakentamiseen ja 60% rakennusteollisuuteen. Suomalaisessa talonrakentamisessa betonin käyttö jakautuu runkorakenteisiin (n. 45 %) ja julkisivuihin n. 15 %. [3.]

Erialaisten arvioiden mukaan Suomessa puretaan vuosittain betonirakenteita 700 000 tonnista miljoonaan tonniin, josta arviolta 500 000 tonnia puretaan pääkaupunkiseudulla. Suurin purettavan betonin uusiokäyttökohde on maarakentaminen, jossa sitä on käytetty jo kaksikymmentä vuotta. Nykypäivän kehittynyt purkutekniikka antaa hyvät edellytykset betonin uusiokäytölle. Betonin uusiokäytön kokonaismäärää ei voida vahvistaa, mutta erinäisten arvioiden mukaan n. 80 % puretusta betonista päätyy hyödynnettäväksi. Vuonna 2008 Euroopan unioni asetti jätepuitedirektiivissä tavoitteeksi, että 70 % rakennus- ja purkujätteestä on kierrätettävä vuoteen 2020 mennessä.

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakennuksessa määrittelee betonimurskeen jätteeksi, joka on valmistettu murskaamalla purettuja betonirakenteita tai uudisrakentamisen tai betoniteollisuuden betonijätettä. Betonimurskeen käyttö on sallittua väylä- ja kenttärakenteissa, sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteissa. [4.]

Maarakentamiseen betonimurske soveltuu ominaisuuksiltaan hyvin. Betonimurske sisältää reagoimatonta sementtiä, joten se lujittuu käytössä ja sille saadaan luonnonkiveä parempia tuloksia kantavuusmittauksissa. Paremman kantavuuden ansiosta

rakennekerroksia voidaan ohentaa. Betonimurske on myös luonnonkiveä kevyempää ja sillä voidaan säästää materiaalmäärissä. [5]

Betonimurskeen valmistamiseen käytetyt laitteet ovat kevyempiä verrattuna luonnonkiviaineksesta tehtyyn murskeen valmistukseen, mikä vaikuttaa positiivisesti valmistusprosessiin ja ympäristötekijöihin. [5.]

2.1 Purkubetoni rakennushankkeissa

2.1.1 Purkubetonin hyötykäyttökelpoisuus

Jotta saadaan tietoa purettavan betonin mahdollisesta ympäristökelpoisuudesta, on sille tehtävä hyötykäyttökelpoisuustutkimus. Tutkimuksen teettää rakennushankkeen urakoitsija. Tutkimuksella selvitetään mahdolliset haitta-aineiden pitoisuudet ja niiden liukoisuus (taulukko 1). Jos tutkimuksissa todetaan, että osa betonista on puhdasta ja täten uusiokäyttöön soveltuvaa, ja osa sisältää haitta-aineita, mikä taas estää uusiokäytön, niin ne erotetaan. Jos betoni ei sovellu uusiokäyttöön, on tutkittava edelleen sen kaatopaikkakelpoisuus. Tutkimuksessa kartoitetaan tiettyjen haitta-aineiden, kuten asbesti, kreo-sootti, PCB- ja lyijy-yhdisteiden kokonaispitoisuudet ja liukoisuus. Tutkimukset tehdään MARA-asetuksen tai ympäristöluvan määräämillä tavoilla. Asetuksessa esitetään myös hyödynnettävän jätteen suurimmat sallitut haitallisten aineiden liukoisuudet ja pitoisuudet (VNa 843/2017) (SFS5884:2018).

Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmässä 2018 (SFS5584:2018) kuvataan, miten laadunhallinnasta tulee huolehtia, kun betonijätettä ja-lostetaan betonimurskeeksi. Standardin mukaan betonimurskeen käyttö maarakentamisessa ei saa aiheuttaa haittaa ympäristölle eikä ihmisen terveydelle. Betonimurskeen on täytettävä käyttökohteen edellyttämät tekniset laatuvaatimukset, jotka on esitetty Valtioneuvoston asetuksessa eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (MARA-asetus). Hyvällä laadunvalvontajärjestelmällä betonimurskeen valmistaja pystyy näyttämään, että betonimurskeen tekniset- ja ympäristöominaisuudet ovat riittävän hyvät betonimurskeen käyttötarkoitukseen.

Standardin mainitsema laadunvalvonta ei kuitenkaan ohita betonimurskeen jäteasetusta, eikä siitä johtuvaa ympäristönsuojelulain (YSL 527/2014, 27§) mukaista ympäristölupavelvollisuutta. Kun betonimurskeeseen hyödynnetään Valtioneuvoston asetusta eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (MARA-asetus), se vapauttaa velvollisuudesta hakea betonimurskeen hyödyntämiselle ympäristölupaa. Kun jalostettu betonimurske ja sen loppusijoituspaikka täyttävät asetuksessa määrätyt edellytykset, hyödyntämiseen käytetään rekisteröintimenettelyä. [6.]

Taulukko 1. Betonin haitta-aineita, jotka estävät betonin käytön maarakennuksessa. [6]

Materiaali	Haitta-aine
Betonielementtien saumaussmassat	PCB
Vesieristeet	Kreosootti
Mineriitti ja lujalevyt	Asbesti
Ohutrappulaastit	Asbesti
Julkisivujen rappauslaastit	Asbesti
Seinäkaakeleiden kiinnityslaasti	Asbesti
Elementtimaalit	Asbesti
Öljyiset betonit	Öljyt
Vihreäksi tai siniseksi läpivärjätyt betonit	Kupari
Valurautaputkien saumaussmassat	Lyijy
Kipsilevyt	Sulfaatit
Kyllästetty puu	Raskasmetallit

2.1.2 Betonimurskeen hyödyntäminen maarakentamisessa

Betonimursketta käytetään korvaamaan luonnonkiviainesta pohjarakentamisen rakennekerroksissa kuten jakavissa ja kantavissa kerroksissa. Betonimurskeen käyttö on sallittua väylä- ja kenttärakentamisessa sekä teollisuus- ja varastorakentamisessa, niin yksityisellä kuin julkisellakin puolella. MARA-asetus määrittelee betonimurskeen käyttökohteita.

2.1.2.1 MARA-asetuksen vaatimukset betonimurskeen hyödyntämiselle

MARA-asetus (843/2017) on helpottanut betonimurskeen hyötykäyttöä maarakentamisessa. Maarakennuskohteissa, jotka lukeutuvat MARA-asetuksen soveltamisalaan voidaan hyötykäyttää tai varastoida betonimursketta rekisteröintimenettelyllä, mikäli betonimurske täyttää asetuksen asettamat vaatimukset. Asetuksenmukaisen toiminnan edellytyksenä on hyötykäytön suunnitelmallisuus ja luonnonmateriaalien korvaaminen. Ympäristöministeriö on julkaissut MARA-asetukselle soveltamisohjeen, joka selkeyttää asetuksen tulkittamista.

Ennen kuin betonimursketta pystytään sijoittamaan sille tarkoitettuun hyödyntämispaikkaan, hyödyntämispaikan haltijan on toimitettava MARA-asetuksessa vaadittu rekisteröinti-ilmoitus alueelliselle ELY-keskukselle. Ilmoituksen jättämisen jälkeen ELY-keskus antaa luvan murskeen hyödyntämisestä. Rekisteri-ilmoituksen voi jättää myös joko suunnittelija tai betonimurskeen toimittaja sijoituspaikan haltijan valtuutuksella. Ilmoituksen tekemiseen ja sen käsittelyyn on hyvä varata 2-3 viikkoa.

MARA-ilmoitusmenettely vaiheittain:

- Selvitys siitä, lukeutuuko kohde MARA-asetuksen soveltamisalaan ja onko hyödyntämisaika asetuksen vaatimukset täyttävä.
- Betonimurskeen hyödyntäminen on suunniteltu ja suunnitelmat on hyväksytty.
- Hyödyntämiskohde ei saa sijaita seuraavilla alueilla:
 - Asumiseen tai leikkipaikoiksi tarkoitettut alueet
 - Luonnonsuojelualueet
 - Viljelyalueet
 - I- tai II-luokan pohjavesialueet.
 - Tulvavaara-alueet sisämaassa
- Hyötykäyttökohteen on sijaittava vähintään 30 metrin etäisyydellä vesistöistä, lähteistä tai talouskäyttöön tarkoitetuista kaivoista.
- Betonimurske on sijoitettava vähintään yhden metrin etäisyyteen pohjaveden maksimikorkeudesta.
- Betonimurskeen yhteenlaskettu kerrospaksuus on oltava alle 1.5 metriä. Yhteenlaskettu kerrospaksuus määritellään poikkileikkauksesta jättemateriaalin yläpinnasta alimman jättemateriaalikerroksen alapintaan saakka siten, että vain jättemateriaalia sisältävät rakenneosat huomioidaan kerrospaksuudessa
- Betonimurskekerroksen yläpuolelle tulee asvaltti, jonka tyhjä tila on enintään 5% tai kerros peitetään vähintään 10 senttimetriä paksulla kerroksella puhdasta luonnon maa- tai kiviainesta.
- Selvitys betonimurskeen ympäristökelpoisuudesta MARA-asetuksen mukaisesti
- Hyödyntämisaikan haltija tai haltijan valtuuttama henkilö tekee rekisteröinti-ilmoituksen ELY-keskukselle. Rekisteröinti-ilmoituksessa on oltava mukana hyödyntämiskohteen rakenteesta poikkileikkauspiirustus, jossa on nähtävissä rakennusosat, joissa betonimursketta hyödynnetään.
- Dokumentointi ja laadunvalvonta tapahtuu toteutumattoman kirjaamisella rakentamisen jälkeen. Tällä täydennetään myös jätettyä rekisteröinti-ilmoitusta. Hyödyntämisestä on tehtävä MARA-asetuksen mukainen loppuraportti ja tilaajan vaatima loppuraportti.

[7.]

2.1.2.2 Betonimurskeen hyödyntäminen ympäristölupaa käyttäen

Jos betonimurske tai sen käyttökohde ei lukeudu MARA-asetuksen soveltamisalaan, murskeen hyödyntäminen mahdollista ympäristöluvalla. Betonimurskeen määrä määrittelee ympäristöluvan myöntäjän. Jos hyödynnettävän betonimurskeen vuosittainen määrä on alle 50 000 tonnia, luvan myöntää ympäristönsuojeluviranomainen. Jos murskeen vuosittainen määrä on yli 50 000 tonnia, luvan myöntää aluehallintovirasto. Jos käsiteltävää betonimursketta on yli 50 000 tonnia vuodessa, tehdään ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA). YVA:n avulla pyritään vähentämään rakennushankkeiden haitallisia ympäristövaikutuksia.

Ympäristölupahakemuksessa betonimurskeen hyödyntämiseksi on kuvattava seuraavat asiat:

- jätteen käsittely- ja hyödyntämistoiminta
- hyödyntämisajankohta
- toiminnan aiheuttamat päästöt
- vaikutukset ympäristöön, vesistöihin ja maaperään.

Lupaviranomainen voi asettaa hyväksytylle ympäristölupalta lupamääräyksiä, joilla rajoitetaan hyötykäytön mahdollisia vaikutuksia ympäristöön. Lupamääräyksillä voidaan myös edellyttää seuraamaan hyötykäytön ympäristövaikutuksia. Mikäli betonimurskeen hyötykäyttö täyttää ympäristönsuojelulain (527/2014) ja jätelain (646/2011) asettamat vaatimukset, ympäristölupa on myönnettävä. Ympäristölupaa ei saa myöntää yleiskaavan tai oikeusvaikutteisen asemakaavan vastaisesti. [7.]

2.2 Betonimurskeen tekniset vaatimukset

2.2.1 Laatuluokat

Purkubetonista jalostettu betonimurske jaotellaan raaka-aineensa ja materiaaliominaisuuksiensa mukaan neljään eri laatuluokkaan, BeM I-IV (taulukko2). Laatuluokitukseen vaikuttaa betonijätteen syntypaikka. Esimerkiksi BeM I -luokituksen voi saada vain betoniteollisuudesta syntynyt betonijäte. Laatuluokitus tehdään vertaamalla laadunvalvonnan tutkimustuloksia betonimurskeluokille annettuihin raja-arvoihin. Laatuluokka määrittää betonimurskeelle ominaisuuksia, vaatimuksia ja mitoitusparametrejä uudelleenkäyttöä varten. Laatuluokitukseen vaikuttaa myös betonimurskeen koostumus ja siinä olevat epäpuhtaudet ja muut rakennusmateriaalit, kuten tiilet.

2.2.2 CE-merkintä

Rakennustuotteiden CE-merkinnällä tuotteen valmistaja ilmoittaa tuotteen ominaisuudet yhdenmukaisella eurooppalaisella tavalla ja vakuuttaa, että merkinnän yhteydessä ilmoitetut tekniset tiedot ovat varmistettu tuotetta koskevan EU:n julkaiseman harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin mukaisesti. [7.]

Maarakennuskäyttöön hyödynnetty betonimurske tulee olla sen käyttökohteen vaatimusten mukaisesti CE-merkittyä. Betonimurskeen CE-merkintä on mahdollista saada alle 90 mm raekoon murskeelle. Yli 90-150 mm raekoon betonimurske tarvitsee erillisen tuotehyväksynnän. CE-merkinnän hankkiminen on materiaalin valmistajan, tai sen myyjän vastuulla. Jos purkubetoni murskataan urakka-alueella tai kaupungin omalla käsittely-alueella, laadunvalvonta on suoritettava niin, että betonimurske täyttää MARA-asetuksen vaatimukset.

Jos purkubetoni jalostetaan betonimurskeeksi rakennuspaikalla, eikä murske vaihda omistajaa, tällöin CE-merkintä ei ole pakollinen. Tästä on esimerkkinä rakennushankkeen sisällä valmistettu ja hyödynnetty betonimurske. Jos betonimursketta ei CE-merkintä, sen laatu on silti tutkittava ja osoitettava, että se täyttää ympäristövaatimukset ja käyttökohteen asettamat tekniset vaatimukset. [7.]

Taulukko 2. Betonimurskeen ominaisuudet laatuluokkien mukaan.

Luokka	Puristuslujuus, MPa	Routivuus	E-moduuli, MPa	Hienoainepitoisuus
BeM I	>1,2	Routimaton	700	< 7 %
BeM II	>0,8	Routimaton	500	< 7 %
BeM III	-	Routimaton	280	Vaihteleva
BeM IV	-	Vaihteleva	Vaihteleva	Vaihteleva

2.3 Purkubetonin käsittelytapoja rakennushankkeella

Rakennuttajalla on kaksi vaihtoa purkubetonin käsittelylle. Se voidaan joko toimittaa kierätyslaitokselle tai jalostaa betonimurskeeksi rakennushankkeella.

2.3.1 Purkubetonin toimitus käsittelylaitokselle

Ulkoistettuna palveluna urakoitsija purkaa betonirakenteet itse tai käyttäen aliurakoitsijaa. Puretun betoni kuljetetaan työmaalta betonin vastaanotto- ja käsittelyasemalle, jossa se käsitellään mahdollista uusiokäyttöä varten tai loppusijoitetaan kaatopaikalle. Urakoitsijalla ei tarvitse olla lupaa puretun betoniin jatkokäsittelyä varten, vaan käsittelyluvat ovat vastaanottoaseman vastuulla. Tämä on urakoitsijalle vaivattomin tapa käsitellä purkubetonia. Kustannukset syntyvät betonirakenteiden purkamisesta, betonin kuljetuksesta ja betonijätteen vastaanotto- ja käsittelymaksuista. Betonin käsittely- ja vastaanottomaksut voivat jakautua esimerkiksi seuraavasti: 70% työn kokonaiskustannuksista, purku noin 15 % ja kuljetuskustannukset 15%. Rakennuskohteesta riippuen kuljetusmatkat vastaanotto- ja käsittelyasemalle voivat olla pitkät, joten suurin osa purkuprosessin päästöistä syntyy puretun betoniin kuljetusmatkoista. Purkubetonin käsittelyn ulkoistamista

käytetään, jos purettua betonia ei määrällisesti ole paljon, murskaamiselle ei ole tarpeeksi tilaa, tai urakoitsijalla ei ole betonille hyötykäyttökohdetta.

2.3.2 Purkubetonin hyödyntäminen urakoitsijan omana toimintana

Purkubetonin käsittely rakennushankkeella ja valmiin murskeen sijoittaminen suoraan hyötykäyttökohteeseen on nopea tapa edistää betonin uusiokäyttöä ja vähentää päästöjä esimerkiksi kuljetusmatkoissa. Purettu betoni varastoidaan urakka-alueelle, jossa se myös murskataan, ja valmis betonimurske kuljetetaan urakka-alueelta loppusijoituspaikkaan. Betonirakenteiden purkamisen ja murskauksen osuus voi olla esimerkiksi noin 70 % ja kuljetuksen ja loppusijoituspaikan osuus on noin 30 % kokonaiskustannuksista.

Tätä vaihtoehtoa harkittaessa on kuitenkin jo rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa otettava huomioon monia eri näkökohtia.

2.3.2.1 Betonijätteen määrä ja laatu

Rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa on arvioitava purettavan betonin määrä ja tutkittava millainen betonin koostumus on. Kartoituksessa selviää myös se, kuinka suuri osa siitä on ympäristökelpoista ja kuinka paljon jatkokäsittelyyn soveltuvaa. Purkutyön suorittaa joko urakoitsija tai aliurakoitsija.

2.3.2.2 Murskeen varastointimahdollisuus kohteessa

Purkubetonia voidaan varastoida sellaisenaan työmaalla murskausta varten, mikäli varastoimiselle on riittävästi tilaa. Purkubetonin varastoimiselle ei ole säädetty aikarajoitteita, toisin kuin valmiin betonimurskeen varastoimiselle. Betonimurskeen varastoinnin saa aloittaa aikaisintaan kuukautta ennen sen hyödyntämistä, jos se varastoidaan suojaamattomana. Suojattuna betonimurskeen varastoinnin saa aloittaa vuotta aikaisemmin. MARA-asetuksen soveltamisohjeen mukaan betonikasaa ei kuitenkaan tarvitse suojata, jos se ei aiheuta suurta pölyämistä tai suurta huuhtoutumista hulevesien mukana. [7.]

2.3.2.3 Betonimurskeen hyödyntämismahdollisuus hankkeessa tai lähialueen rakennuskohteissa

Urakoitsijalla on oltava myös betonimurskeelle säädökset täyttävä hyötykäyttökohde. Ihanteellisessa tilanteessa betonimurske hyödynnetään suoraan käynnissä olevassa rakennushankkeessa. Mikäli betonimurskeen hyötykäyttökohde sijaitsee muualla, käyttökohteen etäisyyttä ja liikenneyhteyksien mahdollisuuksia on pohdittava. Betonimurskeen kuljettaminen esimerkiksi hyvin vilkasliikenteisessä ympäristössä saattaa aiheuttaa aikataulullisia haasteista.

2.3.2.4 Murskaukseen tarvittava kalusto

Puretun betonin esikäsittelyllä vaikutetaan merkittävästi jalostettavan murskeen laatuun. Mikäli purkubetonista on pystytty poistamaan metallit ennen murskausta, lopputuotteen laatu paranee huomattavasti. Esikäsittelyssä suuria betonikappaleita voidaan pienentää kaivinkoneisiin liitettävillä työkaluilla, kuten iskuvasaralla ja pulverointilaitteella.

Kaivinkoneisiin liitettävillä työkaluilla voidaan tehdä myös varsinainen betonin murskaaminen. Sitä voidaan tehdä myös siirrettävällä murskauslaitoksella. Murskauslaitteiden valintaan vaikuttaa murskausaleen koko ja murskattavan betonin määrä ja lopputuotteen

haluttu laatu. Betonimurskeen valmistaminen murskauslaitteita käyttäen tuottaa tasalaa-
tuisempaa murskettä pulverointiin verrattuna. Pulveroinnilla pienin raekoko on 0-200
mm, kun taas murskauksella päästään MARA-asetuksen mukaiseen suurimpaan sallit-
tuun raekokoon, joka on 90 mm.



Kuva 1. Betonilohkareiden pienentäminen tehdään kaivinkoneeseen liitetyllä pulverointityökalulla. [13.]

2.3.2.5 Aikataulullinen toteutettavuus

Jo betonirakenteiden purkamisen suunnittelussa on huomioitava siihen tarvittavat resurssit, kustannukset ja käytettävä aika. Mikäli harkittavaksi otetaan purkubetonin jalostusmahdollisuus betonimurskeeksi ja sen hyödyntäminen rakennushankkeessa, aikataululliset näkökohdat ovat ensiarvoisen tärkeitä, sillä niistä voidaan saada suuri taloudellinen säästö tai vastaavasti aikataulujen kariutumien kuormittaa taloudellisesti. Harkittavaksi tulee esimerkiksi se, tehdäänkö murskaus jatkuvana toimintana hankkeen aikana, vai toteutetaanko se jossakin tietyssä määritellyssä vaiheessa.

Purkubetonin hyödyntäminen murskeeksi rakennushankkeella tarvitsee sille tarkoitetut lakien ja asetusten mukaiset luvat. Lupien hakemiseen, käsittelyyn ja myöntämiseen on varattava riittävästi aikaa. Lupakäytännöt ja niiden aikataulut vaihtelevat kaupunkikohtaisesti ja eri kunnallisilla ympäristönsuojeluviranomaisilla.

Aikataulullisesti kalustoa pohdittaessa on huomioitava työkalujen tyyppi ja niiden saataavuus ja tarvittava hankinta-aika.

2.3.2.6 Lupaprosessit

Ympäristönäkökohtia tulee arvioida jo betonin murskauksen suunnittelussa. Murskaus sallitaan, jos murskausalue on vähintään sadan metrin päässä häiriintyvistä alueista. Murskaus vaatii aina luvan ympäristönsuojeluviranomaiselta. Purkubetonin murskauksen lupavaatimukset on kuvattu ympäristölaissa, mutta käytännössä viranomaisen tulkitsee niin, että betonin murskausta voidaan tehdä hyväksytyllä meluilmoituksella.

Ympäristöviranomaisen käytännöt vaihtelevat kuntakohtaisesti. Esimerkiksi Helsingin kaupungissa erityisen häiritsevää melua tai tärinää aiheuttavasta tilapäisestä toiminnasta on tehtävä ilmoitus kaupungin ympäristöpalvelujen ympäristönsuojeluyksikköön. [8.]

Myös alueen muille tahoille, joille saattaa aiheutua haittaa tai häiriötä, melusta tai tärinästä on ilmoitettava. Näitä tahoja ovat mm. asukkaat ja alueen hoito- ja oppilaitokset.

3 Tapausesimerkki: Purkubetonin hyödyntäminen Helsingin Hämeentien rakennusprojektissa

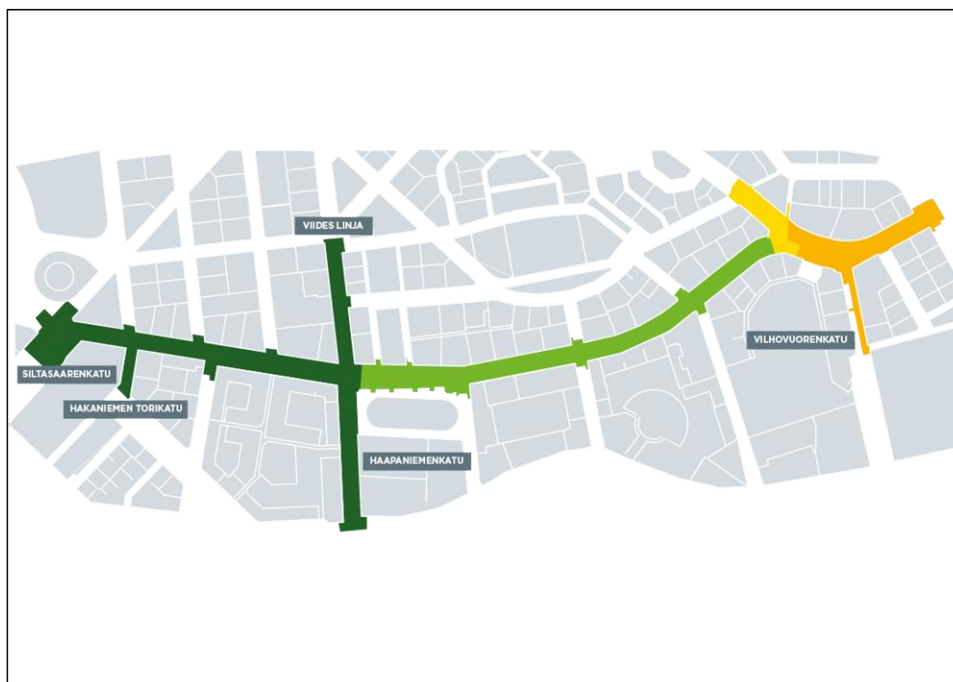
3.1 Hämeentien uudistustyö

Kuntien liikennesuunnitelmien lähtökohtana pidetään tärkeänä etenkin keskusta-alueiden viihtyisyyttä ja elinvoimaisuutta ja myös sitä, että keskustan saavutettavuus eri liikennemuodoilla on toimiva. Suunnittelussa on huomioitava yksityisautoilijoiden, julkisen liikenteen, jalankulun ja pyöräilyn tarpeet. Painopisteenä arvioinneissa ovat joukkoliikenteen nopeutuminen, jalankulun ja pyöräilyn turvallisuus ja kaupungin ilmanlaadun parantaminen.

Helsingin Hämeentien uudistus kohdistuu Siltasaarenkadun ja Helsinginkadun välillä olevalle katuosuudelle, joka muutetaan jalankululle, pyöräilylle ja joukkoliikenteelle tarkoitetuksi kaduksi. Sujuva tonteille ajaminen, jakeluliikenne ja huoltoajo toteutetaan huolellisesti suunnitelluin liikennejärjestelyin. Kyseessä on hyvin mittava kadun peruskorjaus. Raitiotien kiskot, katujen alla olevat putket ja kaapelit uusitaan ja myös Sörnäisten metroaseman lippuhalli kunnostetaan. Alla muutamia kuvailevia lukuja:

- urakkahinta noin 17 miljoonaa euroa
- remontti valmistuu loppuvuonna 2020
- vanhin vaihdettava putki on vuodelta 1889
- raitiotiekiskoja uusitaan 6 km
- uutta pyöräkaistaa rakennetaan 4 km
- vesijohtoa vaihdetaan 2 km
- uutta viemäriä rakennetaan 4 km
- uutta kaapelia vedetään yli 50 km
- uusia puita istutetaan 7 kpl
- uusia hortensioita 9 kpl ja
- uusia kartiomarjakuusia 28 kpl.

Hanke käynnistyi 04.03.2019 ja se valmistuu vuoden 2020 loppuun mennessä. Hankkeen pääurakoitsijana toimii Destia Oy.



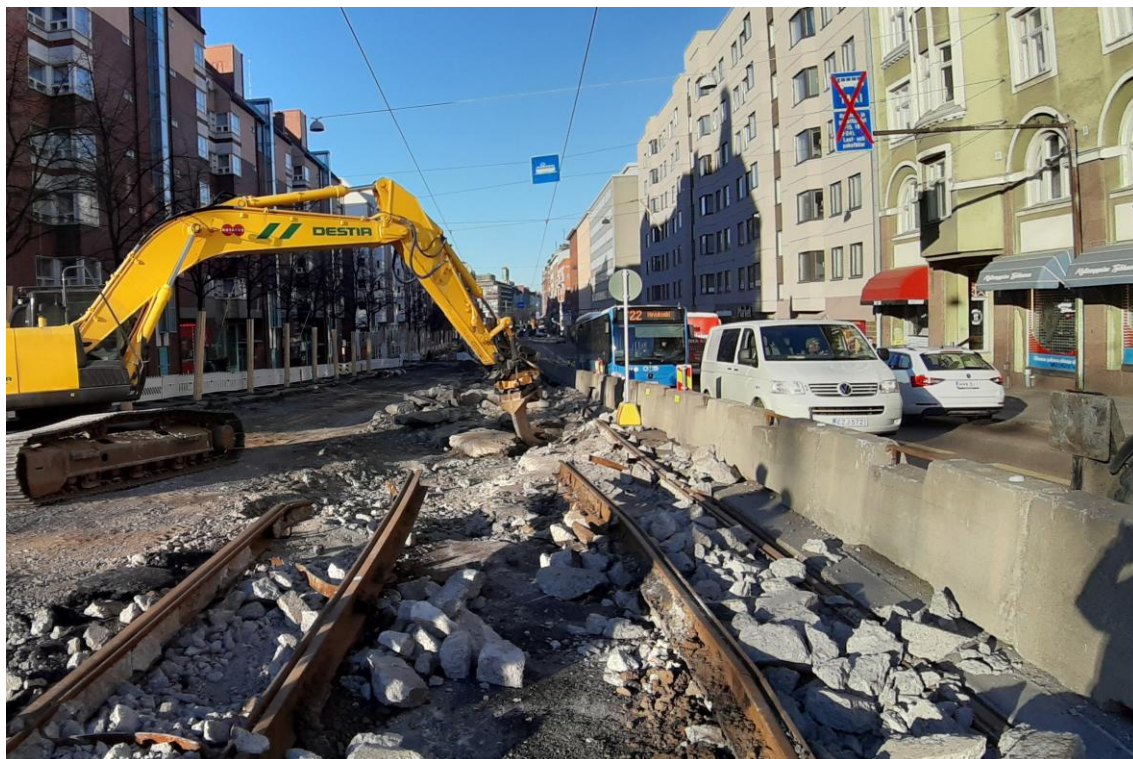
Kuva 2. Hämeentien uudistuksen työmaa-alue

3.2 Purkubetoni Hämeentien hankkeessa

Hämeentien rakennushankkeessa purettavia betonirakenteita olivat vanhat raitiovaunukiskojen pohjalaatat ja ajokaistojen alla olevat betonivahvistelaatat. Syntyvän purkubetonin massaksi arvioitiin 10 000 tonnia. Betonin massan ja tilavuuden suhde määräytyy ns. teoreettisen rakennetilavuuden muuntokaavalla, jossa 1m^3 vastaa 2.5 tonnin massaa. Näin laskettuna Hämeentien purkubetonin määräksi arvioitiin n. 4000 m^3 . Betoni oli laadultaan hyödyntämiskelpoista teräskuiduilla vahvistettua kuitubetonia. Betonin hyödyntämiskelpoisuus arvioitiin MARA-asetuksen vaatimusten mukaisesti testaamalla sen pitoisuudet ja liukoisuudet. Betonin hyödyntämiskelpoisuustutkimus toteutettiin ulkoistettuna palveluna.

Jo hankkeen suunnitteluvaiheessa kartoitettiin purkubetonin mahdollisia varastointialueita hankealueella ja sen ulkopuolella. Alueen tuli olla riittävän lähellä purkupaikkaa ja pinta-alaltaan riittävän suuri purkubetonin varastoimiselle. Alueen kokoa arvioitaessa tuli

ottaa huomioon myös purkubetonin löyhistyminen, eli tilavuuden kasvaminen purkuprosessissa. Purkubetonin löyhistymisen arvioinnissa voidaan käyttää kerrointa 1.6. Varastointialueen tuli soveltua myös työmaa-ajoneuvojen sujuvalle liikkumiselle. Varastoalueen tuli myös olla käytettävissä koko hankkeen ajan. Hankkeen tilaaja oli varannut hankkeen ajaksi varastoalueen, jonka urakoitsija arvioi soveltuvimmaksi purkubetonin varastointiin.



Kuva 3. Raitiokiskojen betonilaatan irrotusta kaivinkoneen routapiikillä. Hämeentie, Helsinki. Destian arkistokuva.

3.3 Purkubetonin jatkojalostuksen valmistelu ja murskaus

Kun purkubetoni oli todettu hyötykäyttökelpoiseksi MARA-asetuksen mukaisesti, rakennuttaja alkoi selvittää mahdollisuutta jalostaa betoni murskeeksi ja löytää sopiva MARA-asetuksen vaatimukset täyttävä hyötykäyttökohde. Kohteeksi valikoitui urakoitsijan lähi-alueella sijaitsevan varastoalueen pohjarakennuskohde. Betonirakenteiden purku aloitettiin maaliskuussa 2019. Purkubetoni kuljetettiin 2 kilometrin päähän varastoalueelle,

jossa siitä valmistettiin murskauskelpoista erottelemalla betonista mm. teräs ja muut betonimurskeeseen soveltumattomat materiaalit. Betonimurskeen kokonaismäärän, varastoalueen koon ja sijainnin tarkastelu osoittivat, että betonin murskaaminen varastoalueella olisi mahdollista ympäristöviranomaisen hyväksymällä kaupunkikohtaisen betonijätteen työmaakäsittelyn lupamenettelyllä, eli ns. meluilmoituksella. Viranomaisen hyväksyi lupa-anomuksen vuoden 2019 lopussa.

Meluilmoituksella saatu betonin murskausaika oli määritelty alle 50 työpäiväksi. Koska hankkeen tilaajan osoittama purkubetonin varastointipaikka ei mahdollistanut tilanpuutteen vuoksi betonimurskeen varastointia, murskausprosessi ja murskeen kuljettamien loppusijoituspaikkaan oli suunniteltava mahdollisimman sujuvaksi. Tämä tehtiin Lean-prosessisuunnittelu periaatteita noudattaen. Laskennallisesti 10 000 tonnin käsittely 50 päivän aikana tarkoitti 200 tonnin purkubetonin murskaamista päivässä. Murskaamiseen tarvittavan kaluston kapasiteetti arvioitiin tämän perusteella. Murskauskalustoksi valikoitui kaivinkoneeseen kiinnitettävät kauhamurskain ja pulverointilaitte. Kuljetusajoneuvotarpeen määritteli n.10 betonimurskekuorman päivätarve. Sekä murskaus että logistiikka neuvoteltiin alihankkijan toteuttamaksi. Näin ollen rakennuttajan ei tarvinnut lisätä henkilöresursseja murskausprosessiin.

Laatunäkökohtien kannalta purkubetonin murskaaminen käyttökohteessa kevensi laatu-prosessia ja siihen liittyvää dokumentointia. Koska urakoitsija hallinnoi itse purkubetonin murskaamisen ja hyödynsi murskeen hallinnoimassaan käyttökohteessa, betonimurskeen materiaalityömittajan ja vastaanottajan suhdetta ei syntynyt, kuten pääsääntöisesti eri toimijoiden rakennushankkeissa on. Näin ollen esimerkiksi BeM-lomakkeiden käsittely suoraviivaistui. Vaatimusten mukaisesti koko prosessille oli laadittu kattava laadunvalvontasuunnitelma, joka sisälsi laatuvaatimukset ja prosessin valvontaan liittyvät asiat.



Kuva 4. Hämeentien purkubetoni varastoituna murskausta varten. Destian arkistokuva.

4 Betonimurskausprosessin laadunvalvonta ja dokumentaatio

Urakoitsija vastaa rakennushankkeen laadun ja turvallisuuden varmistamisesta rakennushankkeen kaikissa vaiheissa. Kaikille työvaiheille on oltava viranomaisten tai oman laatujärjestelmän mukaiset vaatimukset täyttävä dokumentaatio. (SFS5584.2018) Näitä ovat mm. työvaiheiden työ- ja laatusuunnitelmat, projektin ympäristösuunnitelma ja alue-suunnitelma sekä asemakuva. Dokumenttien tulee olla yksityiskohtaisia, ajantasaisia ja ko. hankkeeseen yksilöllisesti suunniteltuja.

Alla olevassa taulukossa 3 on listattu kaikki mahdollisesti tarvittavat dokumentit ja lomakkeet, jotka tarvitaan purkubetonin käsittelystä aina betonimurskeen hyödyntämiskohteeseen asti:

Taulukko 3. Betonimurskausprosessiin liittyviä työvaihekohtaisia dokumentteja

Työvaihe	Dokumentti	Ohjeistus
Purkamisen valmistelu	Haitta-ainekartoitus ja hyödyntämiskelpoisuus	Valtion neuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017 (MARA-asetus)
Purkamisen valmistelu	Työvaiheiden työ- ja laatusuunnitelmat	Destia ISO9001 Laatu järjestelmä
Purkamisen valmistelu	Projektin ympäristösuunnitelma	Destia ISO14001 Ympäristöjärjestelmä
Purkamisen valmistelu	Aluesuunnitelma ja asemakuva	Destia ISO9001 Laatu järjestelmä
Murskauksen valmistelu	Kunnallisen ympäristönsuojeluviranomaisen hyväksyntä murskaukselle (ympäristölupa tai meluilmoitus)	Ympäristönviranomainen
Murskauksen valmistelu	Betonimurskeen ympäristö ja teknisen kelpoisuuden tutkimisen suunnitelma, CE-merkintä	Valtion neuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017 (MARA-asetus)
Murskauksen valmistelu	Ilmoitus murskauksen aloittamisesta	Ympäristönviranomainen
Murskauksen valmistelu	MARA-ilmoitus tai ympäristölupa betonimurskeen käytöstä.	Ympäristönviranomainen
Murskauksen valmistelu	Työvaiheiden työ- ja laatusuunnitelmat	Destia ISO9001 Laatu järjestelmä
Murskauksen valmistelu	Projektin ympäristösuunnitelma	Destia ISO14001 Ympäristöjärjestelmä
Murskauksen valmistelu	Aluesuunnitelma ja asemakuva	Destia ISO9001 Laatu järjestelmä
Murskauksen aikainen	BeM-materiaalitoimittajan lomake vaatimusten tarkistamiseksi	ELY-Keskus
Murskauksen käyttö	BeM- vastaanottolaadun varmistamiseksi	ELY-Keskus
Murskauksen käyttö	MARA-asetuksen mukainen betonimurskeen käytön rekisteröinti	ELY-Keskus

Purkubetonin hyötykäyttöön liittyvät tärkeimmät lait ja säädökset ovat:

- Mara-asetus VNa/843/20017
- EU:n rakennustuoteasetus (EU 305/2011) laki (954/2012) ja asetus (555/2013) eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä
- Ympäristönsuojelulaki (527/2014) ja -asetus (713/2014)
- Jätelaki (646/2011) ja -asetus (179/2012)
- Jäteverolaki (1126/2010)
- Ratalaki (110/2007)
- Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä (503/2005)

[9.]

5 Ympäristönäkökohdat

5.1 Prosessin vaikutus hiilinielujen lisäämisessä - hiilikädenjälki vai hiilijalanjälki?

Kierrätysbetonin määräksi Suomessa arvioidaan n. miljoona tonnia. Jos tämä betoni-määrä käsitellään kierrätysvaiheessa harkitusti, voidaan mahdollistaa merkittävä hiilidioksidimäärän sitoutuminen ilmakehästä. Nykyisin purkubetoni jalostetaan betonimurskeeksi yhä useammassa rakennushankkeissa. Murskeen raekoko on merkittävä tekijä hiilidioksidin sitoutumisessa. Hienojakoisempi murske sitoo itseensä enemmän hiilidioksidia koska murskattaessa betonin pinta-ala moninkertaistuu. Tämä kiihdyttää hiilidioksidin sitoutumista. Näin ollen mitä pienempää betonimurske on sitä enemmän siihen sitoutuu hiilidioksidia. Tämä perustuu karbonatisoitumisreaktioon, jossa betonin sisältämään sementtiin sitoutuu hiilidioksidia ympäröivästä ilmasta. Betonia voidaankin pitää hiilinieluna ja sen kierrätyksen kautta kasvattaa rakennustuotteiden hiilikädenjälkeä.

5.2 Mahdollisuudet neutseellisen kiviaineksen korvaamiseen betonimurskeella

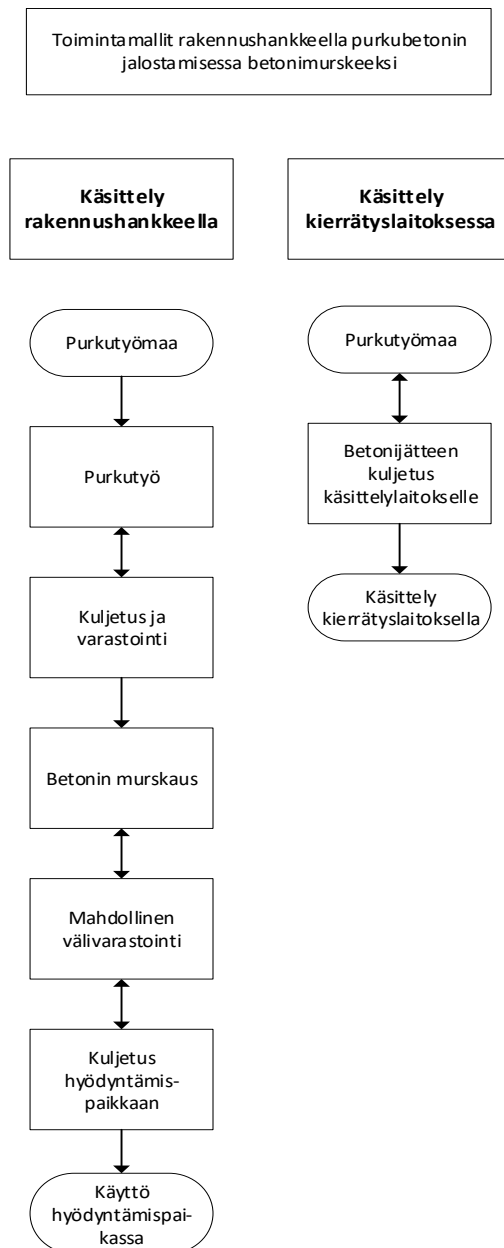
Betonimurske on optimaalista rakennusmateriaalia, koska sen kantavuusominaisuudet ovat jopa luonnonsoraa ja kalliomursketta parempia. Tämä säästää luonnonkiviaineksen käyttöä, koska betonimurskeen käytöllä voidaan vähentää rakennekerrosten paksuutta maarakentamisessa. Koska betonirakenteita voidaan murskaamisen kautta kierrättää yhä uudelleen, niin uuden luonnonkiviaineen käyttö vähenee. Tällä on myös vaikutusta maisema-alueiden ja pohjavesien kannalta. [10.]



Kuva 5. Betonimursketta voidaan käyttää kivikoreista tehdyissä melusteissa. [12.]

6 Hankkeella vai ulkoistettuna? – Purkubetonin käsittelyprosessien vertailu

6.1 Toimintamallit purkubetonin jalostamiseksi betonimurskeeksi



Kuva 6. Toimintamallit purkubetonin käsittelyyn rakennushankkeella

6.2 Kustannustehokkuus ja aikatauluvaikutukset

Purkubetonin käsittely rakennushankkeella on prosessina vaativampi niin aikataulullisesti kuin resurssienkin osalta. Jo suunnitteluvaiheessa purkubetonin jatkokäsittely on huomioitava yksityiskohtaisesti ja sen onnistumiseksi monen asian on osuttava kohdalleen, kuten kappaleessa 2.3 kuvattiin. Huomioonotettavia tekijöitä ovat betonimurskeen määrä ja laatu, varastointimahdollisuus, hyödyntämismahdollisuus kohteessa tai lähialueella, kaluston hankinta ja aikataulu. Myös lupaprosessi saattaa olla työläs ja resursseja vaativa. Taulukossa 4 vertaillaan purkubetonin käsittelymalleja kustannusten näkökohdista.

Taulukko 4. Kustannusnäkökohtien vertailu toimitettaessa purkubetoni käsittelylaitokselle ja jätostettaessa se rakennushankkeella

Murskauspaikka	Kustannuksia aiheuttavat tekijät	Säästöt
Rakennushankkeella	<ul style="list-style-type: none"> • Kuljetus murskauseen • Murskaus • Seulonta • Laadunvarmistus • Lupaprosessit 	<ul style="list-style-type: none"> • Oman murskeen hyötykäyttö rakentamisessa
Kierrätyslaitoksella	<ul style="list-style-type: none"> • Kuljetus laitokseen • Vastaanottokulut 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajankäyttö

6.3 Ympäristövaikutukset

Vertailtaessa purkubetonin käsittelyä rakennushankkeella tai kierrätyslaitoksella ympäristönäkökohtien suhteen, logistiikkaan liittyvät päästöt, melu ja pöly ovat merkittävimpiä tekijöitä. Purkubetonin käsittely rakennushankkeella edellyttää aina huolellista ympäristönäkökohtien tarkastelua, kuten pohja- ja talousvesialueiden huomioimista. Murskausluvan myöntäjä asettaa toiminnalle aikarajat, joiden tarkoituksena on ehkäistä pitkäkestoisista ympäristöhaittaa.

Tällä hetkellä ei ole yhtenevää tapaa selvittää kattavasti uusiomateriaalien käytön kokonaisvaikutusta päästölaskentaan, koska se, miten kattavat uusiomateriaalien elinkaarien vaiheet otetaan huomioon päästölaskennassa, vaikuttaa päästölaskennan tuloksiin. [11.]

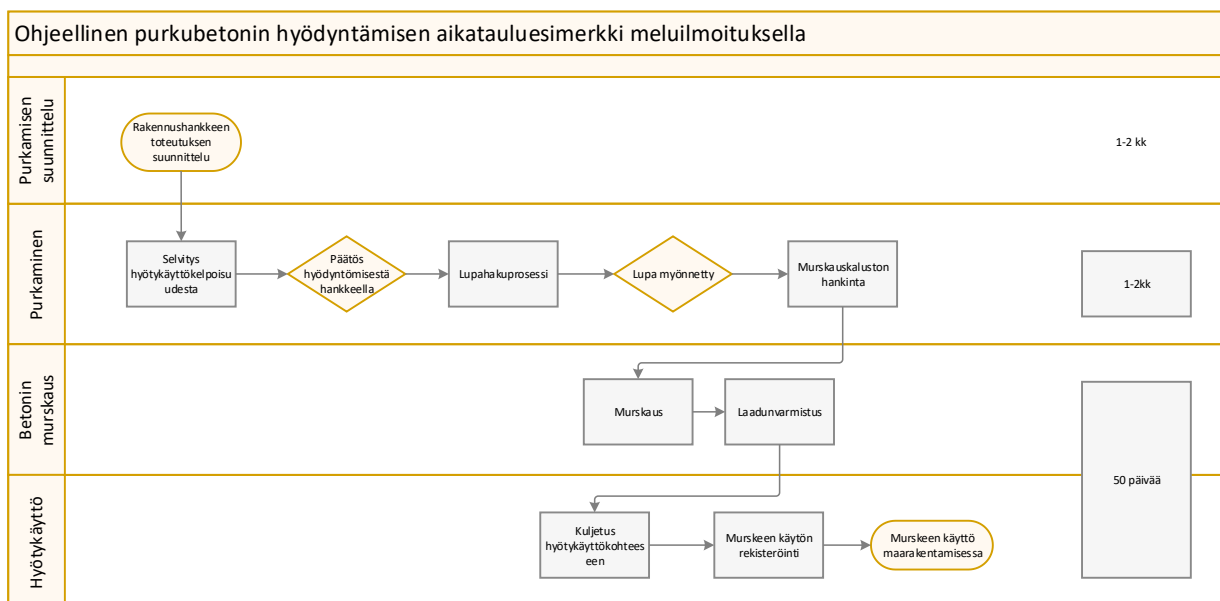
7 Ehdotus käsikirjan laatimiseksi

Koska purkubetonin jatkojalostuksen suunnittelu on täysin riippuvainen rakennushankkeesta ja urakoitsijan mahdollisuuksista hyödyntää betonimursketta joko rakennushankkeella tai muualla lähialueilla, kaikille urakoitsijoille soveltuvan yksityiskohtaisen ohjeistuksen laatiminen on haasteellista. Koska kustannus- ja ympäristönäkökohtien merkityksen kasvaessa ketterät ja tehokkaat prosessit kasvattavat arvoaan, rakennusurakoitsijoiden on kannattavaa harkita yritysکوhtaisten käsikirjojen tai ohjeistuksien laatimista sisäiseen käyttöön.

Käsikirjan laatimisen lähtökohtana voidaan hyödyntää tämän työn liitettä 1, jossa kuvataan purkubetonin jalostaminen hyötykäyttöön yksityiskohtaisina prosessin vaiheina. Käsikirjassa tulee olla myös ohjeet lupahakuprosesseille ja viranomaisten ja yrityksen oman laatujärjestelmän mukaisten dokumenttien laatiminen. Nämä on esitetty taulukossa 3.

Koska sekä viranomaisten säädökset ja asetukset ja myös yrityksen oma laatujärjestelmä ovat jatkuvasti päivittyviä järjestelmiä, käsikirja on hyvä laatia sähköiseen muotoon ja sen ylläpitoon on allokoitava vastuuhenkilöt. Käsikirjan käyttöä tulee jatkuvasti testata käytännön hankkeissa ja sisällyttää se yrityksen pakolliseen laatukoulutukseen ja uusien henkilöiden perehdytykseen.

7.1 Ohjeellinen aikataulu betonin murskaushankkeelle



8 Ympäristö ja vastuullisuus Destian arvoina

Destia kiteyttää arvonsa neljään sanaan: rehdisti, yhdessä, uudistuen, menestyen. Vastuunkanto elinympäristöstä sisältyy arvoon 'rehdisti'. Destia investoi jatkuvasti kestävään kehitykseen ja hakee uusia teknologioita myös ympäristönäkökohtien huomioonottamisen parempina mahdollistajina.

Nykypäivän megatrendit, kuten luonnonvarojen ehtyminen, ilmastonmuutos ja kestävä kehitys pakottavat myös rakennusteollisuuden kasvavaan vastuullisuuteen. Rakennusteollisuus käyttää suurimman osan maailman raaka-ainevarannoista ja materiaalien käytön tehokkuus on yhä tärkeämpää. Materiaalien käyttöä ja niiden kierron tulee luonnollisesti olla mahdollisimman pitkä.

Destian ympäristöjohtaminen perustuu ISO-14001 -standardin mukaiseen hallintajärjestelmään. Näin kaikki ympäristönsuojelliset tavoitteet otetaan huomioon toiminnan kaikissa vaiheissa. Destialla on yli 300 ympäristölainsäädännön alaisuuteen luettavaa kiina-alueita, joiden käytössä luontoarvot ja elinympäristöt ovat huomioitu.

Materiaalitehokkuuden takaamiseksi Destia kierrättää ja käyttää uudelleen rakennusaineita aina kun se on mahdollista. Tästä onkin esimerkkinä juuri betonimurskeen kierrättäminen ja hyödyntäminen tiehankkeissa. Kun betonimursketta voidaan käyttää hankkeen sisäisesti, tämä takaa myös optimaalisen logistiikan suunnittelun ja minimoi polttoainepäästöt. Destialla on kansainväliset ISO -9001 ja 14001 -sertifikaatit tarjotuille palveluille, mm. kiviainespalveluille.

9 Johtopäätökset

Purkubetonin hyödyntäminen murskeeksi ja hyötykäyttö rakennushankkeen aikana on haastava prosessi, jonka onnistuminen edellyttää monen tekijän optimointia ja saumantonta yhteensovittamista. Suunnittelu edellyttää urakoitsijalta huolellista purkukohteen betonijätteen soveltuvuuden arvioimista hyötykäytön kannalta. Urakoitsijalla tulee olla jo hankkeen suunnitteluvaiheessa tiedossaan kohde, jossa purkubetoni voitaisiin hyödyntää betonimurskeena. Rakennushankkeen tulee olla soveltuva purkubetonin jatkokäsittelylle sekä ajallisesti että sijainniltaan. Lisäksi murskaus tulee voida toteuttaa hankkeella ja varastointimahdollisuuksien tulee olla optimaaliset.

Jos urakoitsija pystyy toimimaan näillä reunaehdoilla, lupahakuprosessi murskaukseen ja hyötykäyttöön voidaan käynnistää. Luvan myöntämiseen vaikuttaa merkittävästi alueellisen ympäristöviranomaisen näkemykset mahdollisuudesta murskata betonia paikallisissa olosuhteissa. Käytännöt saattavat vaihdella paikkakunnittain, mikä tekee lupahakuprosessista urakoitsijalle haastavan. Viranomaisen päätöksenteon ennustettavuus ja mahdollisuus pohtia kriteereitä luvan myöntämiselle jo ennen hakuvaiheen käynnistämistä olisi aikaa ja resursseja säästävä toimintamalli.

Tulevaisuudessa rakennushankkeita suunniteltaessa hankkeen osapuolien kuten tilaajan, suunnittelijan ja mahdollisten urakoitsijoiden ja viranomaisten tulisi tehdä mahdollisimman paljon yhteistyötä, jossa haetaan kaikkia hyödyttäviä toimintamalleja. Näitä ovat esimerkiksi ennakkoneuvottelut hankkeesta, kustannustehokkuus, logistiikka, ympäristönäkökohdat, turvallisuus ja laatu. Näillä pystytään saamaan merkittäviä ympäristöön ja päästöihin vaikuttavia parannuksia rakennushankkeissa, jotka kantavat pitkälle tulevaisuuteen.

Nykypäivän betonirakentamisessa tulisi ottaa jo suunnitteluvaiheessa betonin ympäristöystävällisyys. Betonin koostumuksen tulisi olla mahdollisimman ympäristöystävällistä rakenteiden käyttöään jälkeenkin. Varsinkin kun betonirakenteiden käyttöä arvioidaan jopa satoja vuosia, vastuullinen tulevaisuuden ympäristöajattelu on huomioitava kaikessa nykyrakentamisessa.

Tulevaisuudessa rakennushankkeen tilaajan ympäristönäkökohtien huomioiminen, niiden arvostuksen osoittaminen ja kattava näkökohtien punnitseminen tulee olemaan merkittävä tekijä hankkeiden suunnittelussa ja kilpailuvaltina toteuttajaa valittaessa.

10 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia purkubetonin hyödyntämisen mahdollisuuksia rakennushankkeessa ja kerätä tarvittava tieto aiheesta koskevaa käsikirjaa varten. Opinnäytetyö on tehty Destialle ja siinä seurattiin Destian 'Helsingin Hämeentien liikennejärjestelyt' -hankkeen tapaa hyödyntää urakassa syntynyt purkubetoni betonimurskeeksi. Työn keskeisin osa oli kartoittaa purkubetonin hyödyntämisprosessiin liittyvien säädösten, asetuksien, standardien ja lupamenettelyjen käytännöt, sekä seurata Hämeentien hankkeessa käytettyä purkubetonin hyödyntämistapaa. Työssä on pyritty kertomaan kronologisesti betonimurskeen hyödyntämisessä huomioonotettavat asiat rakennushankkeen suunnittelusta ja toteutuksesta aina purkubetonista hyödynnetyn betonimurskeen loppusijoitukseen asti. Myös purkubetonin hyödyntämisen vaikutuksia ympäristöön on kuvattu.

Aiheen laajuus ja monimuotoisuus selvisivät opinnäytetyötä tehdessä. Rakennusmateriaalien kierrätys ja uusiokäyttö on tällä hetkellä ajankohtainen aihe. Yksittäisten jättemateriaalien, kuten purkubetonin uusiokäyttöön liittyviä säädöksiä ja asetuksia tarkastellaan jatkuvasti. Säädökset ja asetukset päivittyvät nopeasti sitä mukaa, kun materiaalien toimivuudesta saadaan uutta tietoa.

Opinnäytetyö havainnollistaa asiat, jotka on huomioitava purkubetonia hyödynnettäessä rakennushankkeella. Opinnäytetyötä hyödyntäen voidaan toteuttaa ohjeistus Destian työnjohtajien käyttöön käsikirjan muodossa. Tässä työssä esitetyn taustatiedon ja prosessikuvausten avulla voidaan kartoittaa mahdollisuus toteuttaa purkubetonin hyödyntäminen suoraan rakennushankkeen aikana.

Lähteet

- 1 Betonirakenteiden suunnittelun oppikirja – osa 1. Suomen betoniyhdistys 2013
- 2 Betonin historia. Verkkoaineisto. Betoniteollisuus ry.

<<https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betonin-historia/>> Luettu 17.01.2020
- 3 Betoni rakennusmateriaalina. Verkkoaineisto. Betoniteollisuus ry.

<<https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/kaytto-talonrakentamisessa/>> Luettu 29.01.2020
- 4 Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisessä maarakentamisessa. 843/2017. Verkkoaineisto

<<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>> Luettu 07.02.2020
- 5 Purkubetonia hyödynnetään, mutta vielä yksipuolisesti. Verkkolähde. Betoniteollisuus ry.

<https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1102_s46-51.pdf> Luettu 13.02.2020
- 6 Betonimurskeen maarakennuskäytön laadunhallintajärjestelmä 2018. SFS5884:2018
- 7 Siltojen ja muiden taitorakenteiden purkubetonijätteen hyödyntäminen. Verkkolähde. Väylävirasto.

<https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vt_2019-08_siltojen_purkubetonijatteen_web.pdf> Luettu 21.02.2020
- 8 Meluilmoitus. Verkkolähde. Helsingin Kaupunki

<<https://www.hel.fi/helsinki/fi/kaupunki-ja-hallinto/hallinto/palvelut/palvelukuvaus?id=2762>> Luettu 4.03.2020
- 9 Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa. Verkkolähde. Väylävirasto

<https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-05_siltojen_vedeneristysten_web.pdf>
Luettu 10.03.2020

- 10 Verkkolähde, betoni.com, Betoni rakennusmateriaalina, Kiviaines

<<https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/kiviaines/>> Luettu 10.03.2020

- 11 Uusiomaarakentamisen ympäristövaikutusindikaattorit ja päästölaskenta tie- ja katurakentamisessa. Tuuli Teittinen. Diplomityö. Aalto 2019

- 12 Verkkolähde. Betoni korvaa luonnonkiviaineksen. Betoni.com

<https://betoni.com/wp-content/uploads/2016/10/BET1603_88-91.pdf> Luettu 31.03.2020

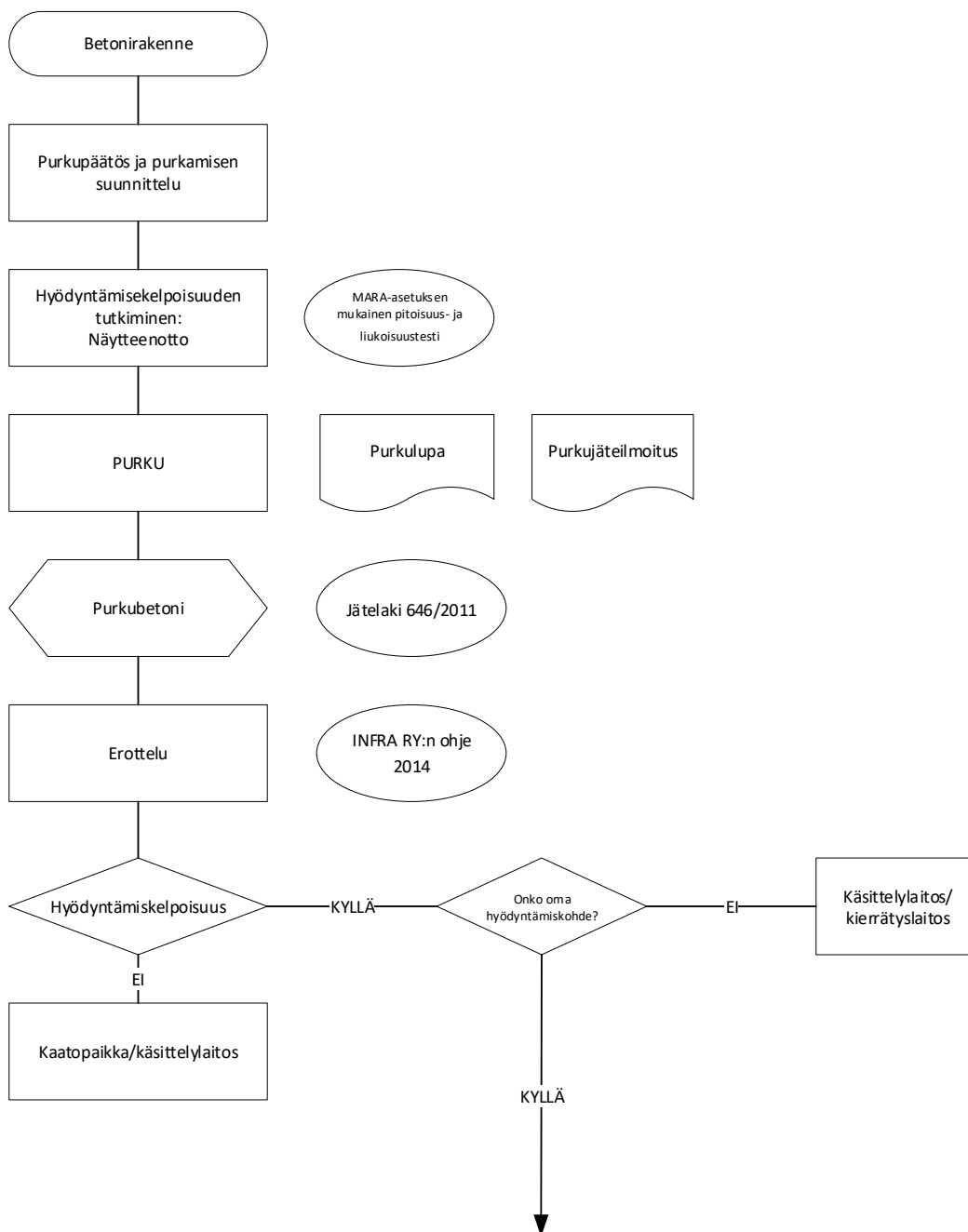
- 13 Verkkolähde. Kuva. Betonin pulverointi. Gles Oy

<<https://betonimurske.fi/esimerkkisivu/betonin-pulverointi-1/>> Luettu 31.03.2020

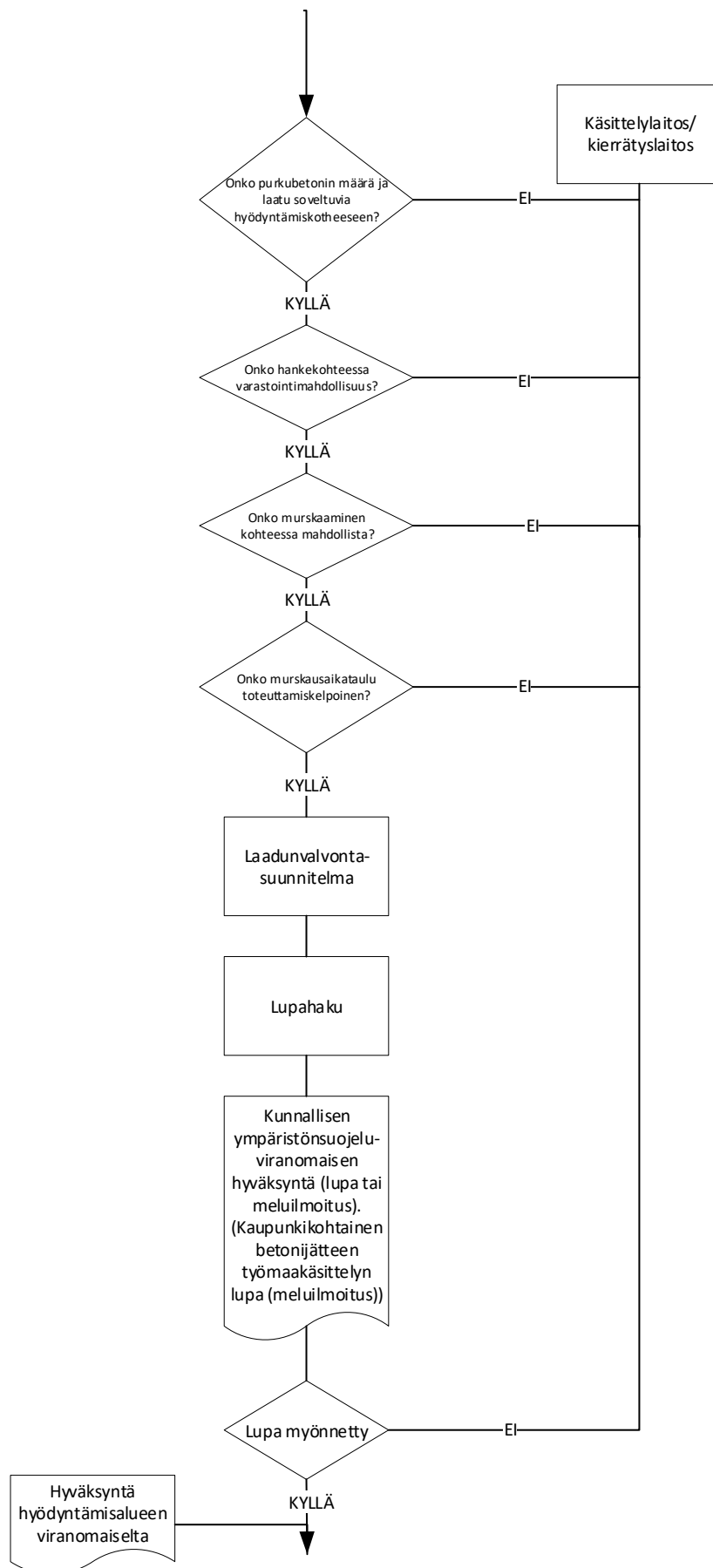
Liitteet

Liite 1. Prosessikaavio purkubetonin hyödyntämisestä rakennushankkeessa - osat 1-3

Osa 1



Osa 2



Osa 3

