



Puretun meijerin jätebetonin hyötykäyttö

Heini Tuuliainen, Henri Saarela

Lapin ammattikorkeakoulu, Arktiset luonnonvarat ja talous

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	2
Alkusanat	3
1. Puretun meijerirakennuksen jätebetonin hyödyntäminen.....	4
2. Jätebetonin jatkohyödyntäminen	5
2.1 Yleisesti betonista.....	5
2.2 Hyödyntäminen maarakennuksessa	7
2.3 Hyödyntäminen uusiobetonissa ja muussa käytössä	10
2.3.1 Uusiobetonin raaka-aineena	11
2.3.2 End-of-Waste -asetus.....	12
2.3.3 Paikallisen hyödyntämisen mahdollisuudet	12
3. Yhteenveto	14
Lähteet	15

Alkusanat

Lapin ammattikorkeakoulun SERI – Resurssiviisas Meri-Lappi -hankkeessa toteutettiin pilotti purkubetonin resurssiviisaasta hyödyntämisestä. Pilotti toteutettiin SERI -hankkeen toisen pääteeman, rakentamisen resurssiviisauden, näkökulmasta ja siinä tarkasteltiin jätebetonin resurssiviisaan jatkohyödyntämisen mahdollisuuksia ja niiden soveltuvuutta vanhan meijerikiinteistön betonijätteen käsittelylle.

Pilotissa SERI -hanke toteutti laajaa tiedonhakua ja selvitystyötä jätebetonin jatkohyödyntämisen mahdollisuuksien kartoittamiseksi. Tämä materiaalipaketti antaa alkusysäyksen kartoittaa jätebetonin hyödyntämisen keinoja ja avustaa sopivimpien toimenpiteiden suunnittelussa asian suhteen. Lisäksi pakettia voidaan hyödyntää myös tulevien purkuhankkeiden suunnittelun apuna.

SERI -hankkeen tavoitteena on kehittää Meri-Lapin alueen kiertotaloudellista ja resurssiviisasta toimintaa siten, että alueen eri toimijoiden toimintaa huomioidaan kiertotalouden näkökulmasta. Hankkeessa toteutettavien pilotointien avulla edistetään Meri-Lapin alueen yritysten ja kunnan toimijoiden resurssiviisasta kehittymistä. Lapin ammattikorkeakoulun toimintaan on kytkeytynyt vahvasti yhteistyön kasvattaminen sekä Meri-Lapin alueen kiertotalouspotentialin edistäminen.

Hanketta toteutetaan Lapin liiton myöntämällä Vipuvoimaa EU:lta Euroopan aluekehitysrahaston tuella (282 952€), kokonaisbudjetin ollessa 353 690 €. Hankkeen toteutuksen aikataulu on 1.1.2020-31.12.2021.

1. Puretun meijerirakennuksen jätebetonin hyödyntäminen

Eräässä Suomen kunnassa purettiin vuoden 2020 lopussa vanha meijerikiinteistö. Rakennuksen purkujätteenä syntyi muun muassa iso määrä betonia. Betonia on tarkoitus käyttää tasaamaan purkutontti muun ympäristön tasalle. Betonia jää luultavasti tämänkin jälkeen yli, ja sille pitäisi löytää sopivia jatkohyödyntämismahdollisuuksia. Tämän pilotin tarkoitus oli selvittää, miten ylijäämäjätebetonia voitaisiin hyödyntää järkevällä ja resurssiviisaalla tavalla.

Jätebetonin jatkohyödyntämistä käydään läpi tässä materiaalipaketissa erilaisten käyttömahdollisuuksien kannalta ja tuodaan esille erilaisia käytänteitä ja esimerkkejä. Lisäksi oleellinen näkökulma asiassa on lainsäädäntö ja sen vaikutukset jatkohyödyntämiseen. Yksi oleellinen ja ajankohtainen tarkastelunäkökulma tässä suhteessa oli ympäristöministeriön jätebetonille suunniteltu End of Waste -asetus, joka meni vuoden 2020 lopussa lausuntokierrokselle. Mennessään läpi, asetus oletettavasti voisi edesauttaa jätebetonin hyödyntämistä laajemmin muussakin käytössä kuin maarakennusmateriaalina ja näin ollen se voi tarjota jätebetonin hyödyntämiselle uusia, resurssiviisaita ratkaisuja.

2. Jätebetonin jatkohyödyntäminen

2.1 Yleisesti betonista

Betonia valmistetaan vuosittain n. 13 miljardia kuutiometriä ja se on maailma eniten käytetty rakennusmateriaali. Sitä voidaan käyttää monenlaisiin käyttötarkoituksiin, aina suurista silloista pieniin pihalaattoihin. Betoni on suosittua edullisuutensa lisäksi ominaisuuksiensa vuoksi, joita ovat esim. kosteuden kesto, lujuus, turvallisuus ja muokattavuus. (Betoniteollisuus 2021. c, d.)

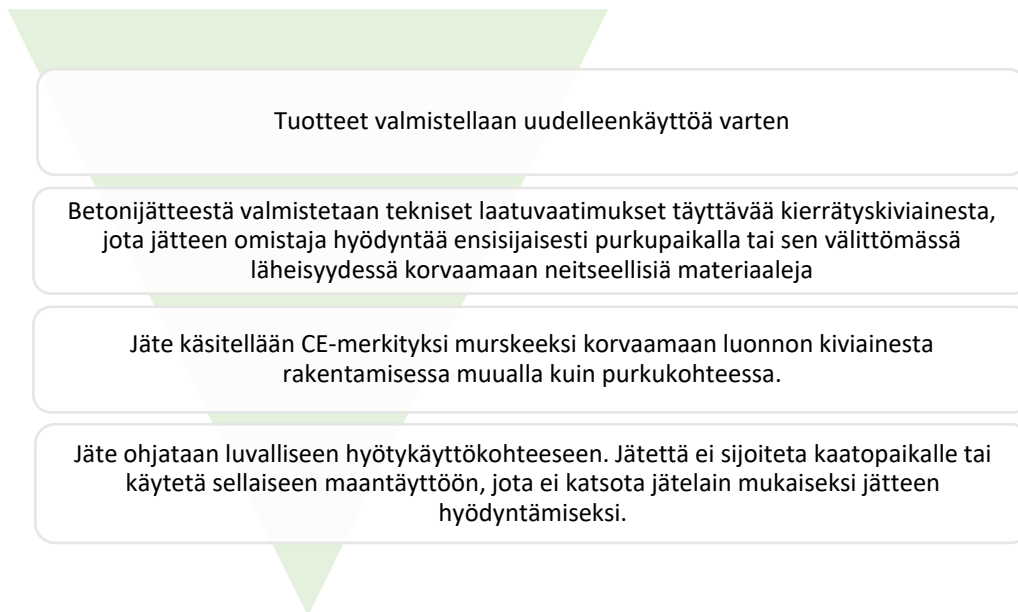
Betonin ympäristövaikutukset

Betoni koostuu kolmesta pääraaka-aineesta: sementistä, kiviaineksesta ja vedestä. Sementin valmistus kuluttaa runsaasti energiaa ja kalkkikivestä irtoaa kuumennettaessa huomattava määrä hiilidioksidia. Suomen sementtiteollisuuden vuotuiset hiilidioksidipäästöt ovat noin 1 miljoonaa tonnia 80 miljoonan tonnin vuosipäästöistä. Sementtiteollisuus on pyrkinyt vähentämään päästöjä valmistusprosessin tarkemmalla hallinnalla ja kierrätyspolttoaineiden hyödyntämisellä sekä käyttämällä betonin valmistuksessa seosaineena muun teollisuuden sivutuotteita, kuten lentotuhkaa ja masuunikuonaa. Myös hupenevien luonnonvarojen kuten veden ja hiekan tilanne edellyttää, että betonille keksitään vaihtoehtoisia ratkaisuja. Ekotehokkuutta valmistukseen on tuotu myös mm. korvaamalla luonnon harjukiviainesta kierrätyskiviaineksella tai kalliomurskeella ja kierrättämällä prosessiveden, lietteen ja tuoreen jätebetonin. (Betoniteollisuus 2021. a, b.)

Purkubetonin kiertotalous

Jätelain mukaan jäte tarkoittaa ainetta tai esinettä, joka on poistettu tai poistetaan käytöstä ja jonka jatko käytöstä ei ole varmuutta tai ainakin sitä pitäisi käsitellä ennen uudelleenhyödyntämistä (Jätelaki 646/2011 1:5 §). Betonijäte on yleensä puretuista betonirakenteista syntynyttä purkubetonia tai uudisrakentamisen ja betoniteollisuuden ylijäämäbetonia.

Betonijätettä syntyy Suomessa eri lähteiden mukaan tällä hetkellä noin 1-2 miljoonaa tonnia vuodessa rakennusten purkutyömailla sekä betonitehtaiden ja työmaiden ylijäämäbetonina (Ympäristöministeriö 2020). Perinteisesti betonijätettä on hyödynnetty murskaamalla se käytettäväksi maa- ja infrarakentamisessa. Dokumentoidusti jätebetonia on hyödynnetty katu-, tie- ja kenttärakenteissa 1990-luvun alusta lähtien miljoonia tonneja (Lehtonen 2018). Betoni- ja tiilijakeet ovatkin tavallisimpia purkutöissä syntyviä jätevirtoja. Kiertotalouden kannalta olisi tärkeää, että nämä materiaalit saataisiin hyödynnettyä etusijajärjestyksen mukaisesti, kuten kuvassa 1 on esitetty. Kaikkein suurimmat kiertotaloudelliset hyödyt saataisiin todennäköisesti, jos betonituotteet tai tiilet käytettäisiin uudelleen. Materiaalien päätymistä loppusijoitukseen tulisi välttää. (Kuittinen 2019, 39–40)



Kuva 1 Betoni- ja tiilimateriaalien käsittelyn etusijajärjestys. Mukailten Kuittinen 2019.

Purkubetonin hyödyntämiskelpoisuus

Purkubetonin hyödynnettävyys on varmennettava tutkimuksin. Jos purettavasta rakennuksesta syntyy purkumateriaaliselvityksessä tehdyn arvion perusteella merkittävä määrä betonijätettä, sen hyödyntämiskelpoisuus sekä käsittely- ja hyödyntämismahdollisuudet olisi hyvä selvittää jo ennen purku-urakan kilpailutusta, jolloin urakoitsijat voivat huomioida hyödyntämisen betonijätteen käsittelyhinnassa. Nykyiset lisäaineet eivät sisällä vaarallisia aineita, mutta aiemmin asbestin ja PCB— yhdisteiden käyttö on ollut rakennusmateriaaleissa sallittua. Betonirakenteissa voi olla myös rakennuksen käytönaikaista, esim. öljy- tai kemikaalivuodoista johtuvaa pilaantumaa. Betonijätteen hyödyntämiskelpoisuus selvitetään purkamattomista betoni- ja tiilirakenteista tehtävällä näytteenotolla ja haitta-aineiden liukoisuustesteillä. Asbesti- ja haitta-ainetutkimuksilla rajataan mahdollisesti pilaantuneet ja haitta-aineita sisältävät rakenteet, jotta ne voidaan purkaa erilleen. Mikäli betoni hyödynnetään murskeena, valmiin betonimurskeen laatu tulee myös tutkia, jos on epäily, että purkutöiden aikana betonijätteeseen olisi voinut päätyä haitallisia aineita tai merkittävästi muuta materiaalia. (Lehtonen 2019. 21–22; Lehtonen 2018, 5)

Betonisen purkujätteen uudelleenkäytön ja kaatopaikkakelpoisuuden varmistamiseksi betoninäytteestä analysoidaan mineraaliöljyjakeiden C10–C40 pitoisuus, PCB (7) -yhdistepitoisuudet, PAH (16) -yhdistepitoisuudet, arseenin, kadmiumin, kromin, kuparin, lyijyn sekä seleenin pitoisuudet. Liukoisuudet selvitetään liukoiselle orgaaniselle hiilelle (DOC), antimonille, arseenille, bariumille, kadmiumille, kromille, kuparille, elohopealle, lyijylle, molybdeenille, nikkelille, vanadiinille, sinkille ja seleenille sekä fluorideille, sulfaateille ja klorideille. Näytteille määritetään fenoli-indeksit, liuenneiden aineiden kokonaispitoisuudet, pH-arvot ja hapon neutralointikapasiteetit. Haitta-aineilla pilaantuneen betonin jäteluokittelu tehdään vertaamalla analysoituja pitoisuuksia valtioneuvoston asetuksessa jätteistä annettuihin vaarallisen jätteen raja-arvoihin sekä valtioneuvoston asetuksessa eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa

annettuihin hyötykäyttöraja-arvoihin. Betonin pilaantuneisuus pyritään selvittämään niin hyvin, että pilaantuneet alueet pystytään rajaamaan ja kierrätettävissä oleva betoni saadaan otettua mahdollisimman tehokkaasti hyötykäyttöön. (Rakennustieto 2016, 16)

2.2 Hyödyntäminen maarakennuksessa

Betoni sopii hyvin käytettäväksi maarakennuksessa ominaisuuksiensa vuoksi: betonisora on kovettumisensa ansiosta luonnonsoraa lujempaa, jolloin sama kantavuus saadaan pienemmällä materiaalimäärällä kuin käytettäessä luonnonsoraa. Betonin hyötykäyttöä betonimurskana maarakennuksessa puoltaa osissa tapauksissa myös se, että murskatessa betonin mahdollisesti sisältämä raudoitusteräs saadaan erotettua hyötykäyttöön uudelleensulatukseen. (Saarinen 2015)

Purkutyömailta ja betonintuotantolaitoksilta tulevan jätebetonin hyötykäyttöä ohjaavat ja rajoittavat erilaiset lainsäädäntöön liittyvät asiat. Purku- ja jätebetonin hyötykäyttöä maarakentamisessa on helpotettu lainsäädännöllisestä näkökulmasta viimeksi vuonna 2018, jolloin astui voimaan ns. MARA-asetus, joka on valtioneuvoston asetus (843/2017) eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakennuksessa. Asetuksen tarkoituksena on edistää jättemateriaalien käyttöä määrittelemällä mahdolliset käyttökohteet ja jättemateriaalin laadun edellytykset, ja näiden täyttyessä jättemateriaaleja voidaan käyttää ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisen ympäristöluvan sijaan pelkällä ilmoitusmenettelyllä ELY-keskukselle. MARA-asetus koskee jätteiden laitosmaista tai ammattimaista hyödyntämistoimintaa. MARA-asetuksen ulkopuolelle jäävät ei-ammattimainen ja pienimuotoinen jätteen hyödyntäminen maarakennuksessa. Näissä tapauksissa kunnat ovat voineet antaa omia ympäristönsuojelumääräyksiä jätteiden hyödyntämiselle maarakennuksessa (Pajunen 2018; Vna 843/2017)

Hyödynnettävän betonimurskeen tulisi täyttää MARA-asetuksen tai ympäristöluvan mukaiset ympäristökelpoisuusvaatimukset sekä tilaajan asettamat tekniset materiaalivaatimukset ja käyttötarkoituksen mukaisen tuotestandardin vaatimukset. Betonimurskeen valmistuksessa olisi myös hyvä huomioida:

- purkupaikan ympäristö
 - o voiko betonimursketta hyödyntää purkukohteessa tai lähialueilla?
 - o minälaisia varastointimahdollisuuksia on alueella?
 - o paljonko murskaus vaatii tilaa?
 - o onko lähiympäristö sellainen, että murskaaminen on mahdollista?
- ja hankkeen aikataulu
 - o voiko murskauksen tehdä muiden töiden ohessa?
 - o murskeesta tehtäviin laadullisiin tutkimuksiin ja lupa- ja ilmoitusmenettelyyn menee aikaa.
 - o milloin on murskeen hyödyntämisajankohta?

(Dettenborn ym. 2019, 18)

Ympäristölainsäädäntö määrittelee betonijätteen murskauksen jätteen käsittelyksi, joka on luvanvaraista toimintaa. Kuitenkin murskaus purkutyömaalla on lyhytkestoisuuden ja vähäisten ympäristövaikutusten vuoksi usein katsottu toiminnaksi, jota on voitu tehdä meluilmoituksella. Luvanvaraisuus kannattaa varmistaa etukäteen sen kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselta, jonka alueella purkukohte sijaitsee ja murskaus tehdään. Mikäli betonijätettä käsitellään ja murskataan muualla kuin purkukohteessa, tulee betonijätteen siirroista laatia siirtoasiakirja jätteen haltijan toimesta (Jätelaki 646/2011 121 § ja jäteasetus 179/2012 24 §). Siirtoasiakirjan tulee olla mukana jätettä kuljetettaessa ja se tulee luovuttaa jätteen vastaanottajalle. (Dettenborn ym. 2019, 21)

Maarakennuskäyttöön murskattu betonijäte on CE-merkittävä käyttökohteen vaatimusten mukaisesti. CE-merkinnän voi saada alle 90 mm raekoon murskeelle, mutta yli 90-150 mm raekoon betonimurske tarvitsee erillisen tuotehyväksynnän. CE-merkinnästä tulee vapaaehtoista, jos murske valmistetaan purkupaikalla, eikä vaihda omistajaa. Vaikka CE-merkintää ei tehtäisi, on sen laatu tutkittava ja osoitettava ympäristökelpoiseksi.

Betonimurske jaotellaan BeM I-IV -laatuluokkiin, joista BeM I -luokan betonimurske valmistetaan betoniteollisuuden käyttämättömästä betonijätteestä ja betonimurskeluokat BeM II-IV valmistetaan purkubetonista. Taulukossa 1 kerrotaan enemmän betonimurskeluokkien ominaisuuksista. (Dettenborn ym. 2019, 23)

Taulukko 1. Betonimurskeluokat

<i>Luokka</i>	<i>BeM I</i>	<i>BeM II</i>	<i>BeM III</i>	<i>BeM IV</i>
<i>Puristuslujuus [MPa]</i>	≥ 1,2	≥ 0,8	-	-
<i>Routivuus</i>	Routimaton	Routimaton	Vaihtelee	Vaihtelee
<i>E-moduuli [MPa] (1)</i>	700	500	280	Vaihtelee
<i>Hienoainespitoisuus</i>	< 7 %	< 7 %	Vaihtelee	Vaihtelee
<i>Osa-aineet</i>	Betoni > 90 % (Rc 90) tiili < 10 % (Rb 10-)	Betoni, lasi, kiviaines yht > 90 % (Rcug 90) tiili < 10 % (Rb 10-)	Betoni, lasi, kiviaines yht > 90 % (Rcug 90) tiili < 10 % (Rb 10-)	Betoni, lasi, kiviaines yht > 70 % (Rcug 70) tiili < 30 % (Rb 30-)

Käsittelyvaihtoehdot

Purkubetonin voi murskata purkuhankkeessa tai viedä se kierrätyslaitokselle, missä se käsitellään mahdollista uusiokäyttöä varten tai loppusijoitetaan kaatopaikalle. Urakoitsijan kannalta on vaivattomampaa viedä betoni kierrätyslaitokselle. Silloin urakoitsija ei tarvitse lupaa betonin jatkokäsittelyä varten ja kustannukset koostuvat lähinnä purkamisesta, kuljettamisesta ja jätteenkäsittelymaksuista. Kierrätysasemalle vienti on hyvä vaihtoehto, jos betonia ei ole paljon, murskaamiselle ei ole tilaa tai hyötykäyttökohde uupuu. (Häkkänen 2020, 9–10)

Purku/rakennushankkeessa urakoitsija voi myös itse käsitellä purkubetonin ja näin edistää betonimurskeen nopeaa hyötykäyttöä ja vähentää päästöjä kuljetusmatkoissa. Betoni varastoidaan

ja murskataan purkualueella, josta se kuljetetaan käyttökohteeseen, jolloin kustannukset koostuvat purkamisesta, murskaamisesta ja kuljetuksesta. Tämän vaihtoehdon kannattavuuteen vaikuttaa purkubetonin laatu ja määrä, murskeen varastointimahdollisuus, käyttökohteen etäisyys ja liikenneyhteydet, murskaukseen tarvittava kalusto sekä aikataulullinen toteutettavuus ja lupa-asiat. (Häkkänen 2020, 10–13)

MARA-asetuksen edellytykset

MARA-asetuksessa betonimurskeella tarkoitetaan jätettä, joka on valmistettu puretuista betonirakenteista tai uudisrakentamisen tai betoniteollisuuden betonijätteistä murskaamalla. Vastaavasti tiilimurskeella tarkoitetaan jätettä, joka on valmistettu puretuista tiilirakenteista, tiiliteollisuudessa syntyvistä tiilijätteistä, tai muista käytöstä poistetuista tiilistä murskaamalla. Betoni- ja tiilimurskeen käyttö on sallittua väylä- ja kenttärakenteissa sekä teollisuus- ja varastorakennusten pohjarakenteissa. Tiilimurskeen käyttö on sallittua näiden lisäksi vallirakenteissa. (Vna 843/2017, liite 1.)

Asetuksen mukaan betoni- ja tiilimurskeen hyödyntäminen maarakentamisessa ilman ympäristölupaa edellyttää, että:

1. maarakentamiskohteen sisältämän jätteen kerrospaksuus ei saa ylittää liitteessä 2 säädettyä enimmäiskerrospaksuutta. Betoni- ja tiilimurskeen ollessa kyseessä väylien, kenttien ja teollisuusrakennusten pohjarakenteissa käytettävän jätteen kerrospaksuus ei saa ylittää 1,5 metriä, vallissa jätteen kerrospaksuus saa olla korkeintaan 5 metriä; (Vna 843/2017, 4 §, liite 2.)
2. erilaisten haitallisten aineiden liukoisuuksien ja pitoisuuksien raja-arvot eivät saa ylittyä käytettävässä jätteessä. Sen lisäksi betoni- tai tiilimurske saa sisältää enintään yhden painoprosentin siihen kuulumatonta vedessä kellumatonta ainesta, kuten puuta, kumia tai metallia, eikä siinä saa olla enempää kuin 10 cm³/kg vettä kevyempiä materiaaleja, kuten muovia tai eristemateriaaleja. Betonijäte saa sisältää enintään 30 painoprosenttia tiili- ja kaakelijätettä ja tiilijäte enintään 40 painoprosenttia laastia ja 30 painoprosenttia betonia. Betonijätteiden suurin sallittu palakoko on 90 mm ja tiilijätteen 150 mm. (Vna 843/2017, 4 §, liite 2.)
3. jätteen laadunhallinnassa jätteen luovuttajalla on oltava laadunvarmistusjärjestelmä, jonka avulla:
 - saadaan tuotettua yksilöitävissä ja jäljitettävissä olevat tiedot siitä, että jäte kuuluu asetuksen soveltamisalaan ja hyödynnettäväksi luovutettu jäte täyttää sille asetetut vaatimukset.
 - varmistetaan, että hyödynnettävän jätteen laadunvalvonta on säännöllistä ja suunnitelmallista ja siihen liittyvät laadunvalvontatutkimukset on järjestetty vaatimukset täyttävällä tavalla.
 - varmistetaan myös, että syntyvät erilaiset jätejakeet pidetään erillään niiden synty- ja varastointipaikalla. (Vna 843/2017, 4 §, liite 3.)

Myös haitallisten aineiden liukoisuus ja pitoisuus tulee määrittää. Näytteenoton suunnittelussa ja toteutuksessa sovelletaan jätteiden karakterisointia koskevan standardin

SFS-EN 14899 ja Euroopan standardoimisjärjestön (CEN) teknisten raporttien periaatteita sekä maarakentamistoimialan omia standardeja. (Vna 843/2017, 4 §, liite 3.)

Rakennus- ja purkukohteissa syntyvän betoni- ja tiilimurskeen ympäristökelpoisuus tutkitaan kohdekohtaisesti. Rakenteista tunnistetaan hyödynnettäväksi kelpaamattomat betoni- ja tiilirakenteet, jotta ne voidaan purkaa erilleen lajittelevana purkuna. Betoni- tai tiilimurskeen haitta-aineiden liukoisuudet ja pitoisuudet, materiaali jakauma ja epäpuhtauksien määrät tutkitaan valmiista murskeesta. Luovutettaessa jätettä hyötykäyttöön yksittäisestä purku- tai rakentamiskohteesta, jätteen sisältämien haitta-aineiden liukoisuudet, pitoisuudet, materiaali jakaumat ja epäpuhtaudet määritetään vähintään yhdestä kokoomanäytteestä. Betoni- ja tiilimurskeiden yhdellä kokoomanäytteellä voidaan tutkia enintään 10 000 (tn), ja sen osanäytteiden vähimmäismäärä on 20 kpl. (Vna 843/2017, 4 §, liite 3.)

4. jätettä sisältävä rakenne tulee peittää tai päällystää (Vna 843/2017, 4 §);
5. jätettä sisältävän rakennekerroksen on oltava vähintään yhden metrin etäisyydellä pohjaveden enimmäiskorkeudesta ja maarakentamiskohteen vähintään 30 metriä talousvesikäyttöön tarkoitettusta kaivosta tai lähteestä (Vna 843/2017, 4 §);
6. mikäli halutaan sekoittaa asetuksen soveltamisalaan kuuluvia jätteitä keskenään teknisten ominaisuuksien parantamiseksi, myös lopullisen seoksen on täytettävä haitallisille aineille säädetty raja-arvot. (Vna 843/2017, 4 §, liite 1 ja 2.)

Jätteen väliaikaisessa varastoinnissa on noudatettava parasta käyttökelpoista tekniikkaa. Suojaamattoman väliaikaisen varastoinnin saa aloittaa aikaisintaan neljä viikkoa ja suojatun 12 kuukautta ennen hyödyntämistä. (Vna 843/2017, 4 §)

Ympäristölupa

Mikäli MARA-asetuksen edellytykset eivät täyty, betonimursketta voidaan hyödyntää myös hakemalla ympäristölupa. Se, mistä lupaa haetaan, määräytyy murskeen määrän mukaan: jos murskeen määrä jää alle 50 000 tonnin, haetaan lupaa ympäristönsuojeluviranomaiselta. Määrän ylittyessä käännytään aluehallintoviraston puoleen ja tässä tapauksessa on myös tehtävä ympäristönsuojeluarviointi (YVA). Ympäristölupa heltiää, jos toiminta täyttää Ympäristönsuojelulain (527/2014) ja Jätelain (646/2011) sekä niiden perusteella annettujen asetusten vaatimukset, eikä se ole asemakaavan tai yleiskaavan vastaista. Luvan myöntämisen esteinä voivat olla mm. maaperän tai pohjaveden pilaantumisen vaara, Natura 2000 -verkoston tai luonnonsuojelualueiden läheisyys, haitan kohdistuminen suojeltuun luontoarvoon tai naapureille aiheutuva kohtuuton haitta. (Dettenborn ym. 2019, 29)

2.3 Hyödyntäminen uusiobetonissa ja muussa käytössä

Tällä hetkellä jätebetoni hyödynnetään pääosin yllä kuvatussa maarakentamiskäytössä, mihin sen on todettakin soveltuvan yleisesti hyvin. Jätebetonia voidaan ja voitaisiin hyödyntää kuitenkin myös muussa käytössä. Jätehierarkian mukaan materiaalit pitäisi ensisijaisesti pyrkiä käyttämään

sellaisenaan ilman muokkausta/mahdollisimman vähin muokkauksin. Betonin kohdalla tämä tarkoittaisi sen hyödyntämistä sellaisenaan, yksittäisinä isompina (kokonaiset betonielementit) tai pienempinä lohkeina.

Tästä on olemassa jonkin verran esimerkkejä. Raahen Kummatissa tehdyssä kokeilussa havaittiin, että purettavista kerrostaloista irrotettujen betonielementtien hyödyntämisellä autokatoksien rakentamisessa saavutettiin kustannussäästöä, sillä ehjänä purkamisen osoittautui tavanomaista purkutyötä edullisemmaksi. Lisäksi ympäristölle aiheutui vähemmän pölyhaittaa. Myös esimerkiksi Saksassa betonielementtien ehjänä irrottamisesta ja hyödyntämisestä sellaisenaan on saatu hyviä kokemuksia niin taloudellisesta näkökulmasta kuin myös purettavien betonielementtien laadun osalta käytettäessä niitä uudelleen uusien rakennusten vaipan ja rungon osana. (Huuhka 2011)

Toisaalta ehjänä purkamisesta on olemassa myös toisenlaisiakin kokemuksia: Helsingin Myllypurossa purettavissa elementtikerrostaloissa elementtien purkamisen ehjänä todettiin noin kymmenen kertaa kalliimmaksi kuin tavanomainen menetelmä (Huuhka 2010). Jätebetonia voitaisiin hyödyntää maarakentamiskäytön lisäksi myös uusiobetonin valmistuksessa. Uusiobetonin käyttökokemuksia on Suomessa vielä ilmeisen vähän, mutta esimerkiksi Saksassa onnistuneiden pilottikokeilujen perusteella uusiobetonin käyttö on laajentunut ja uusiobetonituotteita löytyy jo monesta betonitehtaasta. (Asp 2020) Suomessa jätebetonin hyödyntämistä uusiobetonin raaka-aineena voisi edesauttaa, jos loppuvuodesta 2020 lausuntakierrokselle End-of-Waste asetus tulee voimaan.

2.3.1 Uusiobetonin raaka-aineena

Uusiobetonissa yksi pääraaka-aineista, kiviaines, on korvattu joko kokonaan tai osittain joko betonitehtaiden/-asemien ylijäämäbetonimurskalla (uusiokiviaines) tai rakennusten purkujätebetonimurskalla. Näistä kahdesta ylijäämäbetonin koostumus on hyvin tunnettu, kun sen sijaan purkujätebetoni, joka usein sisältää epäpuhtauksia kuten esimerkiksi tiiltä, puuta tai muovia. (Nieminen 2015) Uusiokiviaineksen käyttö onkin helpointa, kun sen laatu ja koostumus tiedetään (Ratvio 2008) Edellä mainittujen epäpuhtauksien olemassaolo ei välttämättä ole ongelma: esimerkiksi jos purkujätebetonimurskan seassa on erittäin paljon tiiltä, saatetaan mukaan joutua lisäämään täysin puhdasta betonimurskaa, jotta uusiobetonille saadaan haluttu koostumus ja laatu. (Nieminen 2016)

Uusiobetonin ominaisuuksien eroavaisuuteen verrattuna neitseellisistä raaka-aineista valmistettuun betoniin vaikuttavat käytetyn betonimurskan määrä, laatu sekä valmistusmenetelmä (Nieminen 2015). Yleisesti ottaen tiedetään, uusiokiviaineksen käyttäminen betonin valmistuksessa alentaa betonin lujuuksia ja saattaa aiheuttaa tiettyjen ominaisuuksien heikkenemistä. Uusiokiviaines eroaa neitseellisesti valmistetun betonin kiviaineksesta erityisesti sen sisältämän sementin takia. Sementti aiheuttaa uusiokiviaineksen suuren vedenimukyvyn verrattuna luonnonkiviainekseen, mikä voi heikentää uusiobetonin ominaisuuksia. Kuitenkin tätä ongelmaa varten on kehitetty ja löydetty menetelmiä valmistusprosessiin. Uusiobetonin työstettävyyttä voidaan lisäksi parantaa erilaisien lisäaineiden, esimerkiksi notkistimien avulla (Nieminen 2016).

Uusiobetonin ominaisuuksiin vaikuttaa luonnollisesti paljon se, kuinka iso osa kiviaineksesta korvataan betonimurskalla. Aiheesta on olemassa erilaisia tutkimuksia, joiden mukaan noin 10-30% betonin kiviaineksesta voitaisiin korvata uusiokiviaineksella (Nieminen 2015; Ratvio 2008; Exteberria 2007) Näillä prosenttiosuuksilla valmiin betonin ominaisuuksien ei katsota merkittävästi muuttuvan (Ratvio 2008) Pieniä eroja luonnonkiviaineksesta valmistettuun betoniin syntyy hieman alemmalla puristuslujuudella, mutta taivutuslujuudessa uusiobetoni oli vähintään yhtä hyvä vertailubetonin kanssa (Nieminen 2016). Uusiokiviaineksen prosentuaalisen osuuden lisäksi myös sen karkeudella voidaan vaikuttaa uusiobetonin ominaisuuksiin: karkeammat uusiokiviainekset muuttavat keskimäärin suhteessa vähemmän (Nieminen 2016) ja voi olla hyödyllistä myös yhdistellä eri karkeuslajitteita (Nieminen 2015).

2.3.2 End-of-Waste -asetus

Jätebetonin luokittelu nimenomaan jätteeksi lainsäädännössä hankaloittaa betonin hyödyntämistä laajemmin muissakin tarkoituksissa kuin maanrakentamisessa. Muunlainen betonimurskan hyödyntäminen, esimerkiksi uusiobetonin raaka-aineena, vaatii ympäristöluvan. Niin sanottu EoW-asetus (End of Waste) voi tulevaisuudessa helpottaa betonimurskan hyötykäyttöä poistamalla siltä jäteluokituksen, joka hankaloittaa sen hyödyntämistä laajemmin esimerkiksi uusiobetonin raaka-aineena. Asetuksessa betonin valmistuksessa tai työmailta tulevaa jätebetonia ei käsiteltäisi enää jätteenä lainsäädännöllisestä näkökulmasta, vaan tuotteena, jolloin siihen sovellettaisiin samoja rajoituksia ja asetuksia kuin mille tahansa, ei-jätepohjaiselle tuotteelle. Tällöin betonimurskaa voitaisiin helpommin hyödyntää myös esimerkiksi uusiobetonin raaka-aineena sen voidessa korvata neitseellisiä raaka-aineita. Asetusta on valmisteltu pitkään ja ympäristöministeriö asetti asetusluonnoksen loppuvuodesta 2020 lausuntokierroksella jatkuen aina 8.1.2021 asti. (Valtioneuvosto 2020; Häkkinen 2019; Salminen 2020)

Lausuntoja uudesta End of Waste -asetuksesta annettiin useita kymmeniä. Yleisesti ottaen asetus koettiin lausuntojen perusteella hyvin tarpeelliseksi saada voimaan, mutta lausunnoissa esiintyy myös kritiikkiä muun muassa liian tiukkojen haitta-aineiden raja-arvojen suhteen verrattuna esimerkiksi MARA-asetukseen. Lisäksi asetus sai kritiikkiä myös siihen liittyen, että betonin paikallista murskausta ja hyödyntämistä lähellä syntypaikkaa mobiileilla murskaimilla on tehty liian vaikeaksi verrattuna kiinteisiin, ympäristöluvalliisiin murskauspaikkoihin verrattuna, vaikka prosessi olisi täysin sama. Tämä saattaa aiheuttaa isoja kuljetuskustannuksia sekä päästöjä, mikä ei betonin kaltaisen aineksen tapauksessa ole resurssiviisasta betonin jatkohyödyntämistä. (Lausuntopalvelu 2021)

2.3.3 Paikallisen hyödyntämisen mahdollisuudet

Mietittäessä resurssiviisaita ratkaisuja jätebetonin hyödyntämiseen, nousevat betonin kohdalla esille kuljetuskustannukset, joka voivat merkittävästi vaikuttaa siihen, miten jätebetoni kannattaisi hyödyntää. Resurssiviisauden näkökulmasta betonin kohdalla olisi hyvä löytää mahdollinen hyödyntämiskohde mahdollisimman läheltä, sillä kuljetuskustannukset nousevat helposti todella suuriksi ja samoin ympäristöpäästöt. Sen lisäksi, että jätebetonilla tasattaisiin vanhan meijerin purkutyömaa, voitaisiin kartoittaa, onko alueelle tulossa lähiaikoina hankkeita, jossa jätebetonia voitaisiin käyttää maarakennuksessa. Voisi olla myös aiheellista selvittää, voisiko esimerkiksi jokin

paikallinen betonialan yritys olla halukas hyödyntämään jätebetonia omassa toiminnassaan. Esimerkiksi suomalainen betonivalmisteiden valmistaja YBT Oy toiminnassaan valmistaa jätebetonista ”YBT-blokkeja”, joista se on rakentanut oman toimintansa pyörittämiseensä hakesiilot sekä eristevaraston. Jos järkevää hyötykäyttökohdetta ei löydy tarpeeksi läheltä, viedään jätebetoni kierrätysasemalle, joka maksua vastaan huolehtii sen asianmukaisesta jatkokäsittelystä.

3. Yhteenveto

Lapin ammattikorkeakoulun SERI – Resurssiviisas Meri-Lappi -hankkeen toteuttama pilotti toteutettiin kevään 2021 aikana (helmikuu-toukokuu), jolloin pilotissa kartoitettiin erityyppisiä resurssiviisaita ratkaisuja jätebetonin hyödyntämiselle. Materiaalipaketti jätebetonin hyödyntämiseen resurssiviisaasti on hyödynnettävissä jokaisen kunnan/kaupungin, alan yrityksen tai muun toimijan kehitystyössä. Materiaalipaketti on koostettu niin, että siitä voi etsiä nopeasti tietoa jätebetonin hyödyntämiseen erilaisia vaihtoehtoja aina kulloiseenkin tapaukseen sopien.

Pilotin sisällöksi muodostui jo alkuvaiheessa materiaalipaketin tarve jätebetonin jatkohyödyntämisen haasteiden selvittämiseen. Jätebetonin hyödyntäminen resurssiviisaasti on ajankohtainen haaste ja tästä materiaalipaketista kyseessä oleva pilottikohde voi etsiä tarvitsemansa tiedon nopeasti ja kartoittaa tämän avulla jatkotoimenpiteet. Materiaalipakettiin haluttiin tuoda mahdollisimman tiiviisti kaikki oleelliset resurssiviisautta edistävät näkökulmat jätebetonin jatkohyödyntämistoimenpiteiden selvittämiseksi. Lähdeluettelon avulla lukija pystyy etsimään haluamaansa ja tarvitsemaansa laajempaa tietoa kustakin osa-alueesta.

Pilotti sattui aiheensa takia olemaan hyvin ajankohtainen, sillä betonin End of Waste -asetus oli alkuvuoteen 2021 asti lausuntokierroksella. Asetuksen tavoitteena on jätebetonin osalta keventää rakennusalan säätelyä, sujuvoittaa sen toimintaa sekä avata uusia liiketoimintamahdollisuuksia alalle.

Lähteet

Asp, E. 2020. UUSIOBETONIN KÄYTTÖ RAKENTAMISESSA. Tampereen yliopisto, rakennustekniikka. Viitattu 18.5.2021 [AspEmmi.pdf \(tuni.fi\)](#)

Betoniteollisuus ry.

- a, Sementti ja kasvihuonekaasupäästöt. Viitattu 12.4.2021 <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/sementti-seosaineiden-kaytto/>.
- b, Betonirakenteen ekotehokkuus. Viitattu 13.4.2021 <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/ekologisuus/betonirakenteen-ekotehokkuus/>.
- c, Betoni rakennusmateriaalina. Viitattu 18.5.2021 <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/>
- d, Betonin ominaisuudet ja käyttö. Viitattu 18.5.2021 <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-ominaisuudet-ja-kaytto/>

Dettenborn, T., Harju, I., Lehtonen, K., Ahlqvist, E. & Forsman, J. 2019. Siltojen ja muiden taitorakenteiden purkubetonijätteen hyödyntäminen. Väyläviraston tutkimuksia 8/2019 Viitattu 18.5.2021 https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vt_2019-08_siltojen_purkubetonijatteen_web.pdf

Exteberria, M. Mari, A. R. & Vázquez, E. (2007). Recycled Aggregate Concrete as Structural Material. *Materials and Structures* 40. pp. 529 – 541

Huuhka, S. 2010. Kierrätys arkkitehtuurissa – Betonielementtien ja muiden rakennusosien uudelleenkäyttö uudisrakentamisessa ja lähiöiden energiatehokkaassa korjaus- ja täydennysrakentamisessa. Tampereen teknillinen yliopisto, arkkitehtuurin koulutusohjelma. Viitattu 18.5.2021

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/6547/huuhka.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Huuhka, S. 2011. Purkubetoni hyödynnetään, mutta vielä yksipuolisesti. *Betoni -rakennusalan ammattilehti*. Viitattu 18.5.2021. https://issuu.com/kivirakentaminen/docs/bet1102_koko_lehti

Häkkinen, S. 2019. Betonijätteen hyödyntämisen toimintamallit maarakentamisessa. Viitattu 18.5.2021

https://aalto.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/40775/master_H%c3%a4kkinen_Sami_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Häkkänen, M. 2020. Purkubetonin hyödyntäminen rakennushankkeella.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/334745/Markus_H%C3%A4kk%C3%A4nen.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Jätelaki 17.6.2011/646

Kuittinen, M. 2019. Kiertotalous julkisissa purkuhankkeissa -Hankintaopas. Helsinki:

Ympäristöministeriö. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-038-5>.

Lausuntopalvelu.fi. 2021. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi arviointiperusteista sen määrittämiseksi milloin betonimurske lakkaa olemasta jätettä. Viitattu 20.4.2021 <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=189148dd-8b4a-43d0-8f04-cf992bb736ec>

Lehtonen, K. 2018. BETONIMURSKEOHJE Betonimurskeen käyttö infrarakentamisessa Lahden ja Hollolan alueella. Ytekki Oy.

Lehtonen K. 2019. Purkutyöt – opas tekijöille ja teettäjiille. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:29. Verkkojulkaisu. Viitattu 19.5.2021

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161884/YM_2019_29.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

Nieminen, A-M. 2015. Murskatun betonin hyödyntäminen uusiokiviaineksenabetonissa. Aalto-yliopisto, rakennustekniikka. Viitattu 18.5.2021

https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/19208/master_Nieminen_Anna-Maria_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nieminen, A-M. 2016. Uutta betonia vanhaa hyödyntäen. Betoni.com. Viitattu 18.5.2021.

https://betoni.com/wp-content/uploads/2016/12/BET1604_78-83.pdf

Pajunen, E. 2018. Eräiden jätteen hyödyntäminen maarakentamisessa. Pirkanmaan ELY-keskus.

Ratvio, J. 2008. UUSIOKIVIAINEKSEN KÄYTTÖ SILTOJEN BETONIRAKENTEISSA. Contesta Oy. Viitattu 18.5.2021. https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/uusiokiviainekset_silloissa_2008.pdf

Rakennustieto. 2016. Rakennustietosäätiön ohjetiedosto RT 18-11245. HAITTA-AINETUTKIMUS Rakennustuotteet ja rakenteet. Rakennustietosäätiö.

Saarinen, S. 2015. Kiertotalous toimii betonirakentamisessa. Betoni-lehti 3/2015. Viitattu 18.5.2021 <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/betoni-lehti/lehtien-sisallot-2006-2018/2015-2/>

Salminen, J. 2020. Betonijätteen EoW-asetus. CIRC-VOL-hankkeen koulutuswebinaari. Viitattu 18.5.2021 https://circvol.fi/wp-content/uploads/2020/05/Salminen_010420_esitysmateriaali.pdf

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteen hyödyntämisestä maarakentamisessa 7.12.2017/843.

Ympäristöministeriö. 2020. Rakennusalan odottama betonimurskeasetus lausuntokierrokselle. Ympäristöministeriö. Viitattu 18.5.2021 <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/rakennusalan-odottama-betonimurskeasetus-lausuntokierrokselle>

