

665 PilotGreen

Purkubetonikappaleet viherrakentamisen materiaalina

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	2
2.	Lähtökohdat	2
2.1.	Lainsäädäntö	2
2.2.	Kierrätysbetonielementit	3
2.2.1.	Saatavuus	3
2.2.2.	Sopivuus	4
3.	Toteutus	4
3.1.	Toteutus	4
3.2.	Mittaukset	6
4.	Tulokset	7
4.1.	Tarkoituksenmukaisuus	7
4.2.	Mittaustulokset	7
4.3.	Kustannukset	8
5.	Johtopäätökset	8

1. Johdanto

Ympäristörakentaminen kuormittaa ympäristöä siinä missä muukin rakentamisteollisuus. Pintamateriaalien osalta päästöjä syntyy erityisesti niiden valmistus- ja kuljetusvaiheissa sekä kohteiden rakentamisen yhteydessä. Kovimmat hiilijalanjäljet ovat asfaltilla, betonikivellä ja maatiilellä¹, ja luvut kasvavat vielä selvästi – asfaltin osalta yli kolminkertaistuvat – mikäli materiaalit tai niiden valmistusosat tuodaan ulkomailta. Pintamateriaaleja ei lisäksi tällä hetkellä juuri käytetä uudelleen, kuten ei muutakaan purkamisen yhteydessä syntyvää jätettä. Esimerkiksi valtaosa käyttöikänsä päätepisteen saavuttaneiden rakennusten purkamisesta syntyvästä betonijätteestä päättyy nykyään jätteenkäsittelylaitokselle tai betonimurskaksi.

Tässä hankkeessa on tutkittu, kuinka rakennusten purkujätteenä syntyviä seinä- ja palkkielementtejä voidaan hyödyntää viherrakentamisessa, ja mitä lainsäädännöllisiä esteitä ja haasteita niiden käyttöön liittyy. Tavoitteena on ollut selvittää, kuinka kierrätettyjä betonikappaleita ylipäänsä on mahdollista käyttää, ja miten ne vastaavat ympäristörakentamisen käytännöllisiin ja esteettisiin tarpeisiin. Samalla on mitattu kierrätyskappaleista hulevesiin muodostuvaa ympäristökuormitusta.

Selvitystyötä varten on toteutettu pieni, reilun 10 m² kokoinen pilottikohde AhlmanEdun tontille Tampereelle. Kohdealueelle suunniteltiin kierrätyskappaleista ja istutuksista muodostuva oleskeluaukio, jossa hyödynnettiin mahdollisimman laajasti erilaisia rakennusten purkamisessa syntyviä elementtikappaleita.

Tehdyn pilotin pohjalta voidaan todeta, että rakennusten purkamisesta syntyvät betonikappaleet vastaavat pitkälti ympäristörakentamisen niille asettamia tarpeita ulkotilojen pintamateriaaleina. Ne soveltuvat uuteen käyttötarkoitukseensa niin esteettisesti kuin käytännön tasollakin, eikä niiden käytölle näytä olevan selkeää estettä myöskään ympäristökuormituksen osalta. Kierrätyskappaleiden käyttöön liittyvän lainsäädännön puuttuessa niiden sisällyttäminen ympäristörakennushankkeisiin on kuitenkin haastavaa, ja esimerkiksi ympäristöluvan tarpeen arviointi vaatii nykyisellään aina tapauskohtaista harkintaa. Laajamittaisemmassa hankkeessa kappaleet pitäisi todennäköisesti myös sertifioida erikseen käyttötarkoitustaan vastaaviksi.

Haasteisiin voidaan kuitenkin pilotin tuottaman tiedon perusteella varautua, ja aihetta voidaan toivottavasti jatkotutkia tulevaisuudessa laajemman maisemarakennusprojektin yhteydessä.

2. Lähtökohdat

2.1. Lainsäädäntö

Käytöstä poistuneiden rakennusten purkamisessa muodostuvien betonikappaleiden uudelleenkäyttö ympäristörakentamisessa vaatii ympäristönsuojelulain (527/2014 27§) puitteissa ympäristöluvan, mikäli toiminnan voidaan nähdä aiheuttavan ympäristön pilaantumisen vaaraa, kappaleet määritellään jätteeksi ja jätteen hyödyntäminen on ammattimaista tai laitospaikkaista². Esineen määrittelystä jätteeksi on puolestaan

¹ Hiilijalanjälki vuosittain / 100 m² (kgCO₂e) <https://kaupunkitilaohje.hel.fi/kortti/materiaalien-hiilikortit/>

² Ympäristönsuojelulaki (527/2014) 27§. https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2014/527#chp_4__sec_27__heading

annettu periaatteita jätelaissa (646/2011 5a§)³, joka ottaa kantaa myös tilanteisiin, joissa aine tai esine voitaisiin määritellä olevan jätteen sijaan esimerkiksi sivutuotteeksi:

1. aineen tai esineen jatkokäytöstä on varmuus;
2. ainetta tai esinettä voidaan käyttää suoraan sellaisenaan tai sen jälkeen, kun sitä on muunnettu enintään tavanomaisen teollisen käytännön mukaisesti;
3. aine tai esine syntyy tuotantoprosessin olennaisena osana; sekä
4. aine tai esine täyttää sen suunniteltuun käyttöön liittyvät tuotetta sekä ympäristön- ja terveydensuojelua koskevat vaatimukset eikä sen käyttö kokonaisuutena arvioiden aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle tai ympäristölle.

Jätteeksi määrittelyn poistamisesta (ei enää jätettä -päätös) on asetettu lainsäädännössä valmiita kriteerejä ympäristörakentamiseen liittyen, mutta nämä eivät tällä hetkellä sellaisenaan sovellu kokonaiisiin kierrätysbetonikappaleisiin. Lähimmät vastaavat ohjeet löytyvät betonimurskeelle, jonka jätteeksi luokittelun päättymiselle ja hyödyntämiselle maarakentamisessa on määritelty arviointikriteerit valtioneuvoston asetuksissa 466/2022⁴ ja 843/2017⁵. Näiden kriteerien soveltaminen betonikappaleille on kuitenkin haastavaa, sillä tarvittavat liukoisuustutkimukset ja pitoisuudet on määritelty murskatulle materiaalille, josta haitta-aineet liukenevat helpommin.

Toisaalta jos kappaletta ei päädytä määrittelemään jätteeksi, poistuvat tältä osaa myös ympäristönsuojelu- ja jätelain vaatimukset. Kokemuksia vastaavista kiertotaloushankkeista on nykyään kuitenkin Suomessa vasta vähän, ja kysymys siitä, missä tapauksessa betonikappaleiden käyttö olisi uudelleen käyttöä ja missä tapauksissa se vaatisi ympäristöluvan jätteen hyödyntämiseen tai ei enää jätettä -päätöksen, vaatii tällä hetkellä aina tapauskohtaista harkintaa. Tulevaisuudessa asia todennäköisesti selkeytyy tulevassa jätelain korvaavassa kiertotalouslaissa.

Tämän hankkeen kohdalla Tampereen ympäristöviranomainen on katsonut, että pilottikohde ei täytä jätteen ammattimaisen tai laitospäiväisen hyödyntämisen mittakaavaa, vaan kyse on pienimuotoisesta jätteen hyödyntämisestä, joka ei edellytä ympäristölupaa tai ilmoitusta koeluontoisesta toiminnasta.

2.2. Kierrätysbetonielementit

2.2.1. Saatavuus

Suomessa puretaan rakennuksia kiihtyvään tahtiin. Kun vielä 2010-luvun alussa purettujen rakennusten määrä oli noin 4000, vuonna 2023 puretuiksi päätyneitä kiinteistöjä oli jo lähes 8000⁶. Yhteensä

³ Jätelaki (646/2011) 5a§ https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2011/646#chp_1__sec_5__heading

⁴ Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista. 466/2022. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2022/466>

⁵ Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa. 843/2017 <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2017/843>

⁶ Yle. "Suomi hävittää nyt 1970- ja 1980-luvun rakennuksia ennätystahtia – selvitimme, miksi niitä ei enää korjata". <https://yle.fi/a/74-20088333>.

rakennusteollisuus tuottaa vuosittain noin kaksi miljoonaa tonnia talonrakentamiseen liittyvää rakennusjätettä, joista noin 500 000 tonnia on mineraali- ja kiviaineista⁷.

Valtaosa syntyvästä rakennusjätteestä on 1950–1980-luvuilta peräisin olevista rakennuksista⁸, joita kaikkia yhdistää rakentaminen aikana, jolloin enemmistössä rakennuksista on hyödynnetty valmiita betonielementtejä. Asuinkerrostalojen elementtijärjestelmä on yhtenäistetty jo varhain 1960-luvulla, ja liike- ja toimistorakennuksillakin on ollut omat, joskin 1980-luvun loppuun asti moninaiset – standardoidut elementtijärjestelmänsä. Yleisesti on siis hyvin tiedossa, mitä materiaaleja suomalaisen rakentamisen purkamisessa syntyy, ja ainakin periaatteellisella tasolla käytettävissä olevan kierrätysmateriaalin määrä on valtava.

Tässä hankkeessa käytetyt betonielementit on haettu Kangasalan jätteenkäsittelylaitokselta, eikä niiden tarkkaa alkuperää ole siten mahdollista määrittää.

2.2.2. Sopivuus

Ympäristörakentamiseen käytettävien kierrätysmateriaalien tulee olla teknisiltä ominaisuuksiltaan riittäviä ja laadultaan mahdollisimman samanlaisia kuin muutoinkin viherrakentamisessa käytetään. Rakennuksista puretuista betonielementeistä ympäristörakentamiseen soveltunevat parhaiten ohuet täysbetonielementit, jotka sekä paksuudeltaan että rakenteeltaan muistuttavat eniten tavallisia betonikiviä. Ympäristörakentamisen näkökulmasta myös osin hajonneet tai ei-standardimittaiset kappaleet ovat käyttökelpoisia, kunhan ne muuten vastaavat kooltaan betoni- tai luonnonkiviä/-kivilaattoja.

Tavallisilta betonikiviltä vaaditut tekniset laatuvaatimukset on osoitettu InfraRYLissä (InfraRYL 214311) sekä erilaisissa standardeissa (SFS 7017, SFS-EN 1338, 1339, 1340). Tämän hankkeen osalta kappaleiden teknisiä ominaisuuksia ei ole ollut mahdollista testata, vaan hankkeessa on keskitytty kappaleiden visuaalisiin ja käytännöllisiin puoliin. Pintamateriaalin osalta näitä voivat olla esimerkiksi:

- väri (värisävyn yhtenäisyys kappaleiden välillä)
- tuntu ja tekstuuri (tasaisuus, tasalaatuisuus)
- visuaalinen ilme
- käytettävyys (mahdollisuus esteettömiin pintoihin)
- asennettavuus (sopiva paksuus, sopiva koko)

3. Toteutus

3.1. Toteutus

Hanke muodostui yksittäisestä Tampereelle AhlmanEdu -koulutuskeskuksen alueelle sijoittuvasta pilottikohteesta. Reilun 10 m² kokoiselle koealueelle suunniteltiin pieni kierrätyskappaleista ja istutuksista muodostuva oleskeluaukio.

⁷ Ruuska ym. 2013, 19. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset - Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti.

⁸ Huuhka & Lahdensivu 2016, 87. Statistical and geographical study on demolished buildings.

Aukion pohjarakentaminen toteutettiin syksyllä 2024. Alueelle rakennettiin tällöin kierrätetystä hiekkoitussepelistä tehty sepelipatja, joka on erotettu alapuolisesta maakerroksesta vedeneristeellä. Alueen matalimpaan osaan sijoitettiin umpikaivo, johon sadevesien oli mahdollista kerääntyä myöhemmin toteutettavia hulevesimittauksia varten.



Kuva 1. Pilottikohteen valmis pohjarakenne (Kaisa Koskelin / AhlmanEdu).

Aukion viherrakentaminen toteutettiin kahdessa osassa kevään 2025 aikana. Huhtikuun alussa pohjarakenteen päälle asennettiin vapaamuotoisista ja osin vaihtelevan paksuisista betonikappaleista muodostuva kiveys. Kappaleet sijoitettiin niin, että niiden välissä on tilaa istutuksille. Kappaleiden välinen tila jätettiin ensimmäisessä vaiheessa avoimeksi, jotta hulevesimittauksissa saataisiin tuloksia pelkästään betonikappaleiden tuottamasta ympäristökuormasta.



Kuva 2. Betonielementtien asennus (Loci maisema-arkkitehdit Oy).

Asennustyö suoritettiin loppuun toukokuun lopussa mittausten valmistuttua. Tällöin kappaleiden väli täytettiin AhlmanEdun valmistamalla kasvualustalla ja suomalaisella luonnonkasvillisuudella.



Kuva 3. Alue kasvillisuuden istuttamisen jälkeen (Kaisa Koskelin / AhlmanEdu).

3.2. Mittaukset

Betonikappaleiden asennuksen jälkeen alueella muodostuvista hulevesistä tehtiin mittaukset, joiden tarkoituksena oli selvittää betonikappaleista ja niiden asennuksesta mahdollisesti vesistöihin syntyviä päästöjä. Mittaukseen valittiin seuraavat muuttujat, joita Tampereen ympäristöviranomaisen⁹ piti ympäristökuormituksen näkökulmasta todennäköisesti merkityksellisimpinä:

- pH
- kiintoaine
- sulfaatti
- kromi
- PCB

Mittaus toteutettiin toukokuun alussa (5.–6.5.) vuorokauden mittaisena kokoomanäytteenä automaattisella näytteenottimella. Osanäytteitä otettiin 15 minuutin välein, joten kokoomanäyte koostui 96 osanäytteestä. Näytteenoton suoritti KVVY Tutkimus Oy:n sertifioitu näytteenottaja. Mittaustulokset on esitetty luvussa 4.2. Mittaustulokset.

⁹ Jaana Lappeteläinen, sähköposti 11.12.2024

4. Tulokset

4.1. Tarkoituksenmukaisuus

Toteutettu suunnitelma vastaa visuaalisesti ja käytettävyydeltään pitkälti vastaavaa uudesta materiaalista toteutettua. Murtokappaleista tehty kiveys muistuttaa erityisesti liuskekivipintaa, ja kierrätysmateriaali itse tuottaa kiveykselle omaleimaisen visuaalisen ilmeen. Myös kasvillisuus näyttää lähteneen kohtuullisesti kasvuun erityisesti leveämmissä saumaväleissä.

Selvin näkyvä ero uusista betoni- tai luonnonkivistä tehtyyn pintaan on kappaleiden pintojen vaihtelevuus (vaihteleva käsittely) sekä kappaleiden osin vaihteleva korkeus. Nämä haasteet on kuitenkin mahdollista ratkaista kappaleiden tarkemmalla inventoinnilla tai jälkikäsittelemällä kappaleet haluttuun mittaan tai muotoon.

Kierrätyskiveyksen kestävyyttä ei ole tämän hankkeen puitteissa ollut mahdollista arvioida.

4.2. Mittaustulokset

Hankkeen hulevesimittauksista saatiin seuraavat tulokset¹⁰:

- pH: 7,5
- kiintoaine: 38 mg/l
- sulfaatti: 18 mg/l
- kromi: 0,0041 mg/l
- PCB: ei todettu

Kuten aiemmin todettu, ei kierrätysbetonikappaleista liukeneville vesille ole valmiita raja-arvoja. Saatuja tuloksia voidaan verrata kuitenkin esimerkiksi jätevedenpuhdistamoille johdettaviin vesiin ja niiden raja-arvoihin. Raja-arvot ovat kuntakohtaisia, ja ne on määritelty niin sanotuille poikkeaville jätevesille. Tällaisista vesistä puhutaan, kun on kyse normaalista asumajätevesistä poikkeavista jätevesistä, esimerkiksi kaatopaikkojen suodosvesistä. HSY¹¹ ja Tampere¹² määrittelevät tutkittujen muuttujien osalta raja-arvot seuraavasti:

- | | | |
|---------------|---------------------|---------------------------|
| ○ pH: | 6,0–11,0 (HSY) | 6,0–11,0 (Tampere) |
| ○ kiintoaine: | 300 mg/l (HSY) | tapauskohtaista (Tampere) |
| ○ sulfaatti: | 400 mg/l | 400 mg/l (Tampere) |
| ○ kromi: | 1,0 mg/l (HSY) | 1,0 mg/l (Tampere) |
| ○ PCB: | ei määritelty (HSY) | ei määritelty (Tampere) |

¹⁰ KVVY, mittaustulokset 6.5.2025

¹¹ Viikinmäelle ja Blominmäen jätevedenpuhdistamoille johdettavien jätevesien raja-arvot. <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/jatevedet/yritysten-jatevedet/jateveden-raja-arvot/>

¹² Poikkeavat jätevedet. <https://www.tampereenvesi.fi/poikkeavat-jatevedet/>

Toinen vertailukohta voisivat olla betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteissa esitetyt raja-arvot¹³:

- pH: ei määritelty
- kiintoaine: ei määritelty
- sulfaatti: 300 mg/l
- kromi: 0,6 mg/l
- PCB: 1 mg/kg

Nyt saadut mittaustulokset alittavat selkeästi sekä jätevesien pitoisuuksien raja-arvot että betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteiden raja-arvot.

4.3. Kustannukset

Koealueen toteutuksesta ei laskettu hankkeen aikana tarkkoja kustannuksia. Itse materiaali on kuitenkin ilmaista, jolloin merkittävin tutkittava kustannusero muodostuu kappaleiden asentamiseen ja hankintaan kuluva ajasta. Kokonaisuudessaan tähän kului pilottihankkeessa noin 10 henkilötyötuntia, joista kaksi kului kappaleiden hankintaan jätteenkäsittelylaitokselta ja kahdeksan itse asennukseen. Lisäksi kappaleita katselmoitiin jäteasemalla lyhyesti ennen keräämistä.

Neitseellisistä materiaaleista valmistettuihin kiveyksiin verrattuna kierrätyskiveyksen toteutus oli selvästi nopeampaa. Viherrakentajana toimineen VRJ Länsi-Suomen arvion mukaan vastaavankokoisen liuskekivialueen toteutus olisi ollut n. 30 % ja betoni- tai nurmikivialueen jopa 50 % hitaampaa. Ero muodostuu ensisijaisesti käytettyjen kappaleiden koosta: suurempia kappaleita tarvitaan vähemmän, jolloin myös niiden asentaminen on nopeampaa.

Kokonaisuudessaan pilottihanke jää kustannuksiltaan selvästi vastaavaa perinteistä hanketta halvemmaksi.

5. Johtopäätökset

Tehdyn pilotin pohjalta voidaan todeta, että rakennusten purkamisesta syntyvillä betonikappaleilla on potentiaalia vastata ympäristörakentamisen tarpeisiin samalla lisäten samalla sen kestävyttä ja vähentäen muun rakentamisen kuormittavuutta. Vaikka koealue on pieni ja hankkeen kesto rajallinen, vaikuttavat käytetyt kappaleet täyttävän ulkotilojen pintamateriaaleille esitetyt tärkeimmät esteettiset ja toiminnalliset tarpeet. Alustavien ja pienimuotoisten hulevesimittausten perusteella ne eivät myöskään aiheuta merkittävää ympäristökuormitusta, kunhan ne on käsitelty asianmukaisesti rakennuksen purkamisen yhteydessä. Lisäksi kierrätysbetoni on nykytilanteessa käytännössä ilmaista, eikä sen asentaminen vaadi viherrakentajan näkökulmasta sen enempää aikaa kuin tavanomaiset vastineensa.

Kierrätyskappaleiden käyttöön liittyy kuitenkin myös runsaasti haasteita, joista suurin on niiden käyttöpotentiaalin heikosti tunnistava nykyinen lainsäädäntö. Pienenkin koealueen tekeminen vaatii yleensä

¹³ Valtioneuvoston asetus betonimurskeen jätteeksi luokittelun päättymisen arviointiperusteista. 466/2022. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2022/466>

toimenpiteitä sekä ympäristö- että jätelain osalta, ja esimerkiksi ympäristöluvan tarpeen arviointi sisältää nykyisellään aina tapauskohtaista harkintaa. Laajamittaisemmassa hankkeessa kappaleet pitäisi todennäköisesti myös sertifioida erikseen uutta käyttötarkoitustaan vastaaviksi. Osin näistä syistä laajamittaisemman kiertotaloushankkeen rakentamisprosessi on nykyään melko haastava, kun kaikkien toimijoiden tulee voida sitoutua purkamisen, säilytyksen ja uudelleenkäytön aiheuttamiin käytännöllisiin ja lupateknisiin haasteisiin. Tulevaisuudessa asia toivottavasti selkeytyy uudessa jätelain korvaavassa kiertotalouslaissa.

Lainsäädännön päivityksen ohella jatkon kannalta olisi tärkeää testata kierrätysbetonielementtejä osana pitkäjänteisempää tutkimusta, jossa kappaleet olisi inventoitu jo purkutyömaalla. Näin saataisiin esiin koko käyttöprosessi kaikkein vaiheineen ja varmistettaisiin samalla asennettavien kappaleiden tasalaatuisuus ja -kokoisuus. Samalla voitaisiin tarkastella kappaleiden pidempiaikaisia päästöjä, kulutuksenkestoa ja vastetta ulkotilojen ympäristöolosuhteisiin, erityisesti kosteuteen.

Joka tapauksessa voidaan sanoa, että kierrätysbetonin käytön tutkimista osana ympäristörakentamisen ratkaisupalettia kannattaa jatkaa. Hankkeen perusteella kierrätyskappaleilla voidaan luoda monihyötyistä ympäristöä, joka on vehreää ja luonnonläheistä, hiiliviisasta sekä taloudellisesti ja hulevesien hallinnan näkökulmasta tarkoituksenmukaista. Muualta maailmasta vastaavia kiertotaloushankkeita löytyykin jo vuosikymmenten ajalta, eikä nykyään tarvitse lähteä Viroa kauemmas löytääkseen esimerkkejä betonikappaleiden uusiokäytöstä ulkotiloissa. Suomessakin uusiokäyttö voisi haasteistaan huolimatta olla jo nykyisellään laajamittaisempaa, jos alalle löytyisi kaupallinen toimija vastaamaan kappaleiden keräämisestä, säilytyksestä, lupaprosessista ja myynnistä. Erityinen liiketoimintapotentiaali olisi mallissa, jossa yritys keräisi kappaleet suoraan purkutyömaalta ja valmistaisi niistä käyttövalmiita, sertifioituja ja mittaan työstettyjä tuotteita. Tällöin muiden toimijoiden ei tarvitsisi sitoutua prosessin haasteisiin ja kestoon, vaan kierrätysmateriaali saataisiin käyttöön yhtenä vaihtoehtona muiden rinnalle.