

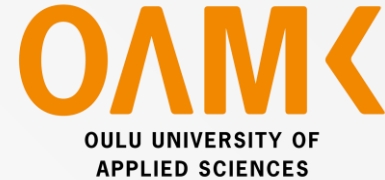
KIRA CIRCULARIS

**Kiinteistö- ja rakennusalan kiertotalouden
tuotteet, palvelut ja innovaatiot**



**Euroopan unionin
osarahoittama**

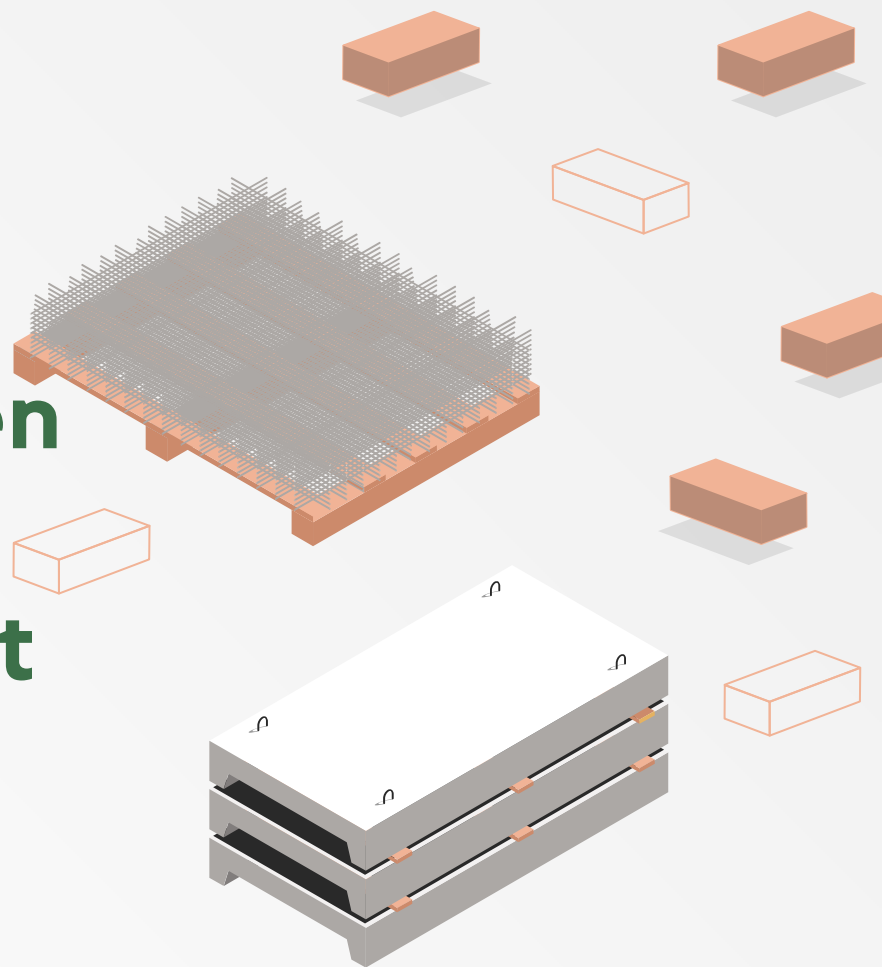
Yhteistyössä

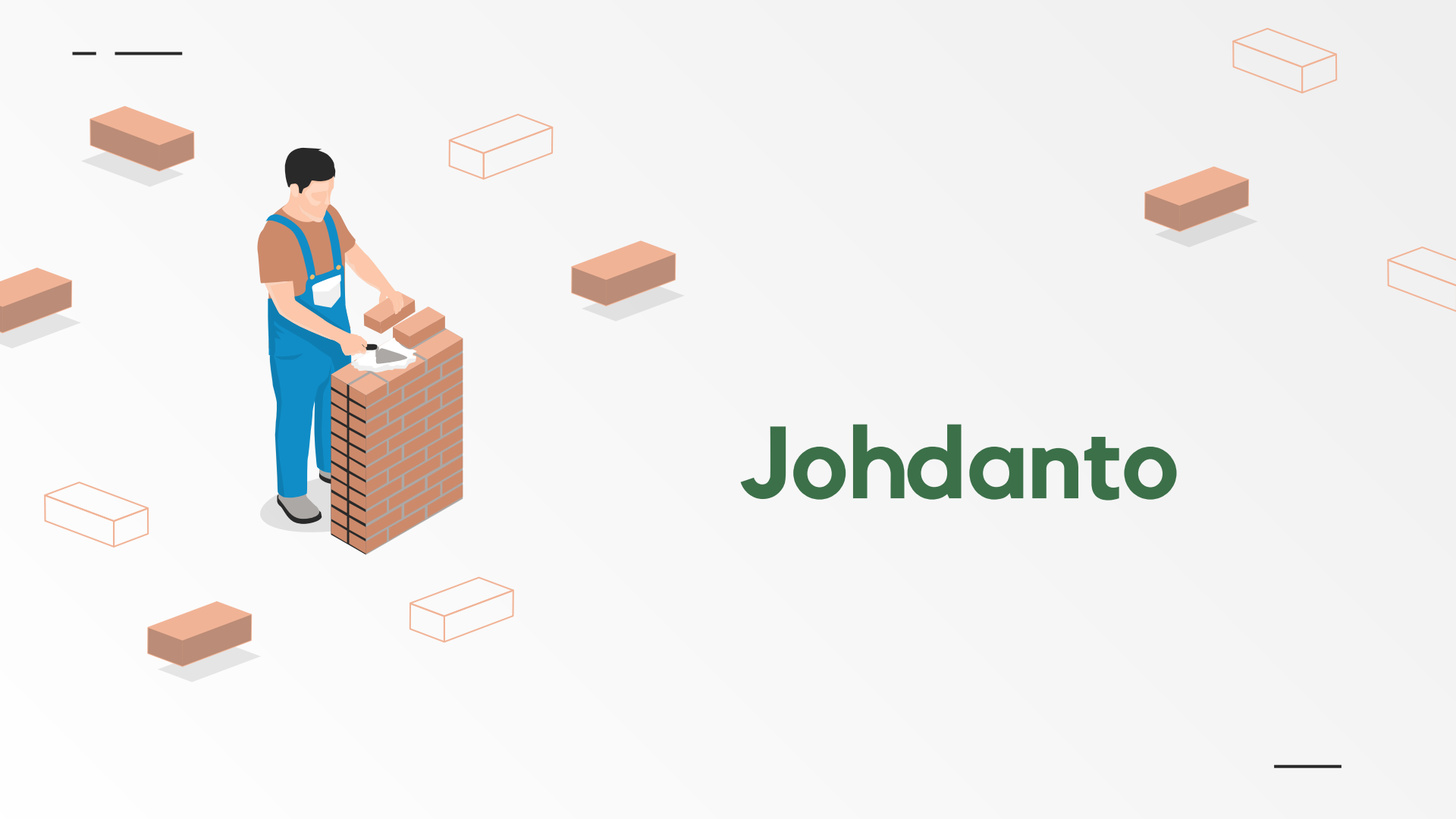


Rakennusmateriaalien kiertotalouden ympäristövaikutukset

Tekijä:

Joona Kainulainen,
Karelia ammattikorkeakoulu





Johdanto



Rakentamisen kiertotalous nyt

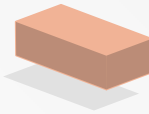
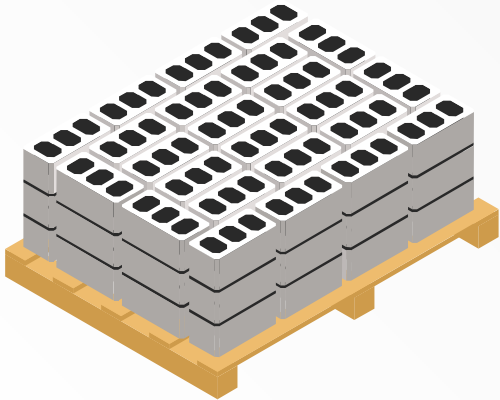
Rakennusteollisuus on yksi suurimmista ympäristövaikutuksia aiheuttavista sektoreista maailmassa. Perinteisesti rakennusmateriaalien elinkaari on päättynyt ensimmäisen käyttökerran jälkeen, jolloin materiaali on hävitetty esimerkiksi polttamalla. Tämän vuoksi rakentamisen kiertotalousratkaisuille on kasvavaa tarvetta, jotta rakentamisesta aiheutuvia päästöjä saadaan merkittävästi pienennettyä.

Tärkeimmät elementit rakentamisen kiertotaloudessa ovat rakennusmateriaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö. Purkukohteista saatavat tiilet, teräs-, betoni- ja puumateriaalit on saatava tehokkaasti käyttöön uusissa rakennusprojekteissa, jolloin neitseellisten raaka-aineiden tarve vähenee. Uusia innovaatioita tarvitaan rakentamisen suunnittelusta purkuvaiheeseen asti, jotta saatavilla olevat materiaalit ohjautuisivat uudelleenkäyttöön mahdollisimman tehokkaasti.



10 675 000 000 kg

Rakentamisesta syntynyt jätemäärä vuonna 2022



Vertailumenetelmä

Tässä tutkimuksessa tuotteiden vertailu suoritettiin käyttämällä ympäristöselosteita (EPD, Environmental Product Declaration), jotka tarjoavat standardisoitua tietoa tuotteiden ympäristövaikutuksista. Vertailussa keskitytään valmistuksen aikaisiin päästöihin Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmässä määritettyjen A1-A3 luokkien mukaisesti.

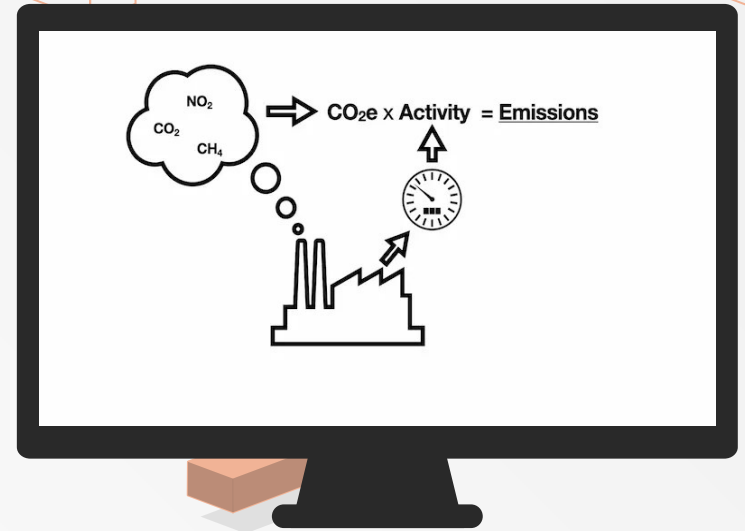
- A1 = Raaka-aineiden hankinta
- A2 = Kuljetus valmistukseen
- A3 = Tuotteen valmistus

Ympäristöselosteissa A1-A3 vaiheet on yleensä yhdistetty omaksi luokakseen, jolloin tuotteita ei voida vertailla jokaisen vaiheen osalta erikseen.



Ilmastomittarit

Vertailussa käytetään yhteismitallistettua Global Warming Potential -arvoa (GWP), joka tarkoittaa ilmaston lämpenemispotentiaalia. Se on mittari, joka kuvaa, kuinka paljon tietty määrä kasvihuonekaasua lämmittää maapalloa tietyn ajanjakson – tässä vertailussa 100 vuoden – aikana. Hiilidioksidin GWP-arvo on määritelty arvoon 1, ja muiden kaasujen GWP-arvot ilmaisevat niiden suhteellista vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. Esimerkiksi metaanin (CH₄) GWP on 28, joka tarkoittaa, että metaani lämmittää ilmastoa 28 kertaa voimakkaammin kuin hiilidioksidi samassa ajassa. Lopullinen vertailuyksikkö on hiilidioksidiekvivalentti (CO₂e), joka lasketaan kertomalla tutkittavien kaasujen määrät niiden GWP-arvoilla.



Tiilet





Vertailussa käytetyt tiilityypit



Tavalliset punatiilet

Perinteiseen tapaan valmistetut punatiilet


Tavalliset vaaleat tiilet

Perinteiseen tapaan valmistetut vaaleat tiilet

Kalkkahiiekkatiilet

Korkeassa paineessa puristetut tiilet

Biokaasu punatiilet



Ympäristöystävällistä polttoainetta käyttäen valmistetut punatiilet

Biokaasu vaaleat tiilet

Ympäristöystävällistä polttoainetta käyttäen valmistetut vaaleat tiilet

Kiertotaloustiilet

Purkukohteista hankitut, kertaalleen käytetyt tiilet



Valmistusprosessit

Perinteisten punatiilien valmistusprosessi kuluttaa merkittävästi energiaa sekä luonnonvaroja. Valmistusprosessi sisältää saven jauhamisen, muotoilun, kuivattamisen ja polton korkeissa lämpötiloissa. Raaka-aineiden hankinta, niiden kuljetukset sekä valmistuksessa tiilien polttamiseen tarvittavan lämpötilan (yli 1000 °C) saavuttamiseen käytetty energia, aiheuttavat huomattavan määrän kasvihuonekaasupäästöjä. **Vaaleat tiilet** valmistetaan myös savesta, joka käsitellään samoin kuin punatiilissä. Väriaineina käytetään erilaisia mineraaleja, jotka antavat tiilille vaalean sävyn.

Biokaasulla valmistetut tiilet ovat ominaisuuksiltaan kuten perinteiset tiilet, mutta niiden valmistusprosessissa käytetään uusiutuvaa energiaa. Biokaasu, joka tuotetaan esimerkiksi orgaanisesta jätteestä, korvaa perinteisissä tiilenvalmistuksessa käytetyn fossiilisen polttoaineen. Biokaasutiilien valmistuksessa hyödynnetty biokaasu vähentää merkittävästi valmistusprosessin kasvihuonekaasupäästöjä ja energiankulutusta.

Valmistusprosessit

Kalkkiehkatiilet ovat rakennusmateriaaleja, jotka valmistetaan sekoittamalla kalkkia, hiekkaa ja vettä. Kalkkiehkatiilien valmistusprosessi eroaa perinteisiin ja biokaasulla valmistettuihin tiiliin verrattuna siinä, että tiiltä ei polteta, vaan käytetään höyrykarkaisua. Lämpötila höyrykarkaisussa on polttoon verrattuna alhaisempi (160 – 200 °C), jolloin niiden valmistus kuluttaa vähemmän energiaa verrattuna perinteisiin tiiliin ja tekee prosessista ympäristöystävällisemmän.

Kierrätystiilet ovat tiiliä, jotka on otettu talteen purkukohteista ja käytetty uudelleen uudisrakennuksissa tai korjausrakentamisessa. Ne voivat sisältää erilaisia tiilityyppejä ja -kokoja, ja niissä saattaa olla vanhan käytön merkkejä, kuten patinaa tai kalkkikertymiä. Tämän vuoksi kierrätystiilet puhdistetaan ja käsitellään uudelleenkäyttöön soveltuviksi. Kierrätystiilet edustavat kestävästä rakentamisesta parhaimmillaan, sillä niiden käyttö vähentää merkittävästi jätteen määrää ja säästää luonnonvaroja, koska neitseellisiä raaka-aineita ei tarvita.

Vertailutiilien valmistajat

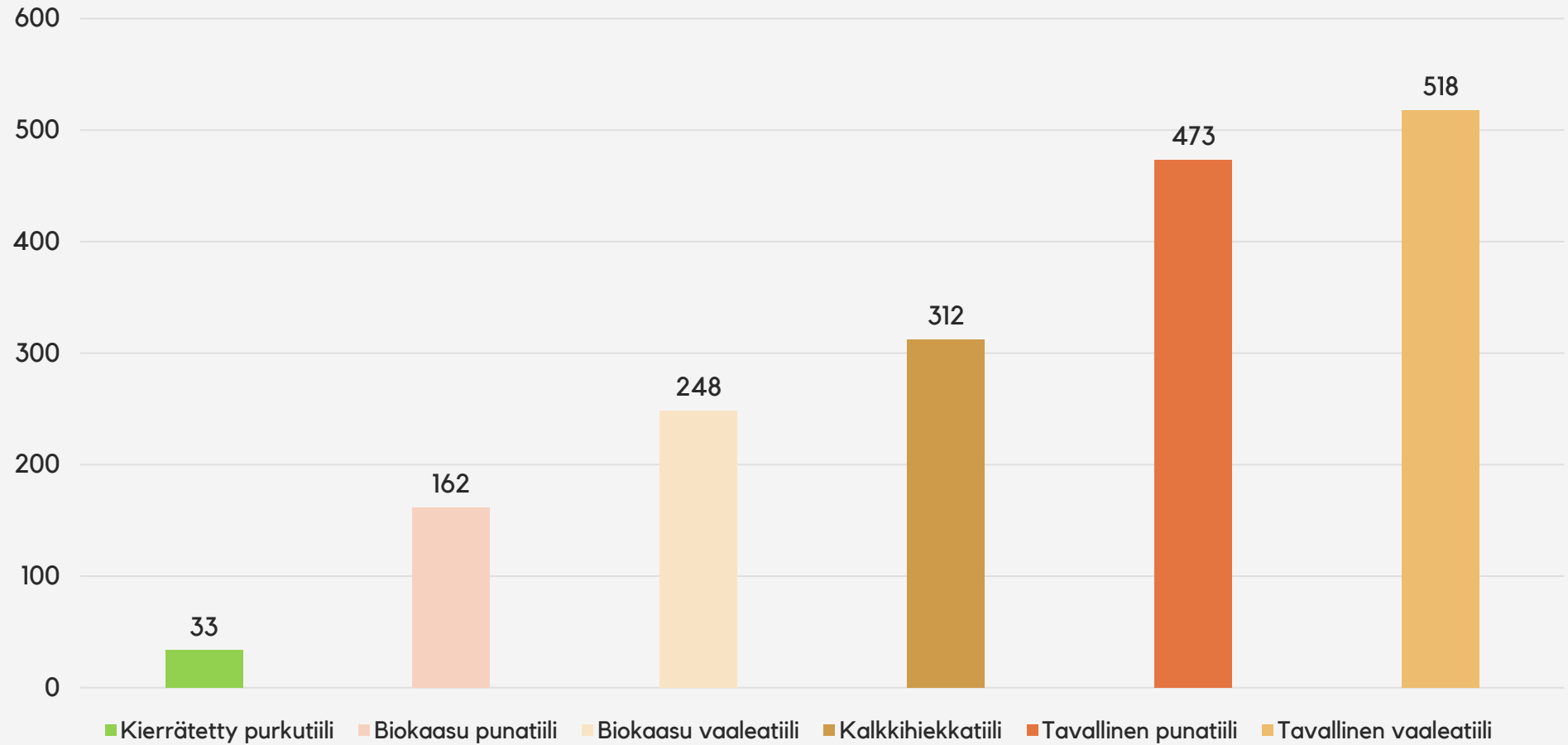
Tavalliset punatiilet	Tavalliset vaaleat tiilet	Kalkkahiiekkatiilet	Biokaasutiilet (puna ja vaalea)	Kiertotaloustiilet
<ul style="list-style-type: none">• Randers Tegl• Strøjer Tegl• Tiileri• Wienerberger	<ul style="list-style-type: none">• Strøjer Tegl• Tiileri• Wienerberger	<ul style="list-style-type: none">• Saint-Gobain Weber	<ul style="list-style-type: none">• Randers Tegl• Wienerberger	<ul style="list-style-type: none">• Gamle Mursten• Genbrugssten• Utomhus

Vertailutiedot

Ympäristöselosteiden päästötiedot on yleisimmin ilmoitettu yksikössä kg CO₂e tuhatta kiloa tiiltä kohden. Vertailua varten tiedot muutettiin vastaamaan yhden 2,4 kilon painoisen tiilen valmistuksesta aiheutuviin päästöihin. Tässä tapauksessa lopullinen vertailuyksikkö on g CO₂e/tiili. Lopuksi jokaisen tiilityypin osalta laskettiin keskiarvo eri valmistajien kesken. Tällä tavoin voidaan tarkastella ja vertailla eri tiilityyppien ympäristövaikutuksia yhden standardoidun tiilen tasolla ja nähdä selkeästi eri valmistusprosessien vaikutus hiilijalanjälkeen.

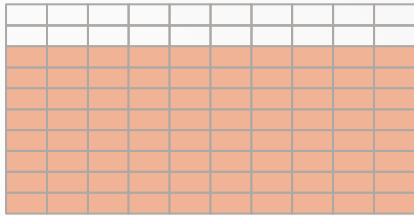


A1 - A3 g CO₂e / tiili



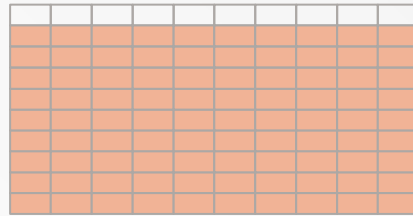
Kiertotaloustiilien päästöedut

80%



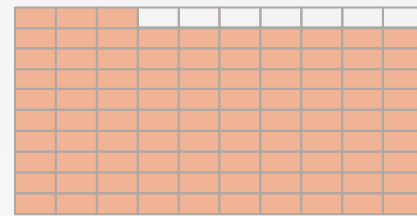
**Biokaasu
punatiilet**

90%



Kalkkahiiekkatiilet

93%



**Tavalliset
punatiilet**

Kiertotaloustiilien käyttö vähentää merkittävästi hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä verrattuna sekä biokaasulla tuotettuihin että perinteisiin tiilityyppeihin.

Ympäristöystävällisten tuotantotapojen edut

66%



Biokaasutiilet

Verrattuna tavallisiin punatiiliin,
päästöt vähenevät
valmistusvaiheessa 66%.

34%



Kalkkahiiekkatiilet

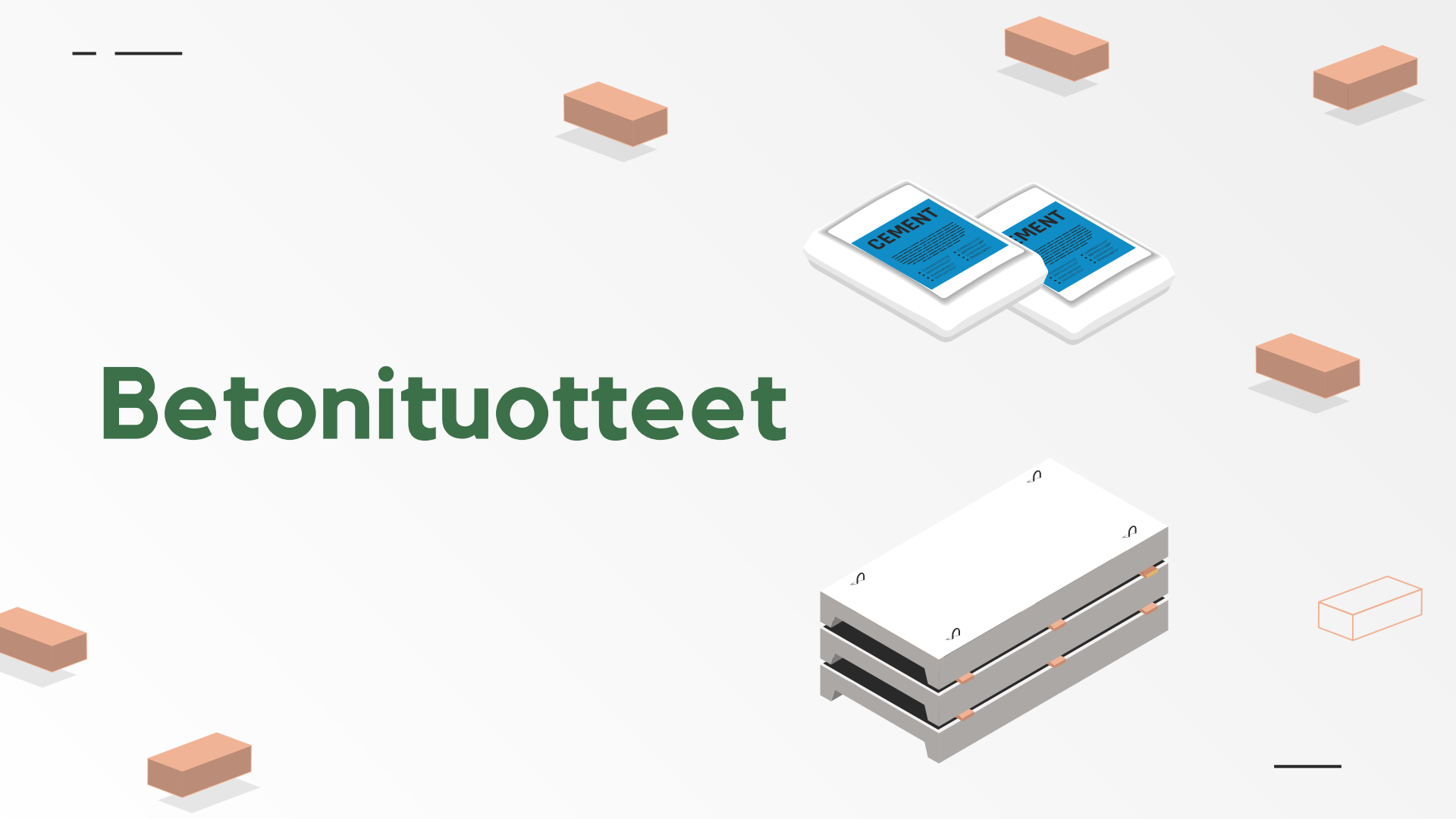
Verrattuna tavallisiin punatiiliin,
päästöt vähenevät
valmistusvaiheessa 34%.

Yhteenveto

Vertailun tulokset korostavat selkeästi kiertotalouden merkitystä rakennustiilien tuotannossa. Kierrätettyjen materiaalien käyttö ja uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen ovat avainasemassa hiilijalanjäljen pienentämisessä ja kestäväen rakentamisen edistämisessä. Innovaatioiden ja kestävien käytäntöjen edistäminen tiilien valmistusvaiheessa tukee laajemmin ilmastomuutoksen torjuntaa ja luonnonvarojen tehokasta käyttöä. Tulokset osoittavat, että kierrätetyt purkutiilet ovat ylivoimaisesti ympäristöystävällisin vaihtoehto.

Kierrätystiilet noudattavat kiertotalouden periaatteita, kuten materiaalien uudelleenkäyttöä ja jätemäärien minimointia. Biokaasulla valmistetut punatiilet (162 g CO₂e/tiili) ja vaaleat tiilet (248 g CO₂e/tiili) tuottivat merkittävästi vähemmän päästöjä kuin niiden perinteiset vastineet (473 g CO₂e/punatiili, 518 g CO₂e/vaaleatiili). Biokaasun käyttö energialähteenä tukee kiertotaloutta hyödyntämällä uusiutuvia resursseja valmistusvaiheessa. Kalkkiehkekatiilien päästöt olivat 312 g CO₂e per tiili, mikä osoittaa niiden olevan ympäristöystävällisempi vaihtoehto perinteisille savitiileille, vaikka niissä ei suoranaisesti hyödynnetä kierrätysmateriaaleja.

Betonituotteet





1,7 – 2,7 miljoonaa tonnia

Vuosittain syntyvän betonijätteen määrä Suomessa

20–30 %

Betonijätteen osuus purkujätteestä

Yli 80 %

Betonijätteen kierrätysaste



Vertailtavat betonityypit

Kierrätysbetoni

Betonia, jossa perinteinen kiviaines (kuten sora tai murskattu kivi) on korvattu kierrätetyllä betonimurskeella.

Tämä murske saadaan vanhoista puretuista betonirakenteista, jotka murskataan ja seulotaan uudelleen käytettäväksi.

Vihreä betoni

Vihreä betoni on ympäristöystävällisempi vaihtoehto perinteiselle betonille. Se pyrkii vähentämään betonin valmistuksen ympäristövaikutuksia käyttämällä kestävämpiä ja uusiutuvia materiaaleja sekä vähentämällä energiankulutusta ja päästöjä.

Tavallinen betoni

Yleisimmin käytetty rakennusmateriaali ympäri maailmaa. Koostuu neljästä pääkomponentista: sementistä, vedestä, kiviaineksesta sekä lisäaineista

Betonin valmistus

8 -16%

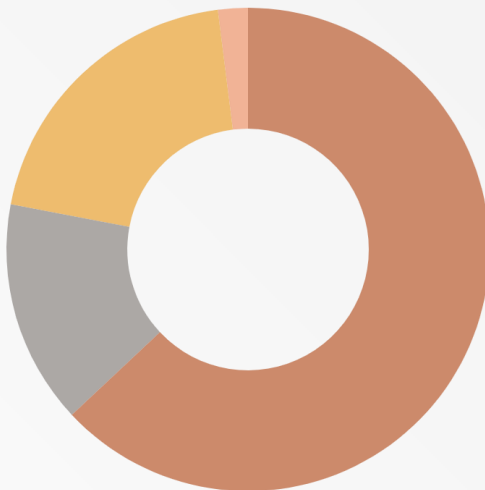
Sementti

Sementti on betonin tärkein aine. Sementti koostuu kalkkikivistä, kvartsista ja savesta, jotka käsitellään jauhamalla ja polttamalla betoniin soveltuvan rakenteen saavuttamiseksi. Betonissa sementti reagoi yhdessä veden kanssa ja sitoo runkoaineet yhteen.

15 - 20%

Vesi

Veden lisääminen betoniin parantaa työstettävyyttä, mutta mitä enemmän betonissa on vettä, sitä alhaisempi on lujuus.



60 -80%

Runkoaine

Runkoaine koostuu tyypillisesti joko moreenista, harjusorasta tai somerosta, mutta se voi olla myös murskaamalla valmistettua kiviainesta. Betonissa kiviaineksen koko vaihtelee hienosta hiekasta muutaman sentin kokoiisiin kiviin.

Runkoaineen laatu ja ominaisuudet vaikuttavat tuoreen betonimassan ja kovettuneen betonin ominaisuuksiin.

0,5 - 2%

Lisäaineet

Betonissa voidaan käyttää erilaisia lisäaineita, joilla säädellään esimerkiksi betonin notkeutta, ilmapitoisuutta tai kovettumisen nopeutta.

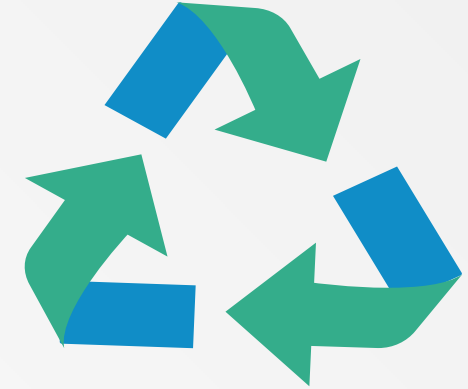
Valmistusprosessit

Tavalliseen tapaan valmistetut betonituotteet jaotellaan valmisbetoniin ja valmisosiin eli elementteihin. Betoni valmistetaan sekoittamalla pääraaka-aineet sementti, vesi ja kiviaines betoniasemalla myllyssä työmaalle kuljetettavaksi tai elementtitehtaassa heti käytettäväksi. Betoni kovettuu, kun sementtirakeet reagoivat veden kanssa muodostaen osa-aineet yhteen sitovan lujan mineraalin. Sementin valmistus tapahtuu, kun raaka-aineet (luonnonmineraalit) jauhetaan ja kuumennetaan uunissa noin 1450 °C lämpötilaan, jolloin mineraalit sulavat ja reagoivat keskenään. Samalla kalkkikiven sisältämä hiilidioksidi vapautuu.

Vihreän betonin valmistus eroaa tavallisen betonin valmistuksesta ensisijaisesti raaka-aineiden valinnassa ja ympäristövaikutusten vähentämisessä. Vihreässä betonissa käytetään usein kierrätettyjä materiaaleja, kuten betonimurskaa, lentotuhkaa, masuunikuonaa tai kierrätettyä kiviainesta. Vihreässä betonissa voidaan käyttää vähäpäästöisiä sementtejä, jotka valmistetaan energiatehokkaammilla menetelmillä ja tuottavat näin vähemmän hiilidioksidipäästöjä. Yleisesti tavoitteena on vähentää päästöjä kaikissa elinkaaren vaiheissa.

Valmistusprosessit

Uusio/kierrätysbetonin valmistus on prosessi, jossa hyödynnetään purku- ja rakennusjätteestä saatavaa materiaalia, kuten vanhaa betonia, uusiotuotteeksi. Tämä prosessi tukee kiertotalouden periaatteita vähentämällä jätteen määrää ja käyttämällä uudelleen olemassa olevia materiaaleja. Uusiobetoni vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä ja pienentää lähtökohtaisesti betonirakentamisen hiilijalanjälkeä. Uusiobetoniin on valmistus osittain tai kokonaan kierrätetystä betonista. Käytettävä betoni on peräisin puretuista rakennuksista tai muista betonirakenteista, jotka murskataan ja seulotaan sopivan kokoiseksi kiviainekseksi. Murskattu betoniaines, sementti, vesi ja muut lisäaineet sekoitetaan keskenään samaan tapaan kuin muiden betonityyppien valmistuksessa.





Vertailubetonien valmistajat



Tavallinen betoni

- Suomen Kovabetoni Oy
 - Pielisen Betoni
 - The Readymix Group
 - Conelement AB
 - Parma Oy
 - A/S Ikast Betonvarefabrik
 - Elinkaariarvio suomalaisista tuotteista
- 

Vihreä betoni

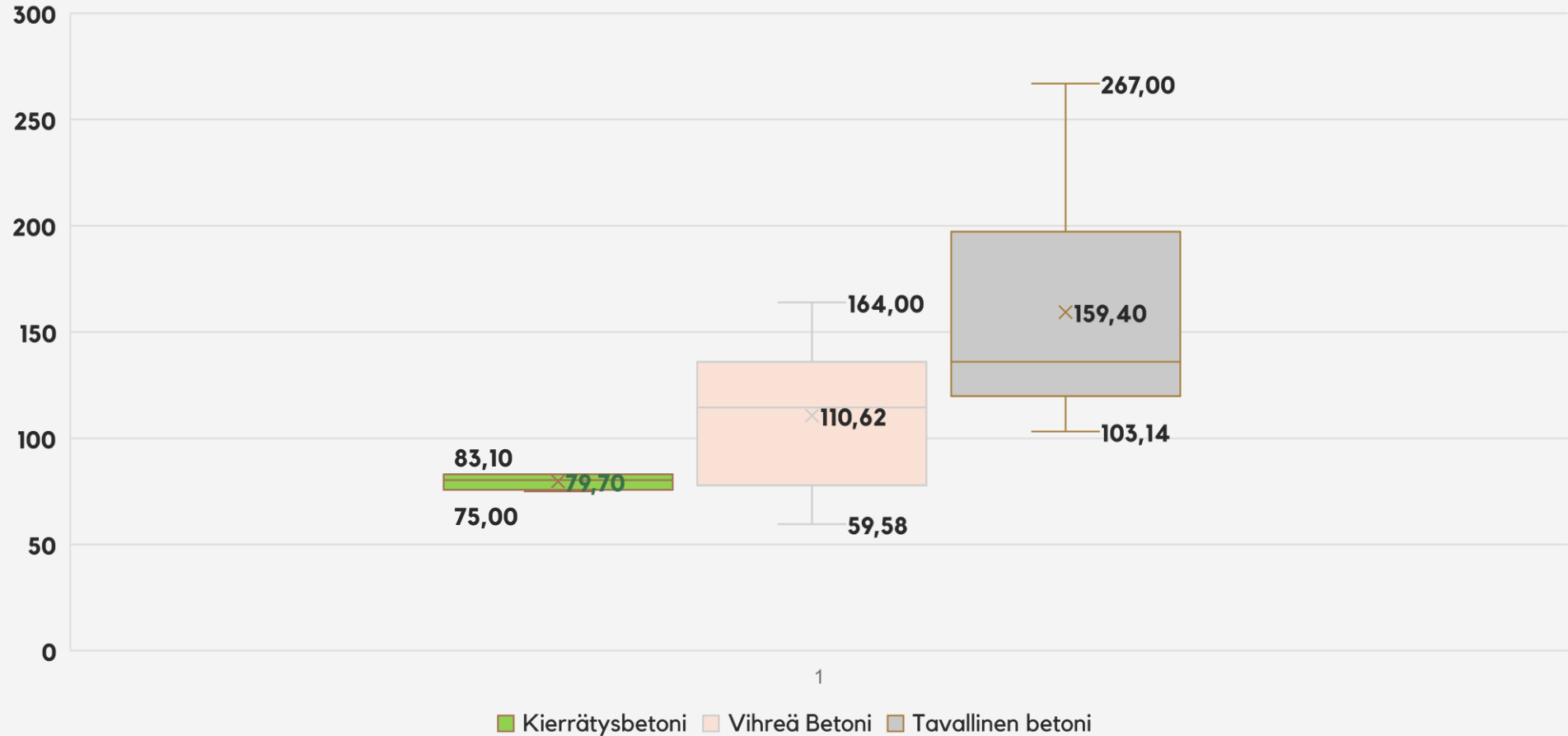
- Rudus
- Prefabmästarna Sverige AB
- Parma Oy
- Unicon
- Elinkaariarvio suomalaisista tuotteista

Kierrätysbetoni

- Recycon Element A/S
- 
- 

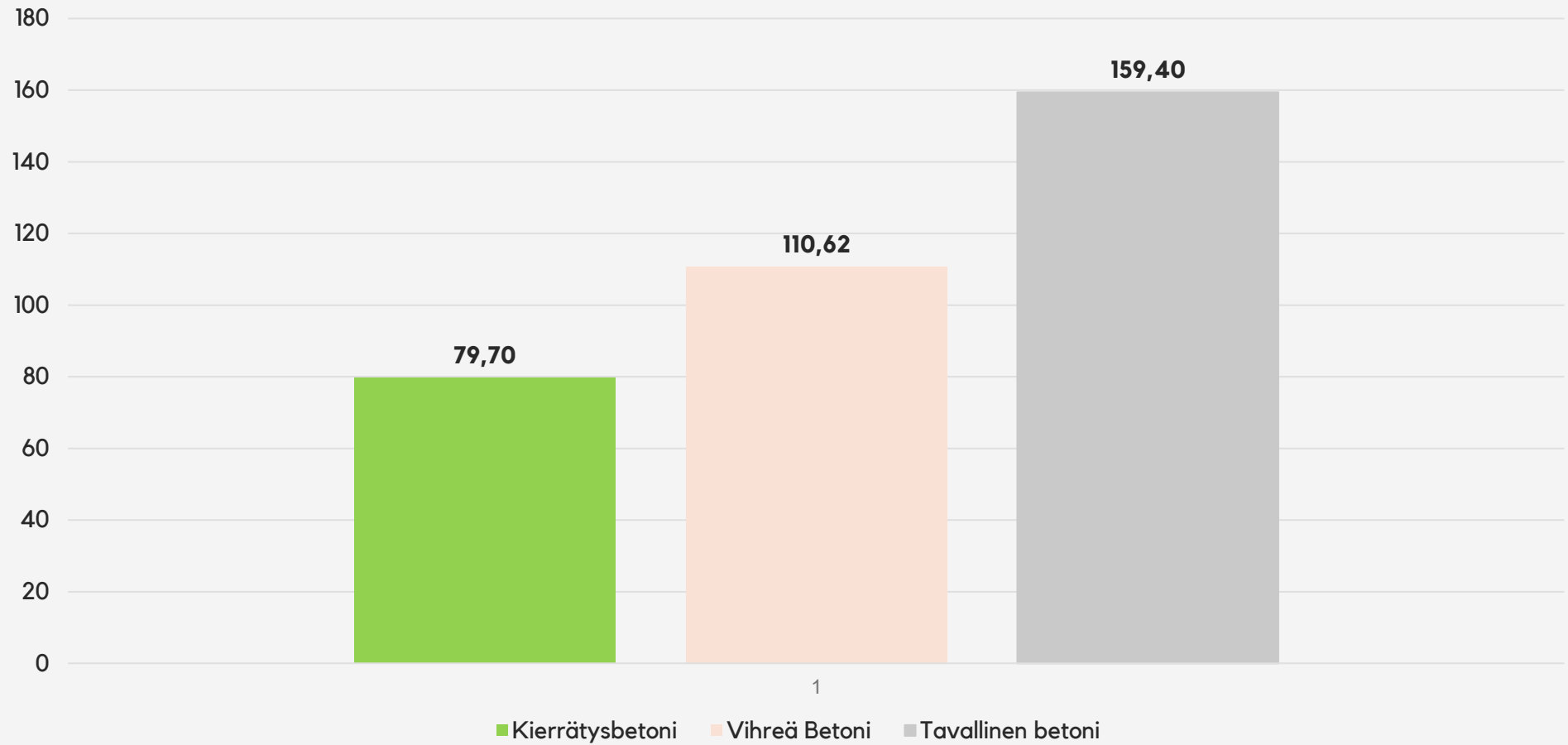
A1 - A3

g CO₂e / kg betonia



A1 - A3

g CO₂e / kg betonia



Kierrätysbetonin päästöedut

28%



Vihreä betoni

Verrattuna keskimääräisiin vihreän betonin tuotteisiin, päästöt vähenevät valmistusvaiheessa 28%.

50%



Tavallinen betoni

Verrattuna keskimääräisiin tavallisiin betonituotteisiin, päästöt vähenevät valmistusvaiheessa 50%.

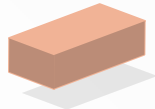
Yhteenveto

Vertailutulokset osoittavat, että kierrätysbetonilla voidaan yltää merkittäviin päästövähennyksiin. Toisaalta ero vihreään betoniin oli paljon pienempi kuin muilla tutkittavilla kiertotaloustuotteilla. Kevyimmän lujuusluokan vihreällä betonilla voidaan yltää jopa pienempiin päästöihin kuin kierrätysbetonilla. Keskimäärin vihreällä betonilla saavutettiin 31 % päästövähennys verrattuna tavalliseen betoniin.

Sementin valmistus on suurin yksittäinen hiilidioksidipäästöjen lähde betonin tuotannossa. Betonin ympäristövaikutuksia voidaan tehokkaimmin parantaa korvaamalla sementtiä kierrätetyillä tai vähähiilisillä materiaaleilla.

Kierrätysbetonin pienet erot vihreään betoniin verrattuna voi viitata siihen, että kierrätysbetonilla on vielä parantamisen varaa ympäristötehokkuudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että lisätutkimuksilla ja uudelleenkäytön innovaatioilla voidaan edelleen edistää kierrätysbetonin ympäristöystävällisyyttä. Siksi tarvitaan merkittäviä panostuksia tutkimukseen, innovaatioihin ja rakennusalan käytäntöjen muutoksiin, jotka tukevat kestävä kehityksen tavoitteita mahdollisimman tehokkaasti. Kuitenkin jo nyt voidaan nähdä, että kierrätysbetoni on lupaava askel kohti vähäpäästöisempää rakentamista.

Terästuotteet



0,17 miljoonaa tonnia

Teräs- ja metallijätteen määrä rakentamisessa 2022

5 - 10 %

Teräs- ja metallijätteen osuus purkujätteestä

95 - 100%

Teräs- ja metallijätteen kierrätysaste



Terästuotteiden valmistusprosessi

Raaka- aineiden hankinta

Teräksen valmistusta varten louhitaan metallurgista hiiltä sekä rautamalmia

Raaka- aineiden prosessointi

Pääraaka-aineet hiili, rautamalmi ja romuteräs prosessoidaan teräksen valmistusta varten

Teräksen valmistus

Raaka-aineet muutetaan ensin nestemäiseksi raudaksi joko masuunissa tai suorapelkistysprosessilla

Valu ja valssaus

Eri menetelmillä valmistetut teräkset valetaan jatkuvavalukoneella. Kuuma- ja kylmävalssaus muuttaa teräksen keloiksi tai levyiksi

Viimeistely

Eri profiiliset terästuotteet hehkutetaan, galvanoidaan tai pinnoitetaan tarpeen mukaan

Vihreän teräksen valmistuserot



Vetyreduktio. Hiilen sijasta rautamalmin hapen poistoon käytetään vetyä, jolloin sivutuoteena tuotetaan vettä eikä hiilidioksidia. Vety tuotetaan uusiutuvista energialähteistä.

Sähkökaariuuni. Erityisesti kierrätysteräksen sulattamiseen käytetty energiatehokas prosessi. Sähkö tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä

Hiilen talteenotto ja varastointi. Prosessin päästöjä voidaan hallita hiilidioksidin talteenottotekniikoilla. Tämän jälkeen hiilidioksidi voidaan varastoida tai käyttää muissa prosesseissa.

1

2

3

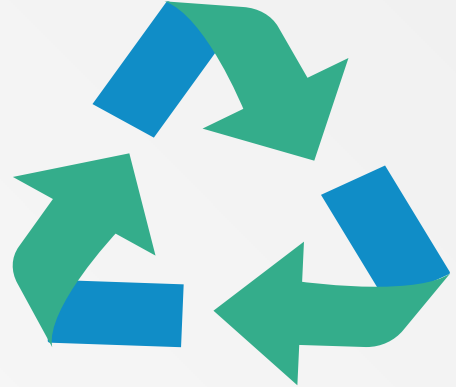


Kiertotalousteräs

Kiertotalousterästä saadaan pääasiassa rakennusten purkutyömailta, teollisuuslaitoksista ja muista lähteistä, joissa terästä käytetään isossa mittakaavassa. Purkutyömailta syntyvä teräsjäte kerätään ja lajitellaan, jotta se voidaan kierrättää ja ottaa uudelleen käyttöön. Uudelleenkäytettävän kiertotalousteräksen kunto on tarkistettava erilaisin testausmenetelmin, jotta varmistetaan sen turvallisuus, laatu ja sopivuus uuteen kohteeseen. Testausmenetelminä voidaan käyttää esimerkiksi:

- Visuaalista tarkastusta (epäpuhtaudet, muodonmuutokset)
- Mekaanisia testejä (vetolujuus, kovuus, taivutus)
- Kemiallista analyysiä (korroosionkestävyys)
- Ei-rikkovat testit (ultraääni)

Tarkituksen jälkeen teräs voidaan todeta uudelleenkäyttökelpoiseksi ja soveltuvaksi uusiin rakennus- tai teollisuusprojekteihin, mikä osaltaan vähentää tarvetta käyttää neitseellisiä raaka-aineita.



Terästuotteiden valmistajat

Tavallinen teräs

- Nordec Oy
- Maru
- Weckman Steel
- Triplan
- SSAB

Vihreä teräs

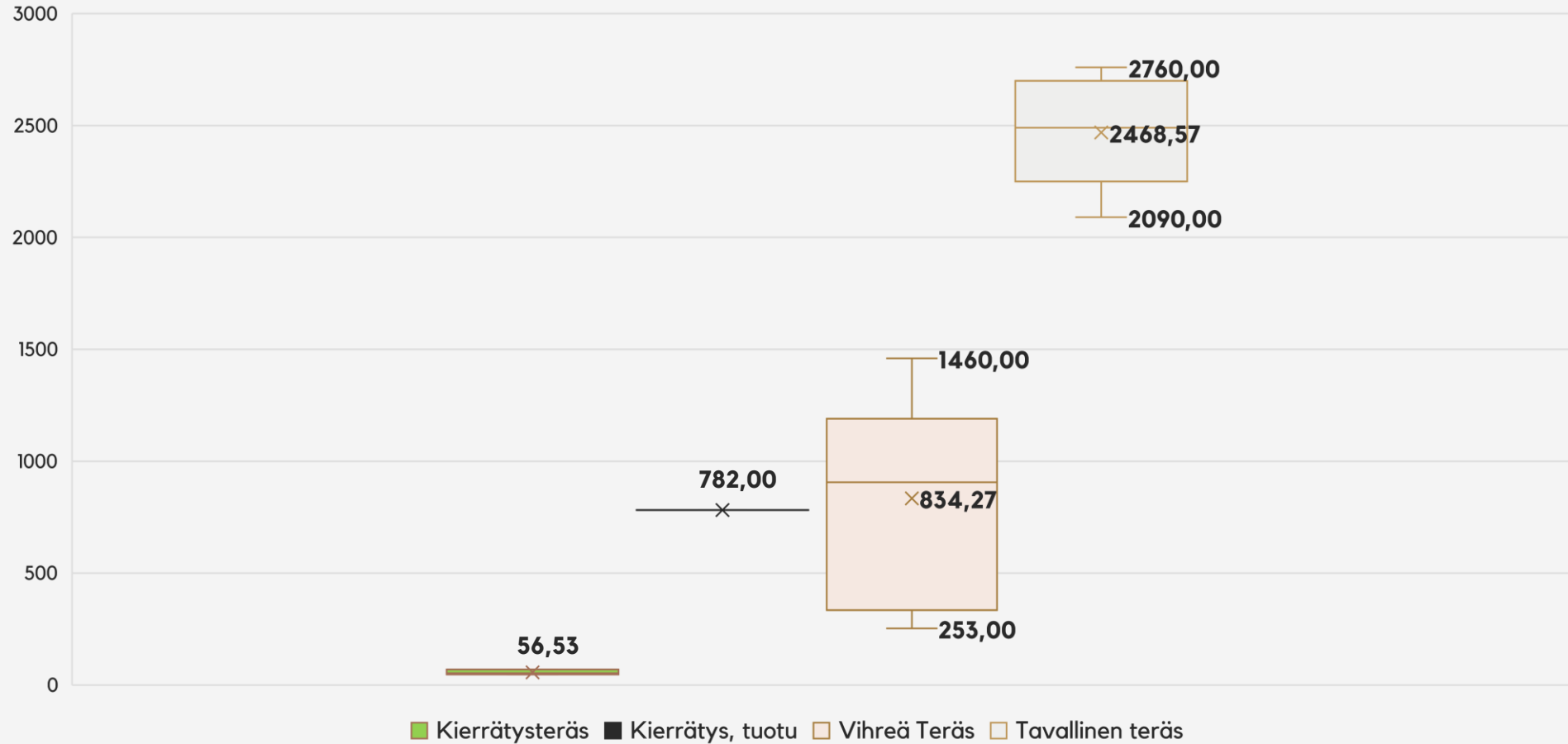
- Jindal
- Norstal
- Serfas
- Give Steel
- Lindab
- Nordec Oy
- SWT
- Hadley Group
- SSAB
- Xcarb

Kierrätysteräs

- Cleveland Steel & Tubes
- Stena Stål
- EMR

A1-A3

g CO₂e / kg terästä



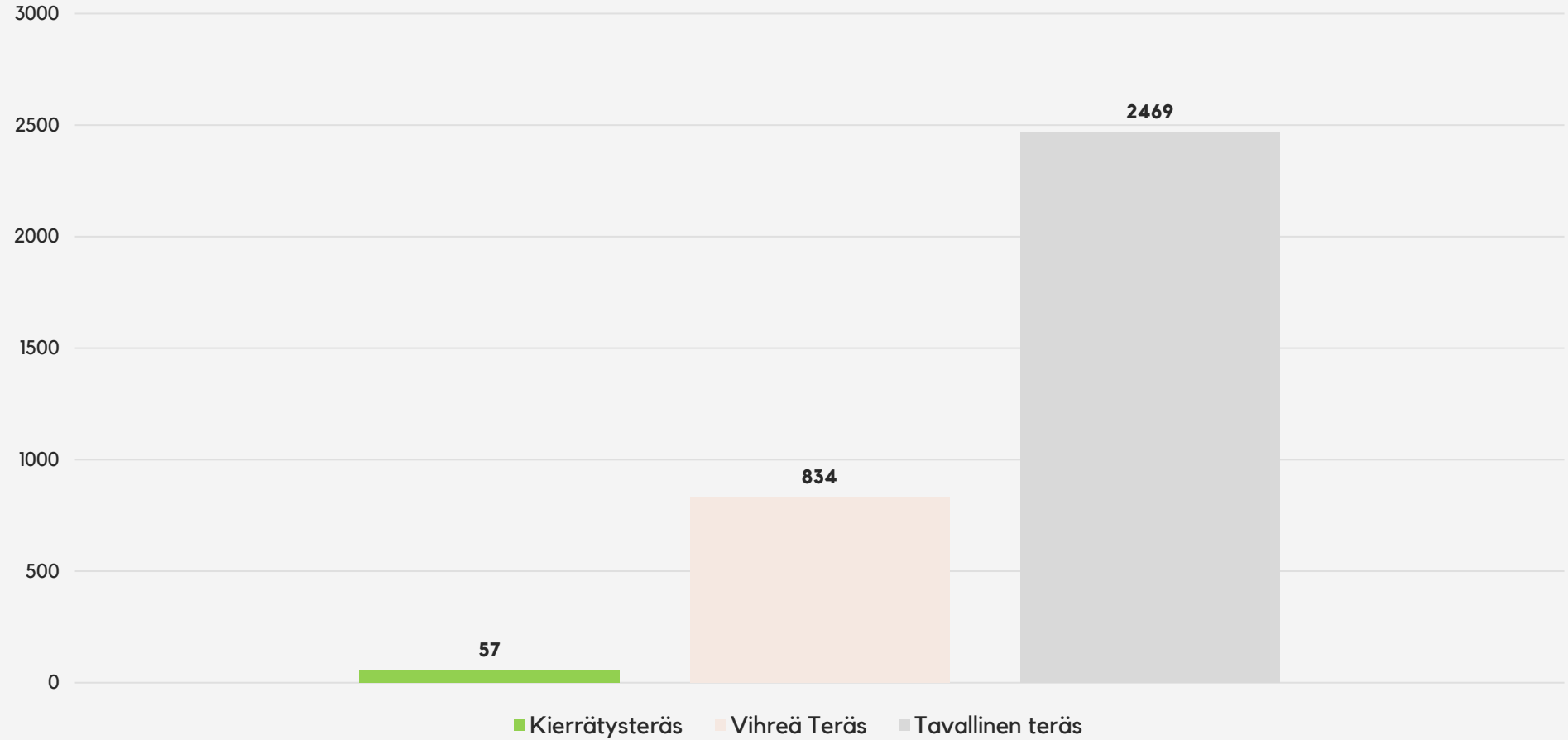
Case: Tuotu kierrätysteräs

Edellisessä taulukossa näkyvä "kierrätys, tuotu" viittaa kiertotaloustuotteeseen, joka kuljetetaan merkittävän etäisyyden päästä käyttöä varten. Terästuotteet ovat peräisin Kreikasta, josta ne kuljetetaan konttialuksella Iso-Britanniaan käytettäväksi erilaisissa rakennusprojekteissa. Kuljetusmatkaa vesiteitse kertyy 5559 km, joka näkyy jo merkittävästi tuotteen hiilijalanjäljessä. Huomioitavaa on kuitenkin se, että ympäristönäkökulmasta terästuotteiden tuonti on tällä tavoin järkevää. Ympäristövaikutukset ovat vähäisemmät kuin keskimääräisellä vihreän teräksen tuotteella.



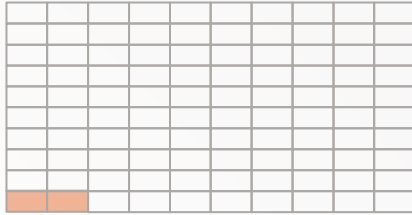
A1 - A3

g CO₂e / kg terästä



Päästövertailu

2%

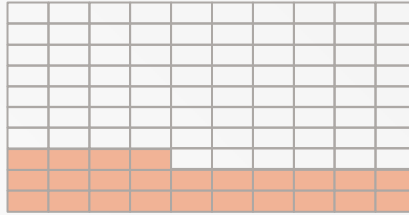


Kierrätysteräs

Kierrätysteräs tuottaa 98 % vähemmän päästöjä valmistusvaiheessa tavalliseen teräkseen verrattuna



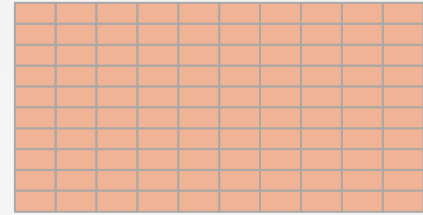
34%



Vihreä teräs

Vihreä teräs tuottaa 66% vähemmän valmistusvaiheen päästöjä kuin tavallinen teräs

100%



Tavallinen teräs

Tavallisen teräksen valmistus on erittäin energiantensiivinen prosessi ja aiheuttaa merkittävästi hiilidioksidipäästöjä



Yhteenveto

Tutkimuksen tulokset osoittavat selkeitä eroja teräksen valmistuksen hiilidioksidipäästöissä eri tuotantomenetelmien välillä.

Kiertotalousteräksen valmistuksen päästöt olivat keskimäärin vain 57 g CO₂e per kilogramma terästä. Tämä johtuu siitä, että kiertotalousteräs on hyödynnettävissä lähes sellaisenaan, eikä sen tarvitse käydä läpi energiaintensiivistä valmistusprosessia. Vihreä teräs valmistetaan pääasiassa uusiutuvilla energianlähteillä ja tehokkailla tuotantoprosesseilla, mutta se vaatii edelleen runsaasti energiaa ja raaka-aineita erityisesti verrattuna kiertotalousteräkseen.

Tavallisen teräksen valmistuksen päästöt olivat huomattavan korkeat, keskimäärin 2469 g CO₂e/kg. Tämä johtuu perinteisestä teräksenvalmistusprosessista, jossa käytetään fossiilisia polttoaineita ja suuria määriä energiaa rautamalmin pelkistämiseen ja sulattamiseen. Tulokset korostavat kiertotalousteräksen ylivoimaista ympäristötehokkuutta verrattuna muihin teräksen valmistustapoihin. Päästöerot ovat huomattavat, ja kiertotalousprosessit tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia vähentää terästuotannon korkeita päästömääriä ja ympäristövaikutuksia.

Yhteenveto ympäristöhyödyistä

Kiertotaloustiili	Kiertotalousbetoni	Kiertotalousteräs
<ul style="list-style-type: none">• - 80 % Biokaasu punatiili• - 87 % Biokaasu vaaleatiili• - 90 % Kalkkihiekkatiili• - 93 % Tavallinen punatiili• - 94 % Tavallinen vaaleatiili	<ul style="list-style-type: none">• - 28 % Vihreä betoni• - 50% Tavallinen betoni	<ul style="list-style-type: none">• - 93 % Vihreä teräs• - 98 % Tavallinen teräs

Kira Circularis

Vertailun tekijä

Karelia ammattikorkeakoulu
Joonas Kainulainen
joona.kainulainen@karelia.fi

Lisätietoa hankkeesta

Projektipäällikkö:
harri.miinin@metropolia.fi
+358405768392

Ilmastoviisas
rakentaminen



Rakentaminen
Karelia



Hankkeen sivut



Kiitos

Kira Circularis -hankkeen toteutusaika on 1.4.2024-31.3.2026 ja sen rahoittaa Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR). Hanke toteutetaan ryhmähankkeena, jossa Metropolia toimii päätoteuttajana. Muut osatoteuttajat ovat Kaakkois-Suomen Ammattikorkeakoulu, Karelia Ammattikorkeakoulu, Oulun ammattikorkeakoulu, Tampereen ammattikorkeakoulu ja Turun ammattikorkeakoulu.



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Lähteet

Tiilet:

Gamle Mursten, kierrätystiilet.

https://www.epddanmark.dk/media/qnynbomw/md-23003-en_rev2.pdf

Genbrugssten, kierrätystiilet.

<https://www.epddanmark.dk/media/1a0bhxw1/md-23007-en.pdf>

Randers Tegl, biokaasu punatiili.

https://www.epddanmark.dk/media/ddftbhc/md-21001-en_vind%C3%B8-teglv%C3%A6rk.pdf

Randers Tegl, punatiili.

https://www.epddanmark.dk/media/uuhdelag/md-24024-en_rev1.pdf

Weber, kalkkiahiekkatiilet.

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1318511-1620399534/EPDer/Byggevarer/Betongvarer/NEPD-2831-1462_KAHI---masonry-units.pdf

Tiileri, vaaleat tiilet.

https://ylermistorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_119_21_rts-epd_119-21_tiileri_kaoliniticclaybrick.pdf

Lähteet

Randers Tegl, biokaasu vaalea tiili.

https://www.epddanmark.dk/media/pmfd2c4f/md-21002-en_vind%C3%B8-teglv%C3%A6rk.pdf

Wienerberger, biokaasu vaalea tiili.

https://www.wienerberger.fi/content/dam/wienerberger/finland/marketing/documents-magazines/technical/epd/EPD%20Wienerberger%20Biogas_EN_Light_Clay_Bricks.pdf

Wienerberger, biokaasu punatiili.

https://www.wienerberger.fi/content/dam/wienerberger/finland/marketing/documents-magazines/technical/epd/EPD%20Wienerberger%20Biogas_EN_Red_Bricks.pdf

Utomhus, kierrätystiilet.

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1353449-1707210298/EPDer/Byggevarer/NEPD-5884-5158_Reclaimed-Bricks.pdf

Strøjer Tegl, vaaleat tiilet.

https://www.wienerberger.se/content/dam/wienerberger/sweden/marketing/documents-magazines/technical/epd/DK_MKT_DOC_FAC_EPD_MD-21047-EN_Yellow-bricks_Vedstaarup.pdf

Strøjer Tegl, punatiilet.

https://www.wienerberger.se/content/dam/wienerberger/sweden/marketing/documents-magazines/technical/epd/DK_MKT_DOC_FAC_EPD_MD-21045-EN_Red-bricks_Vedstaarup.pdf

Lähteet

Tiileri, punatiilet.

https://ylermstorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_118_21_rts-epd_118-21_tiileri_redclaybrick.pdf

Wienerberger, vaalea tiili.

https://ylermstorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_47_20_rtsepd_47-19_wienerberger_vaaleatiili_fi.pdf

Wienerberger, punatiili.

https://ylermstorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_46_20_rtsepd_46-19_wienerberger_punatiili_fi.pdf

Betoni:

Conelement AB, betonielementti.

<https://conelement.se/wp-content/uploads/2022/06/EPD.pdf>

Betoniteollisuus, valmisbetonituotteet.

https://betoni.com/wp-content/uploads/2021/05/Elinkaariarvio_valmisbetonit-1.pdf

Suomen Kovabetoni, betonipalkki.

https://ylermstorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/_RTS%20EPD_Suomen%20Kovabetoni_Column_web.pdf

Suomen Kovabetoni, betoniseinäelementti.

https://ylermstorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/_RTS%20EPD_Suomen%20Kovabetoni_Concrete%20solid%20wall_web.pdf

Lähteet

Holcim, valmisbetoni.

<https://www.holcim.es/sites/spain/files/2023-06/dap-holcim-ecopact-usp.pdf>

Readymix Group, valmisbetoni

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/09b3870f-6834-4175-568e-08da12da9675/Data>

Parma, vähähiilinen betoni.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-0600>

Parma, vähähiilinen betonilaatta.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-0273>

Parma, betonilaatta.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-0274>

Prefabmästarna, vihreä betonilaatta.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-0474>

Betoniteollisuus, jännebetonipalkki.

https://betoni.com/wp-content/uploads/2022/11/LCA_jannebetonipalkki_verifioitu.pdf

A/S Ikast, valmisbetoni.

<https://www.epddanmark.dk/media/qb0j3hli/md-22066-da.pdf>

Lähteet

A/S Ikast, valmisbetoni.

<https://www.epddanmark.dk/media/tiqb2x4i/md-22067-da.pdf>

A/S Ikast, valmisbetoni.

<https://www.epddanmark.dk/media/pljl5w5q/md-22074-da.pdf>

A/S Ikast, valmisbetoni.

<https://www.epddanmark.dk/media/xcodnuw1/md-22075-da.pdf>

Pielisen Betoni, ontelolaatta.

https://ylermistorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_206_23_RTS_206_23%20Pielisen-Betoni-hollow-core-slab-EPD.pdf

Suomen Kovabetoni, betonipalkkituotteet.

https://ylermistorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_270_24_RTS%20EPD_Suomen%20Kovabetoni_Beams_web.pdf

Suomen Kovabetoni, ontelolaatta.

https://ylermistorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_273_24_RTS%20EPD_Suomen%20Kovabetoni_Hollow-core%20slabs_web.pdf

Suomen Kovabetoni, eristetty betoniseinä.

https://ylermistorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_274_24_RTS%20EPD_Suomen%20Kovabetoni_Insulated%20concrete%20wall_web.pdf

Lähteet

Rudus, vihreä sisäkuorielementti.

<https://www.rudus.fi/Download/34900/Rudus%20Ymp%C3%A4rist%C3%B6seloste%20EPD%20Eristetty%20sis%C3%A4kuorielementti,%20Vihre%C3%A4%20Betoni,%20Savonlinna.pdf>

Rudus, vihreä sandwich-elementti.

<https://www.rudus.fi/Download/34902/Rudus%20Ymp%C3%A4rist%C3%B6seloste%20EPD%20Sandwich-elementti,%20Vihre%C3%A4%20Betoni,%20Savonlinna.pdf>

Recycon, kierrätysbetoni.

<https://www.epddanmark.dk/media/fwjmnw2h/md-23145-en.pdf>

Unicon A/S, valmisbetoni.

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1351113-1709043876/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-5328-4652_UNI-GREEN-BETON--C30-37-Moderate-Environmental-Exposure-Class-%281%29.pdf

Unicon A/S, valmisbetoni.

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1351104-1709044421/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-5331-4649_UNI-GREEN-BETON--C12-15-Passive-Environmental-Exposure-Class-%281%29.pdf

Unicon A/S, valmisbetoni.

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1351101-1709044385/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-5332-4648_UNI-GREEN-BETON--C16-20-Passive-Environmental-Exposure-Class-%281%29.pdf

Lähteet

Unicon A/S, valmisbetoni.

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1351095-1709044303/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-5335-4645_UNI-GREEN-BETON--C35-45-Passive-Environmental-Exposure-Class-%281%29.pdf

Unicon A/S, valmisbetoni.

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1351083-1709044221/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-5339-4641_UNI-GREEN-BETON--C30-37-Passive-Environmental-Exposure-Class-%281%29.pdf

Teräs:

SSAB, teräslevy.

https://www.ssab.com/-/media/files/company/sustainability/environmental-product-declaration/1021epdssab2022-alabama-and-ssab-iowa-consolidated-steel-plate.pdf?m=20220911232226&_gl=1*ier3v3*_up*MQ..*_ga*MTEzNjY4MzIyMi4xNzI1OTY0NDE3*_ga_P73DB0D2PK*MTcyNTk2NDQxNi4xLjAuMTcyNTk2NDQxNi4wLjAuOTk5NzE2OTYz*_ga_ISF6K3BNKE*MTcyNTk2NDQxNi4xLjAuMTcyNTk2NDQxNi4wLjAuMTUIMzY3MTk2MA

Cleveland Steel & Tubes, kierrätysteräspuutket.

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/e109970b-698a-4b94-62ba-08dc83e1a1fa/Data>

Cleveland Steel & Tubes, kierrätysteräspalkit.

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/5a467d9e-6fef-49f0-62b8-08dc83e1a1fa/Data>

Lähteet

Hadley Group, vähähiilinen teräs.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-1288>

Lindab, vähähiilinen teräs.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-0266>

EMR, uudelleenkäytettävä teräs.

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/aa58a1f6-0942-46ef-838b-08da8407a855/Data>

Nordec, teräsrakenne.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-0500>

Nordec, vihreä teräs.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-0431>

Norstal, vihreä teräs.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-0646>

Västsvenska Stålkonstruktioner AB, teräsrakenteet.

<https://manage.epdhub.com/?epd=HUB-1340>

Stena Stål AB, kierrätysteräs.

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/337186d8-ddf9-4f62-8fb8-08dc3c72202b/Data>

Lähteet

Jindal, vihreä teräs.

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/416a43c0-453e-4066-5454-08dc2e3a662b/Data>

Give Steel, vihreä teräs.

https://www.epddanmark.dk/media/jvjf0eq4/md-20047-en_rev1.pdf

Triplan A/S, profiiliteräs.

<https://www.epddanmark.dk/media/t0snjcbs/md-23204-en.pdf>

SSAB, terästuotteet.

https://www.epd-norge.no/getfile.php/135298-1632857353/EPDer/Byggevarer/St%C3%A5lkonstruksjoner/NEPD-475-331-NO_Structural-hollow-sections--precision-tubes--line-pipes--steel-sections-and-piles.pdf

Nordec, rakenneteräs.

https://ylermistorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_67_20_rts-epd_67-20_nordecoy_welded-and-painted-structural-steel-products_european-steel-material.pdf

Nordec, rakenneterästuotteet.

https://ylermistorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_68_20_rts-epd_68-20_nordecoy_welded-and-painted-structural-steel-products_ssab-steel-material.pdf

Maru, rakenneteräs.

https://ylermistorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_157_22_RTS_157_21%20EPD_Maru-Metall_21.03.2022_ENG.pdf

Lähteet

Weckman Steel Oy, kantavat rakenteet.

https://ylermstorage.blob.core.windows.net/externalfilesprod/RTS_193_22_RTS_193_22%20WECKMAN-STEEL-EPD-RTS.pdf

Serfas, vihreä teräs.

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/3ce9001b-a4f2-4d96-f4f9-08dbfbf67387/Data>

SWT, vihreä teräs.

https://www.stahlwerk-thuringen.de/files/17EA0F6B493/SWT_Green_Steel_EPD.pdf?randID=191DBB98C6F

Xcarb, vihreä teräs.

<https://epd-online.com/PublishedEpd/Download/16736>

Teksti:

Esityspohja, kuvat ja kuvakkeet:

<https://slidesgo.com>

<https://www.flaticon.com>

<https://www.freepik.com>

Tilastokeskus, GWP-kertoimet.

https://www2.stat.fi/meta/kas/gwp_kertoimet.html

Lähteet

Ympäristöministeriö, rakentamisen elinkaaren vaiheet (s.13)

https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf/1f3642e1-5d58-8265-40c1-337deeab782d/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf?t=1603260760602

Tiili-Info, Tiilien valmistus.

<https://tiili-info.fi/tiili-materiaalina/vastuullisuus-ja-ymparisto/>

Omataloyhtiö, Kahitiilien valmistus.

<https://omataloyhtio.fi/artikkelit/mika-kahi-tiili-on-ja-mista-se-valmistetaan/>

Wienerberger, vähähiilinen tiilituotanto

<https://www.wienerberger.fi/vastuullisuus/yritys--ja-ympaeristoevastuu/vahahiilinen-tiilituotanto.html>

Betoni, betonin kierrätys.

<https://betoni.com/perustietopaketti/ekologisuus/kierratys/>

Betoni, betonin valmistus.

<https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>

Kivifaktaa, vihreä betoni.

<https://kivifaktaa.fi/huomisen-suomi/vihreabetoni/>

Lähteet

Asp, Emmi. Uusiobetonin käyttö rakentamisessa (s20).

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/119173/AspEmmi.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Teräsrakenneyhdistys, Terästuotteiden hiilijalanjälki.

https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/1043/59c7ab2/Teraksen_hiilijalanjalki.pdf

Teknologiaateollisuus, Teräskirja.

https://teknologiaateollisuus.fi/sites/default/files/teraskirja_flip/mobile/index.html

Lapin AMK, Terästeollisuus vihreässä kehityksessä.

<https://www.lapinamk.fi/blogs/Terasteollisuus-vihreassa-kehityksessa/0q5cunco/fb5fbf08-6673-41b7-a66e-801082bd1f64>

Teräsrakenneyhdistys, Terästuotteiden hiilijalanjälki.

<https://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/teras/co2-ja-kiertotalous/terasrakenteiden-uudelleen kaytto/>

Dintoolsteel, Teräksen laadun testausmenetelmät.

<https://m.fi.dintoolsteel.com/info/methods-of-testing-the-quality-of-steel-74526932.html>

Bing, tekoälykuvat.

<https://www.bing.com/images/create>
