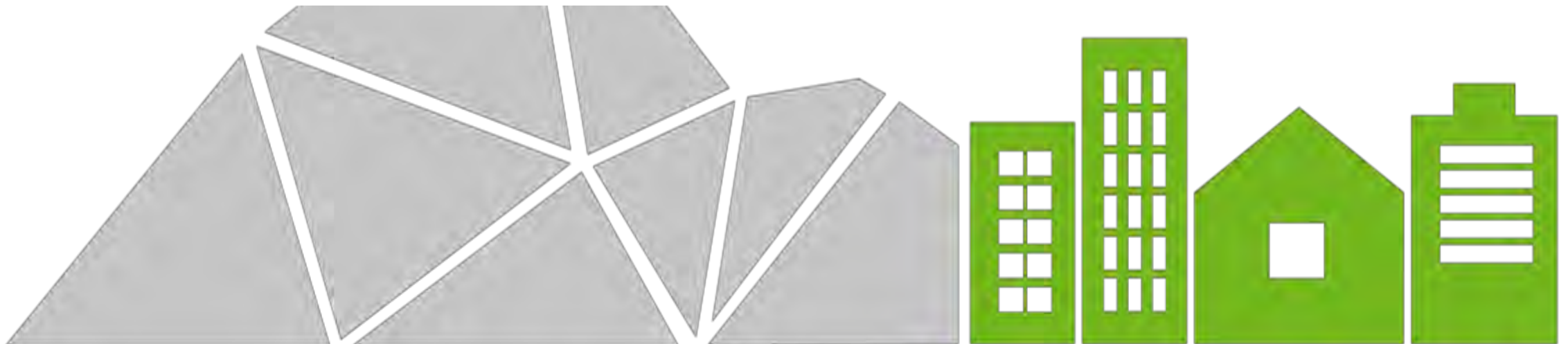


Betonin hiilensidonta ja kiertotalous

Tommi Kekkonen
Projektipäällikkö
Betoniteollisuus ry

Tiina Kaskiaro
Tuoteryhmäpäällikkö
Rakennusteollisuus RTT ry

Jussi Mattila
Toimitusjohtaja
Betoniteollisuus ry



Kivirakentaminen on noin 15 Mt/a ja 1,5 Mrd €/a

BETONIA – tiiltä – kevytsoraa – laasteja

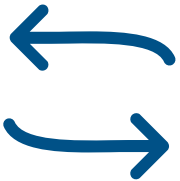




**Kotimaisista raaka-aineista,
kotimaisella työllä**



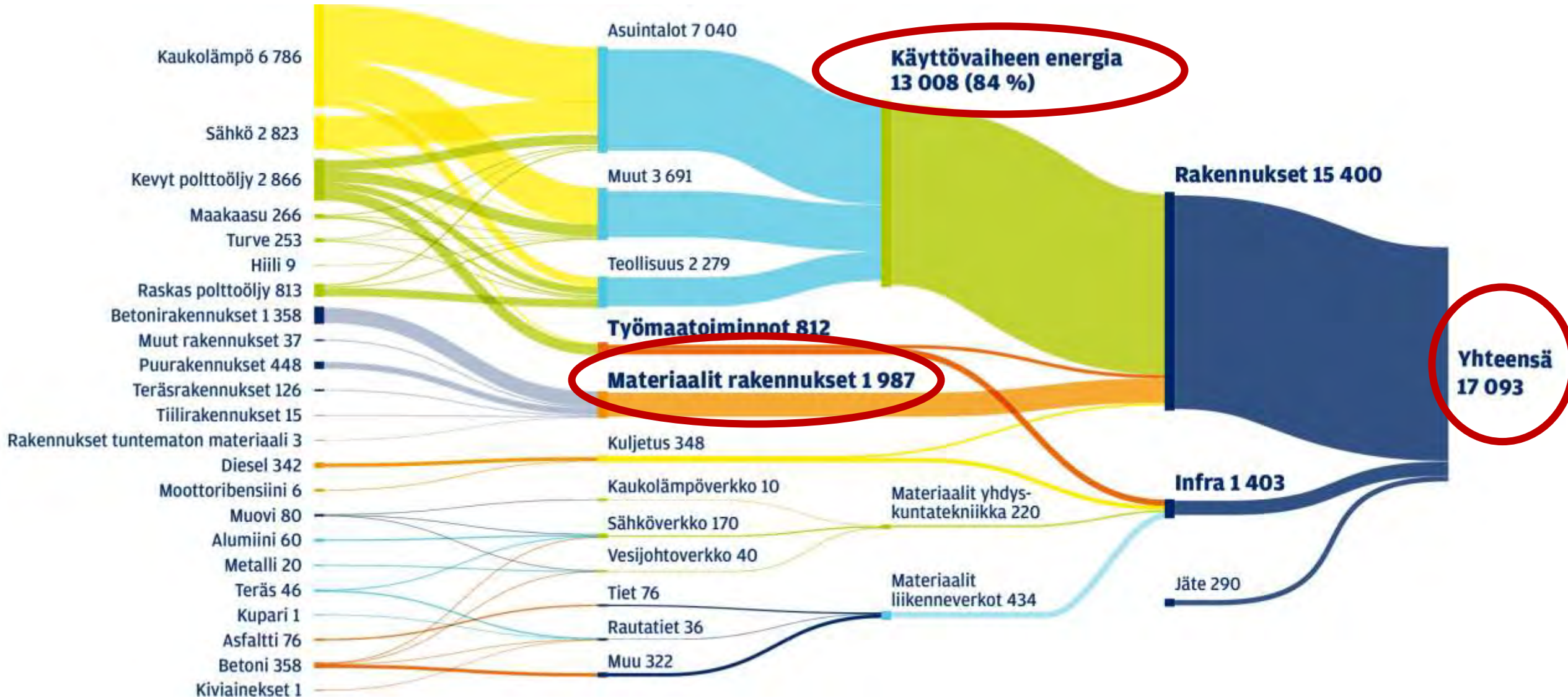
**Noin 200 tehdasta
ja 5 000 työntekijää**



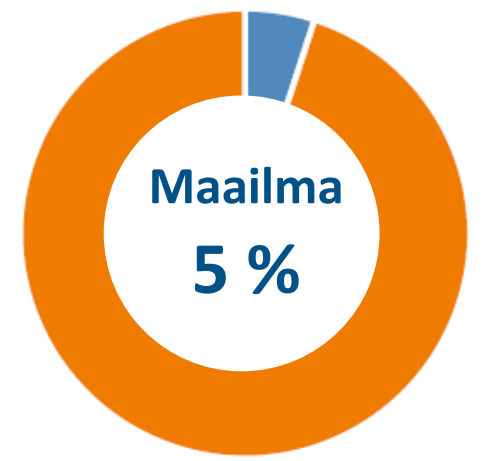
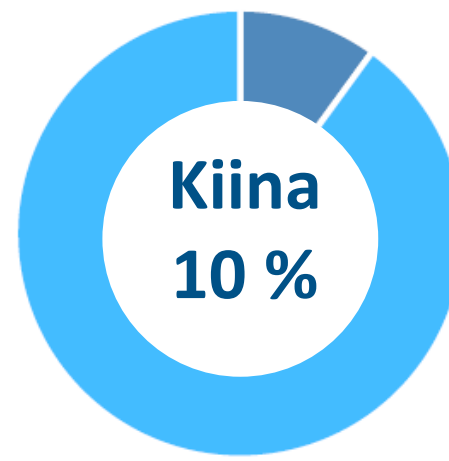
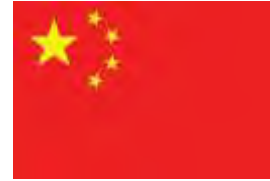
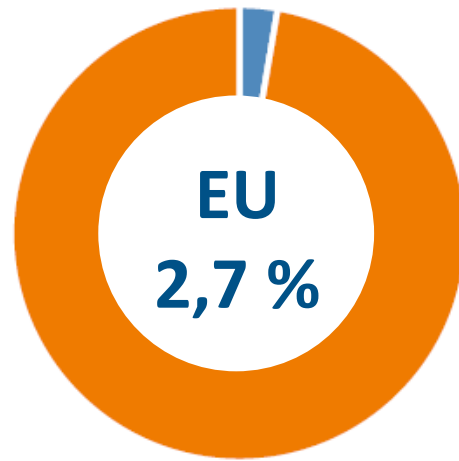
**Vienti ei ole suuri mahdollisuus,
eikä tuonti merkittävä uhka (n. 3 %)**



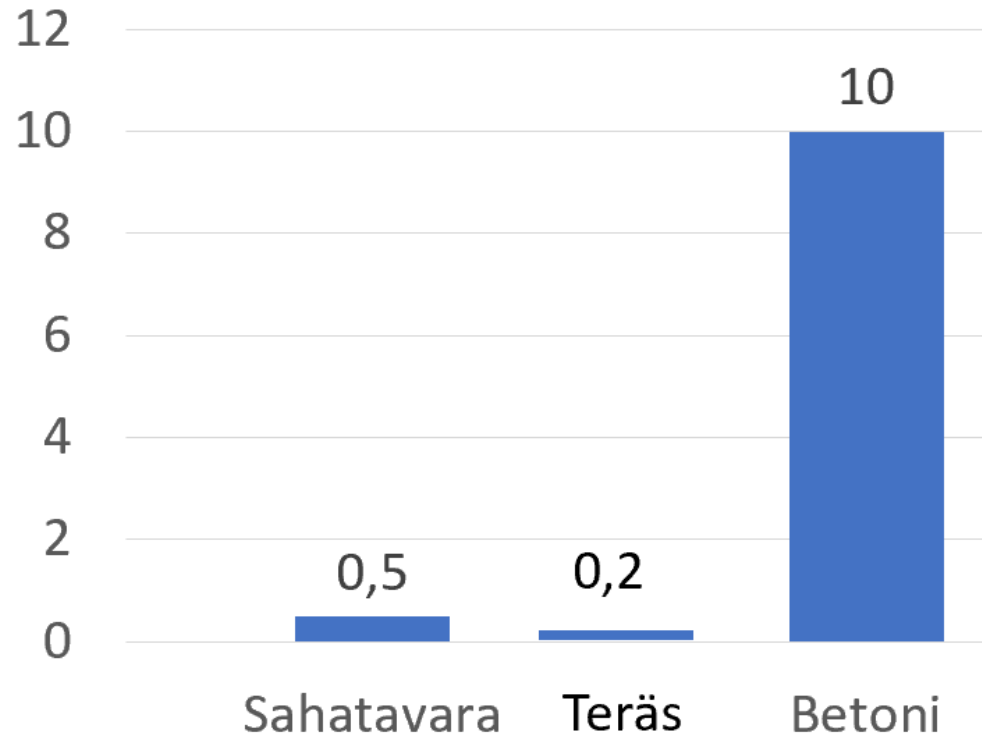
Rakennetun ympäristön hiilijalanjälki



Sementtiteollisuuden osuus kasvihuonekaasupäästöistä



Materiaalien globaalit tuotantomäärät, mrd m³/v



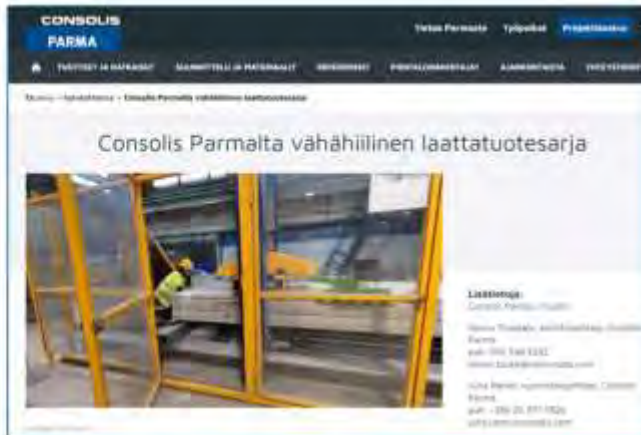
Betonia ei ole mahdollista korvata muilla materiaaleilla. Rakentamisen materiaalipäästöjä pienennetään alentamalla betonirakentamisen päästöjä.

¹ FAO

² World Steel Association

³ International Energy Agency IEA

Markkinoille tulvii vähähiilisiä kivirakentamisen tuotteita



Lujabetoni näyttää tietä kohti hiilineutraaliutta – uusi vähähiilinen betoni leikkaa CO2-päästöt puoleen

Vahva betonio

Lujabetoni Oy on johtava betoniteollisuuden menestyksellisen avaintekijä. Innovatiivisuudemme, teknologiamme ja asiakaslähtöisyytemme on aina ollut jatkuvasti ensi-muuttoa valmiina. Laadukkaampaa, kestävämpää ja...

1/2 POIS CO₂ PÄÄSTÖISTÄ

Lujabe



Betonirakentamisen ympäristöloikka – ekotehokas uutuusbetoni puolittaa päästöt



KIITOS!



KIVIRAKENTAJAT

Jatkamme siitä mihin luonto lopetti

Tiina Kaskiaro
Tuoteryhmäpäällikkö
Rakennustuoteteollisuus RTT ry

Tiina.kaskiaro@rakennusteollisuus.fi

Jussi Mattila
Toimitusjohtaja
Betoniteollisuus ry

jussi.mattila@rakennusteollisuus.fi

Betonin toisen elämän monet muodot

Tiina Kaskiaro, Betoniteollisuus ry



BETONIJÄTE: ONGELMA VAI POTENTIALIAALI?

Mitä lupia kierrättämiseen tarvitaan? Minkä säädösten mukaan tulee toimia?

- * Betonin kierrätys on Suomessa markkinaehtoista. Sitä ei tueta yhteiskunnan varoin.
- * Vaikka betonimurskeesta tehdyn uusiokiviaineen hyödyntämisen luvanvaraisuutta on kevennetty, sitä vaikeuttaa edelleen kierrätysmurskeen luokittelu jätteeksi.
- * Betonimurske säilyttää aina jätestatuksen vaikka se olisi jalostettu, ympäristökelpoinen ja CE-merkitty.
- * Ympäristönsuojelulaki: jätteen laitos- tai ammattimaisessa hyödyntämisessä on oltava ympäristölupa (lukuun ottamatta poikkeuksia, jotka on mainittu MARA-asetuksessa).
- * MARA-asetus: Betonimursketta voidaan käyttää päällystetyssä tai peitetyssä rakenteessa ilmoitusmenettelyllä, kun asetuksessa esitetyt vaatimukset täyttyvät. Peittäminen tarkoittaa rakenteen suojaamista vähintään 10 cm paksuisella kerroksella luonnon kiviaineista.
- * Rakennustuoteasetus: Valtaosa rakennustuotteista kuuluu jonkin eurooppalaisen harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan ja on siten CE-merkittävä. Markkinavalvontaviranomaisten tulkinnan mukaan tämä velvoite koskee myös käytettyjä rakennustuotteita, jotka purkamisen jälkeen saatetaan uudelleen markkinoille
- * CE-merkinnän perusteena käytettävät standardit on laadittu ainoastaan uudistuotantoa ajatellen, joten niiden soveltaminen edellyttää tuotteen valmistuksenaikaisia varmentamistoimia. Standardien soveltaminen jo kertaalleen käytettyyn ja uudelleenkäytettävään tuotteeseen on mahdotonta.

TUOTTEIDEN UUDELLEENKÄYTTÖ

1. Rakenneosien uusiokäyttö tai käyttötarkoituksen muutos
2. Uusiokäyttö materiaalina tai runkoaineena
3. Murretut / Leikatut palaset
4. Murske
5. Muiden kierrätysmateriaalien käyttö tuotteissa



Kaisatalo, Helsinki, 2012



Kummatin lähiö, Raahe



Upcycle studios, Ledanger group, Kööpenhamina

2019



High Line, New York, 2011



2. Uusiokäyttö materiaalina tai runkoaineena



The Queen Elizabeth Olympic Park, 2012, Lontoo



Uusiomateriaalituotteet

- * Betonituotteita ja valmisbetonia, joissa enintään 30 % kiviaineksista on korvattu kierrätysbetonimurskalla



Puolustusvoimille valmistettavat PV-Betonimoduulit

- * Tuotteeseen käytetään ainoastaan muuten hukkaan menevää betonia, eli tehtaiden ylijäämiä



3. Murretut / Leikatut palat



Urban Outfitters Headquarters Philadelphia Navy Yard D.I.R.T. Studio



Orange County Great Park, California

Ken Smith Landscape Architect



Northaven, Kööpenhamina



4. Murskeena



Betoni murskeena vaativissa maanrakennuskohteissa



Kivikon Pyöräkrossiparkki – BMX rata 2012, Helsinki



Ruduksen kierrätysasema, Kivikko



Sipoonlahden koulu



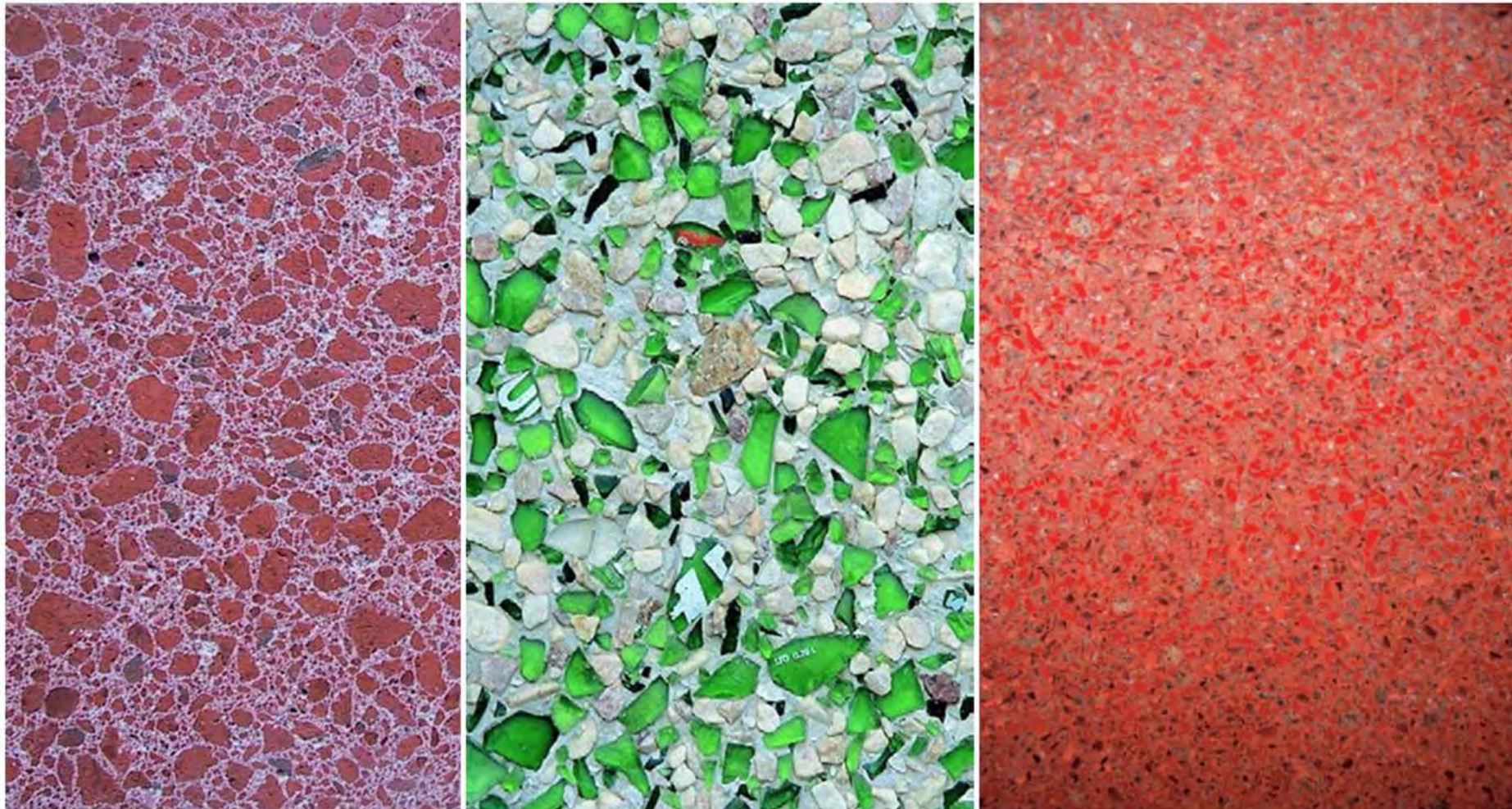
Kierrätyskevytsorabetonimuske viherkatoilla



Kierrätyspiste, Memphis



5. Kierrätysmateriaalien käyttö tuotteissa



Kierrätystuotteet betonissa



Tuleva sääntely

Valtioneuvoston asetus arviointiperusteista sen määrittämiseksi milloin betonimurske lakkaa olemasta jätettä

- * Tavoiteaikataulu 05/22
- * Rakennusala on odottanut pitkään ”Betonimurske-EOW-asetusta” (EOW = End of waste = ei enää jätettä). Sädöksen toivotaan avaavan merkittäviä uusia liiketoimintamahdollisuuksia rakennusalalle.
- * Kyseessä on ensimmäinen kansallinen EOW-asetus.
- * Ei enää jätettä -tarkastelut ovat kiertotalouden ytimessä. Tavoitteena on keventää sääntelyä ja sujuvoittaa toimintaa.

CO₂NCRETE
SOLUTION

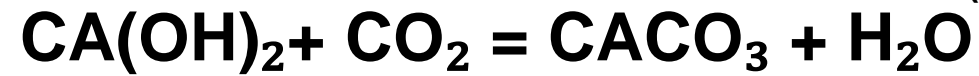


CO₂NCRETE SOLUTION PRESENTS

BETONIN HIILENSIDONTA
ELINKAAREN ERI VAIHEISSA

KARBONATISOITUMINEN

KALSIUMHYDROKSIDI + HIILIDIOKSIDI -> KALSIUMKARBONAATTI (=KALKKIKIVI)



(SEMENTIN VALMISTUS: $\text{CaCO}_3 + \text{LÄMPÖ} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$)

1. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$
2. $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \quad \text{pK}_a=6,35$
3. $\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \quad \text{pK}_a=10,33$
4. $\text{Ca(OH)}_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
5. $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3$

<https://concretesolution.fi/betoniko-hiilinielu/>

STATE-OF-THE-ART - KIRJALLISUUSTUTKIMUS

- Kerättiin tehtyjä tutkimuksia betonin hiilensidonnasta ja karbonatisaatiosta
- Selvitettiin laskentatapoja sitoutuneelle hiellelle
- <https://concretesolution.fi/tutkimustuloksia-maailmalta-betoni-on-hiilinielu/>

- Saavutettiin perusta koko projektin jatkolle
- Conclusion:

Betoni on suuri hiilinielu/pysyvä hiilivarasto

Reference	Absorption		Time		Point of View
	Calcination	Total	Service life	Post demo	
Andersson & al., 2013	27 %	17 %	x	-	LCA
Byrne & Nolan, 2016	15 %	9 %	8 weeks	-	-
Collins, 2013	55-65 %	34-41 %	x	x	LCA
Engelsen & al., 2005	60-80 %	38-50 %	x	x	LCA
Engelsen & al., 2016	24 %	15 %	100 a	100 a	Present
Engelsen & Justnes, 2014	24 %	15 %	100 a	100 a	LCA
Felix & Possan, 2018	74 %	46 %	70 a	30 a	LCA
Fitzpatrick & al., 2015	16 %	10 %	100 a	-	LCA
Jacobsen, 2001	11 %	7 %	x	x	Present
Kaliyavaradhan & Ling, 2017	53 %	33 %	x	x	LCA
Kikuchi & Kuroda, 2010	38 %	24 %	x	3 months	LCA
Kim & Chae, 2016	16,5 %	11,2 %	40 a	-	LCA
Kjellsen & al., 2005	57 %	30 %	70 a	30 a	LCA
Leemann & Hunkeler, 2016	8-21 %	8-21 %	x	x	LCA
Piqueras & Gonzales, 2014	35 / 75 %	22 / 47 %	x	x	LCA
Possan & al., 2016	40-90 %	40-90 %	70 a	30 a	LCA
Xi & al., 2016	43 %	27 %	35-70 a	x	Present
Zhang & Wang, 2014	27-50%	17-31 %	85-115 a	-	LCA



SUOMEN BETONIKANNAN SITOMA HIILI

- Kirjallisuudesta selvisi betonin määrän analysoinnin tärkeys; suurin osa tutkimuksista varsin kevyitä tältä osin ja Suomessa hyvä tilastointi ja osaaminen mahdollisti poikkeuksellisen tarkan betonikantamallinnuksen.
- Teetettiin hiilensidontaan liittyvien parametrien kautta poikkeuksellisen tarkka analyysi betonin määrästä Suomessa
- Suomessa on betonirakenteita n. 330 miljoonaa kuutiota
- Vuosittain betonia puretaan n. 1,5 miljoonaa kuutiota

SUOMEN BETONIKANNAN SITOMA HIILI

- Suomen betonikanta sitoo pysyvästi 3,5 miljoonaa tonnia hiilidioksidia
 - Tämä on luokkaa 10 % betonikannan kalsinoinnin päästöistä
- Betonikannan vuotuinen hiilinielu on 56000 tonnia hiilidioksidia
 - Tämä on luokkaa 7 % Suomen sementtiteollisuuden päästöistä
- Purettavan betonin hiilinielupotentiaali on 76000 tonnia hiilidioksidia vuodessa

CO₂ NCRETE SOLUTION

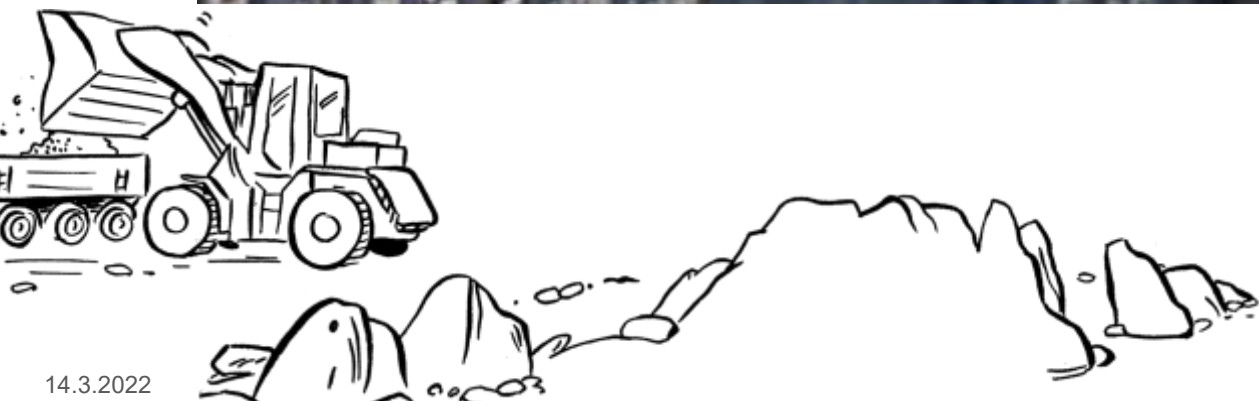
	SFS EN 16757:2017		
Kunta	Hiilivarasto [t_CO2]	Hiilinielu avg [t_CO2/a]	Poistuman CO2 abs. Pot. [t_CO2/a]
Joensuu	48023	765	807
Kotka	38947	526	610
Kouvola	65295	880	913
Lahti	83288	1197	1238
Lappeenranta	50571	774	1109
Pori	59345	802	662
Seinäjoki	43404	792	394
Tampere	148529	2458	2286
Turku	124885	1801	1895
Vantaa	155163	2940	3610
Suomi	3510091	55990	75856

UUSI MITTAUSMENETELMÄ (TG/DSC/MS + AMS)

- Pystytään määrittämään betoniin sitoutuneen hiilidioksidin määrä, ilman tarkkaa tietoa näytteen alkuperäisistä ominaisuuksista
- Hiiltä voi esiintyä betonissa myös lisätyn kalkkikiven (sementtiin tai betoninvalmistuksessa) takia sekä kiviaineksen sisältämien karbonaattien mukana
- Käytetty yhdistelmä: TG/DSC/MS + AMS
 - Termogravimetrialla määritetään betoniin sitoutuneen hiilen määrä
 - Kiihdytetyllä massaspektrometrialla selvitetään ilmakehästä sitoutuneen hiilen suhde kokonaishiilipitoisuuteen
- Testinäytteenä käytettiin pihakiveä 90-luvun alusta, joka oli sitonut hiilidioksidia 17,1 kg/t
 - Teoreettinen maksimi n. 40 kg/t

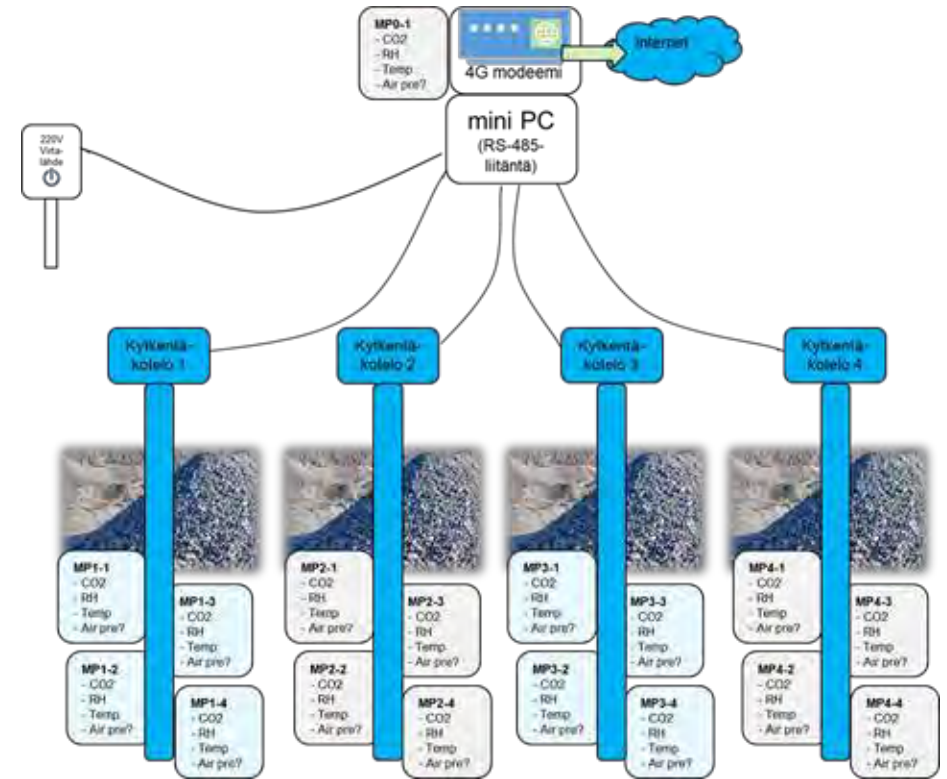


BETONIN KIERRÄTYSVAIHEEN MERKITYS



TOPINPUISTO - TURKU

- "The mother pilot"
 - Mitataan murskekasassa CO₂-pit., kosteus ja lämpötila ilmarajapinnanetäisyydenfunktiona
 - 0-45 mm, sheltered/unsheltered
 - 20-45 mm, sheltered/unsheltered
 - Mitataan ajan päästä sitoutuneen hiilidioksidin määrä kappaleista mittasyvyyksillä
 - Saadaan tieto kasan olosuhteista; karbonatisaatio-parametrit syvyyden funktiona
- Pystytään soveltamaan käytännössä kaikkiin varastointi- ja loppukäyttögeometrioihin



TOPINPUISTO

1.9.2021 →



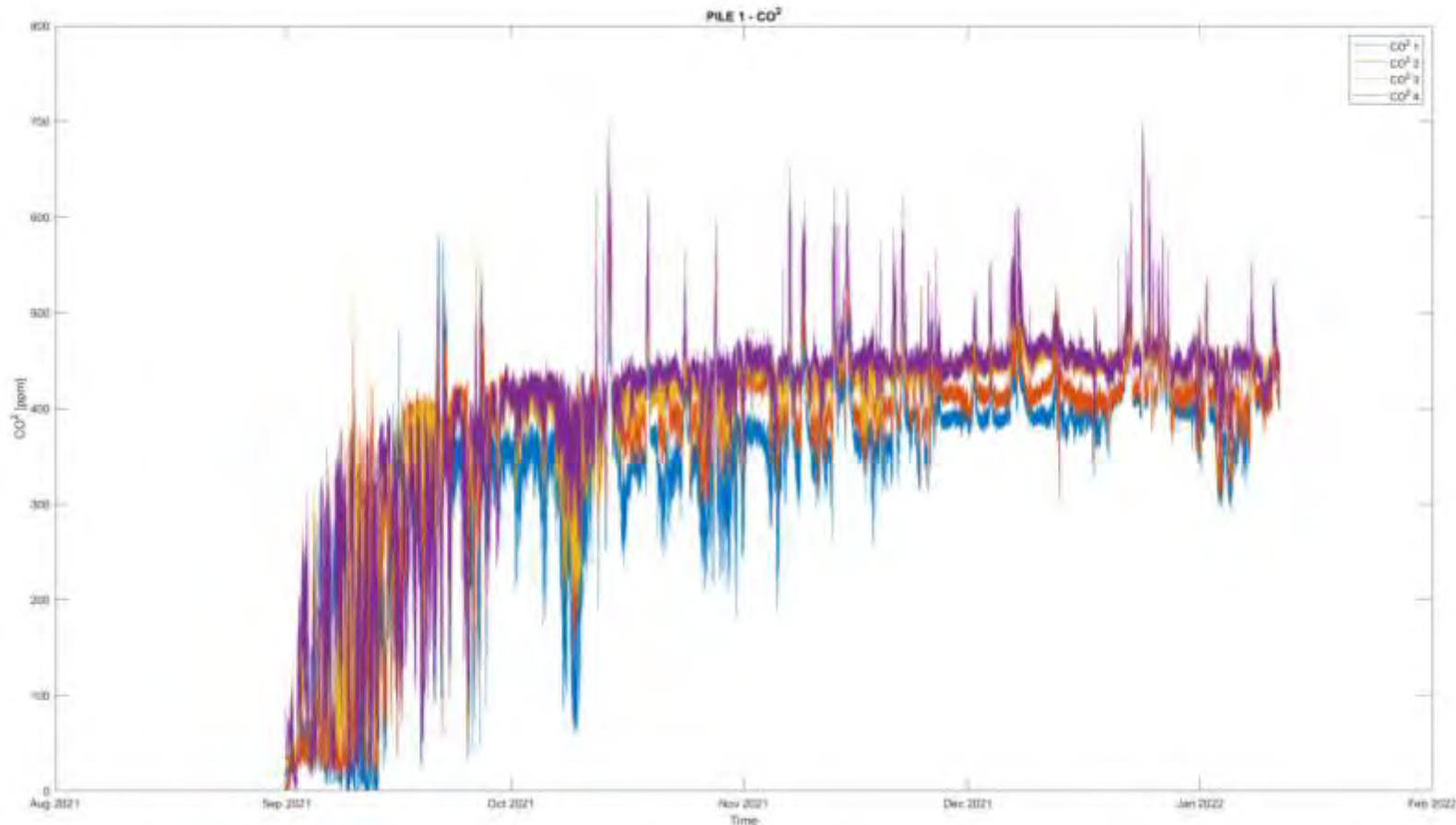
TOPINPUISTO



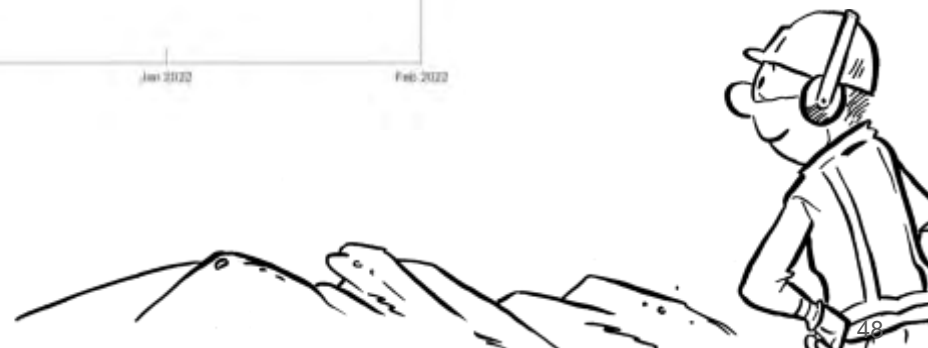
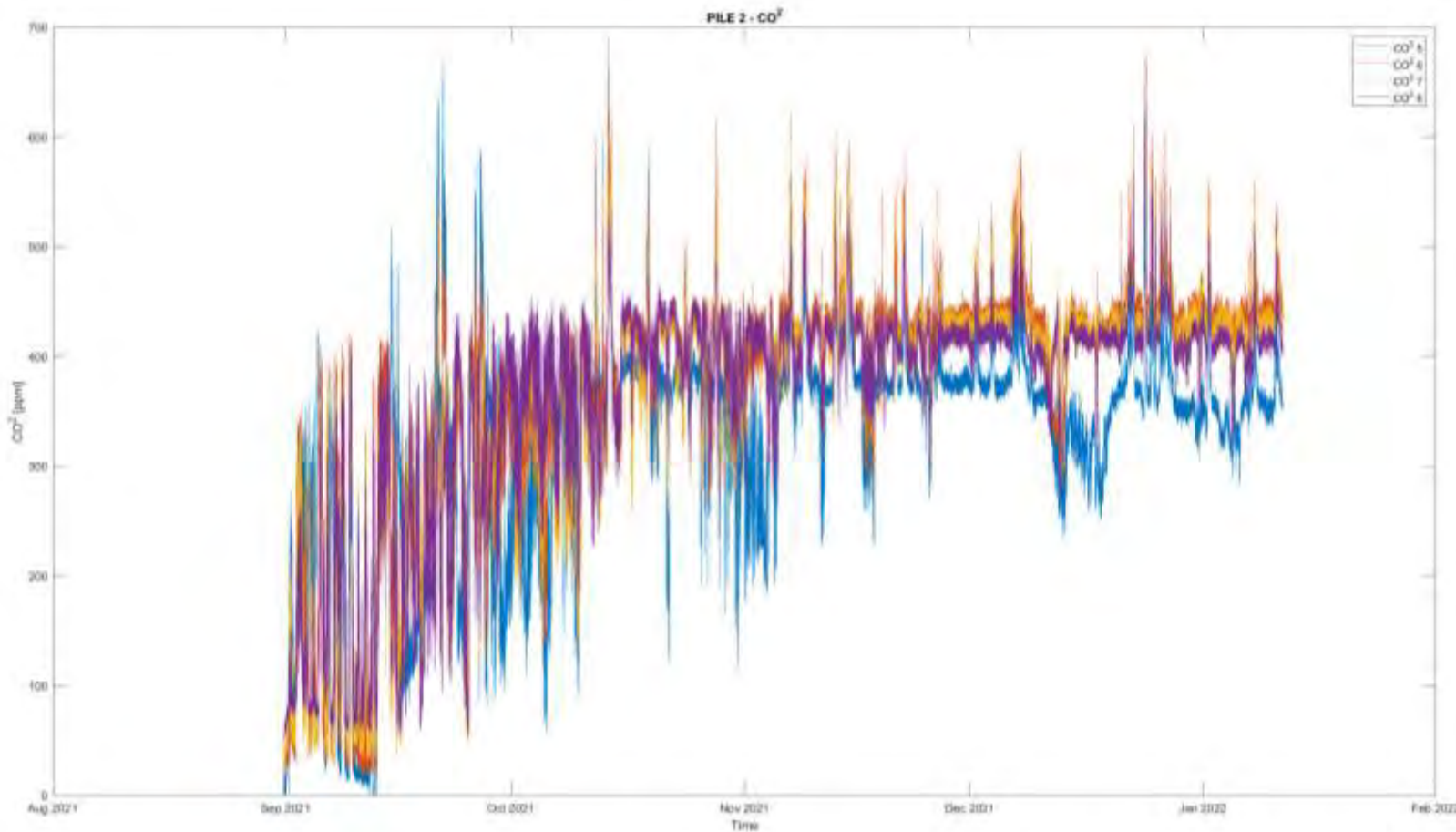
TOPINPUISTO



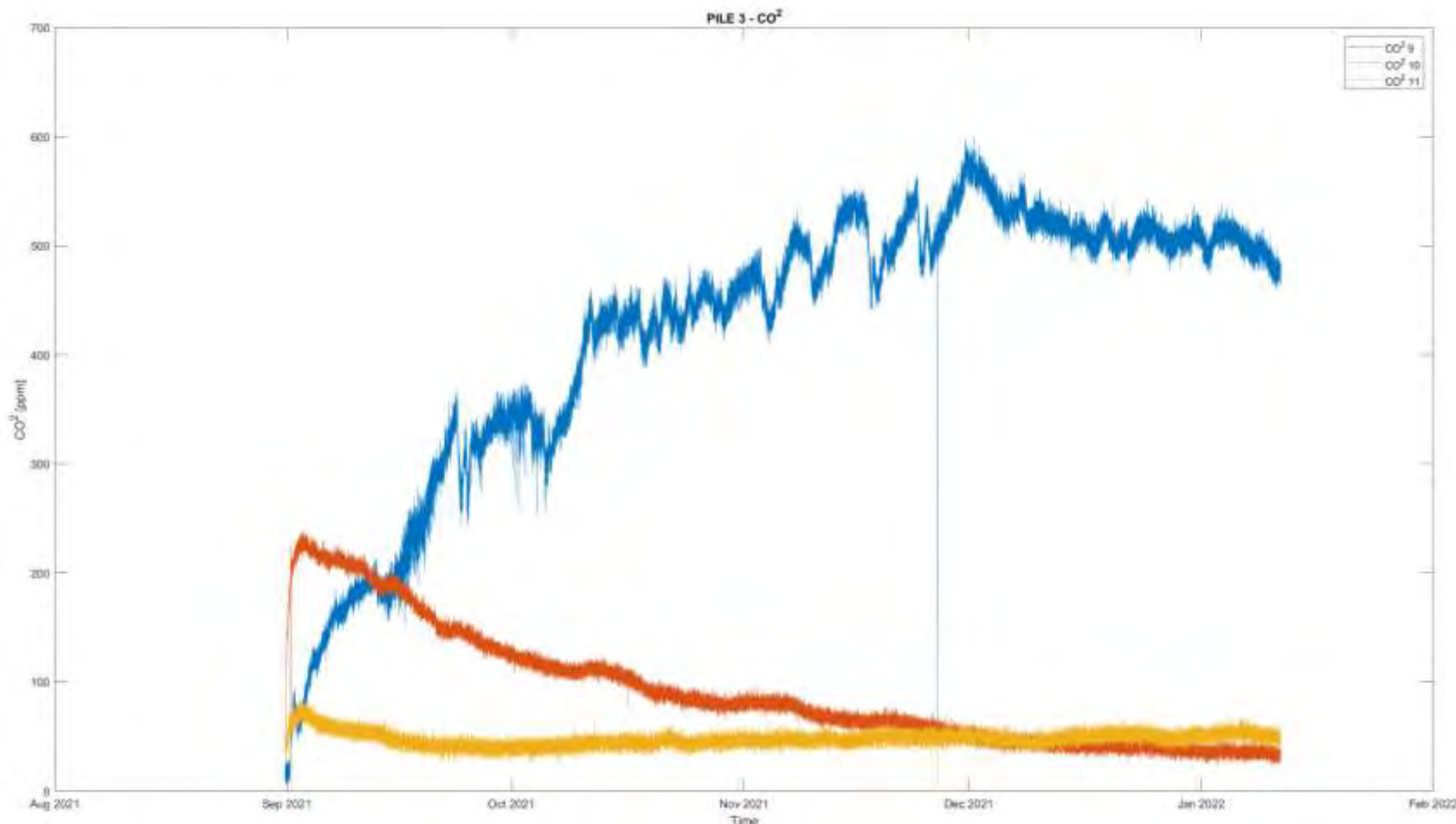
PILE 1: SEULOTTU/KATTAMATON



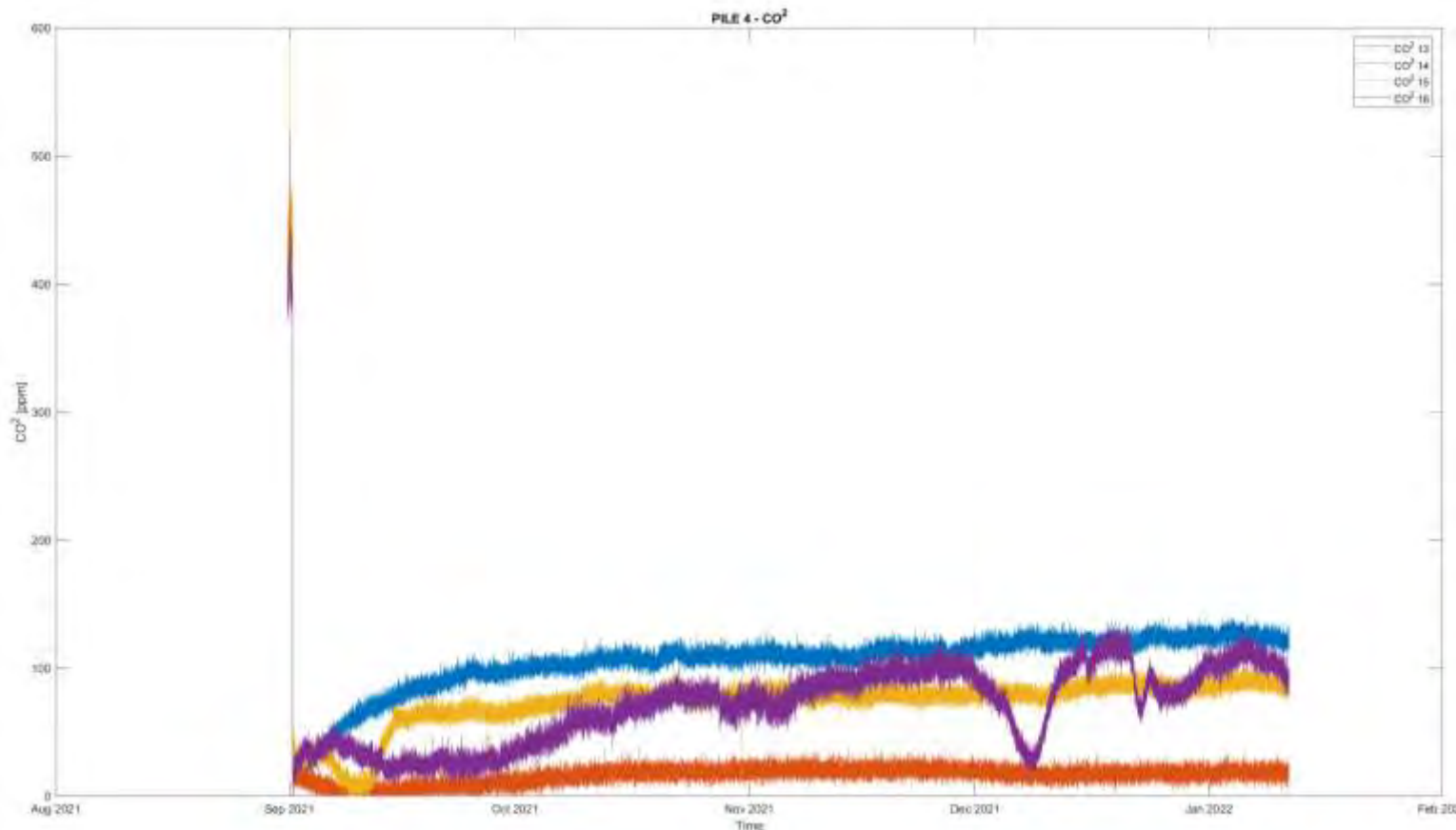
PILE 2: SEULOTTU/KATETTU



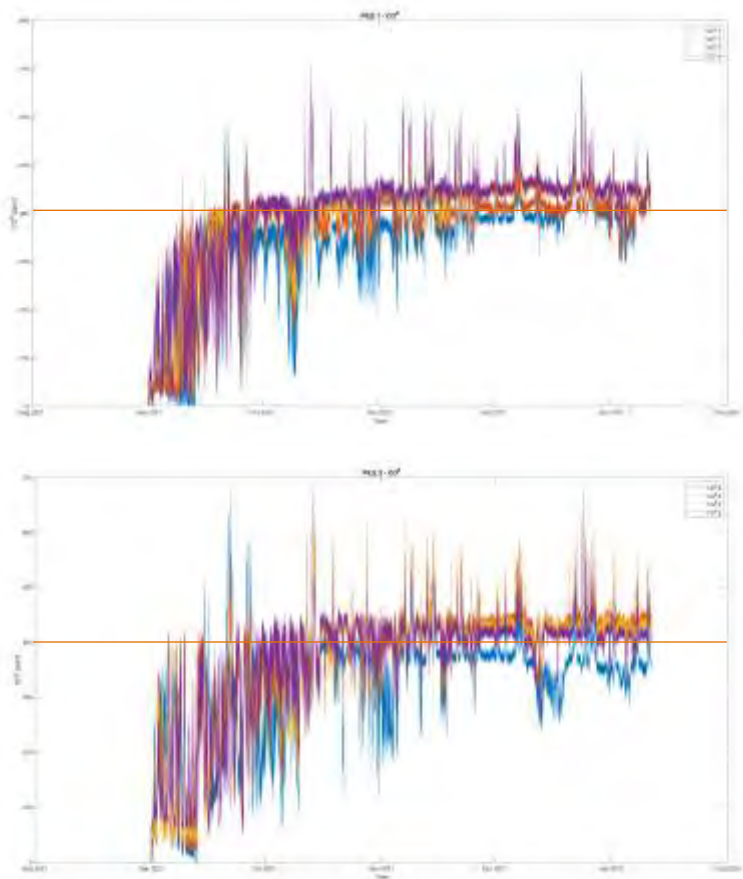
PILE 3: SEULOMATON/KATETTU



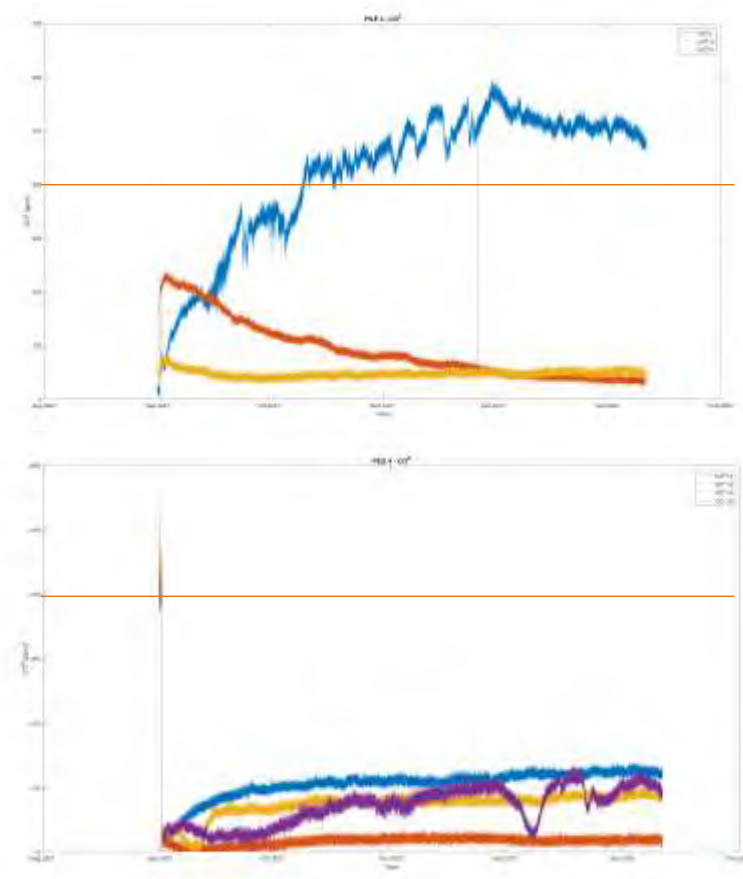
PILE 4: SEULOMATON/KATTAMATON



Seulottu

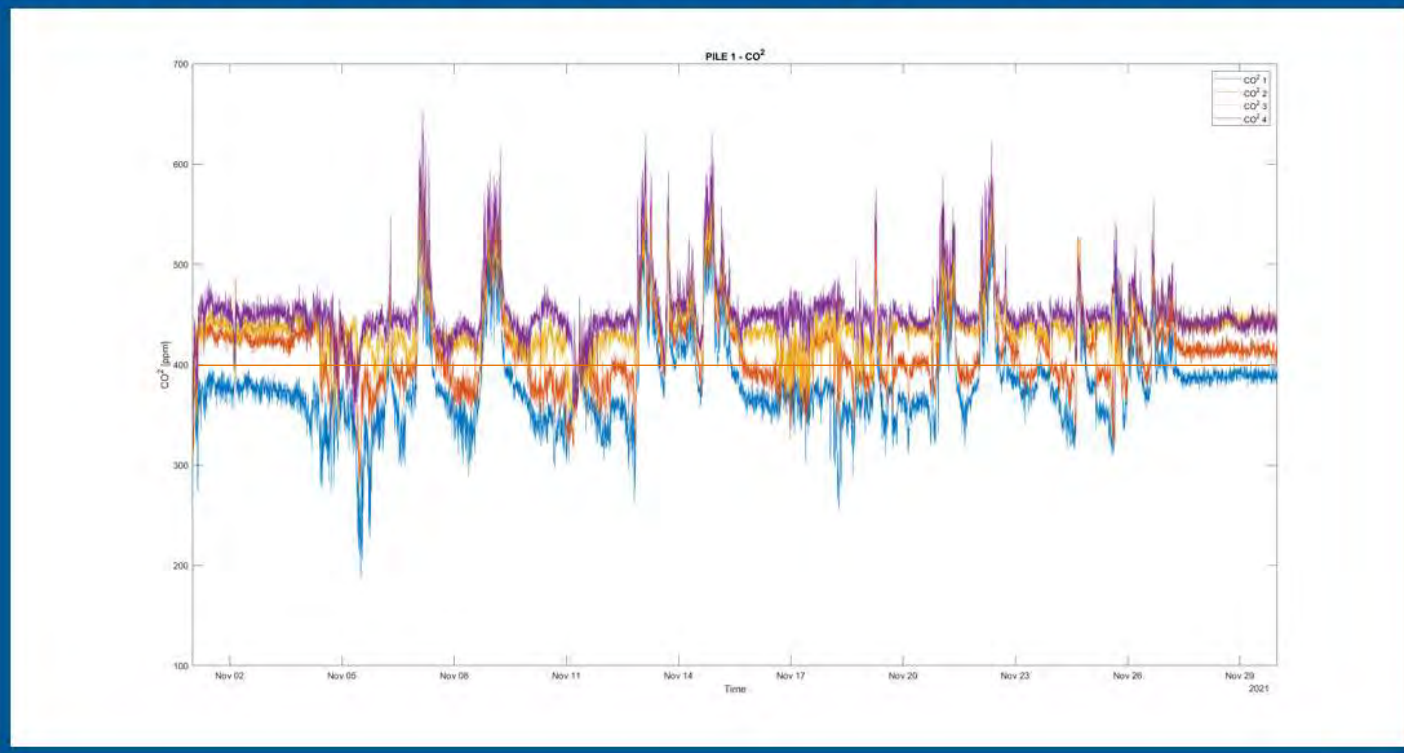


Seulomaton

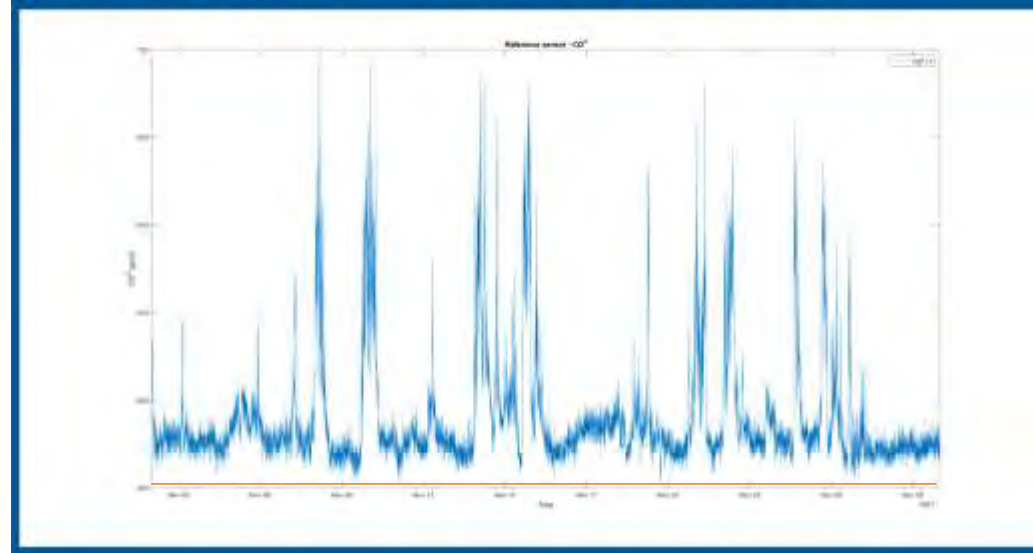


SEULOTTU KASA, MARRASKUU

PILE 1 - CO²-Sensors – November 2021



REF - CO²-Sensor – November 2021



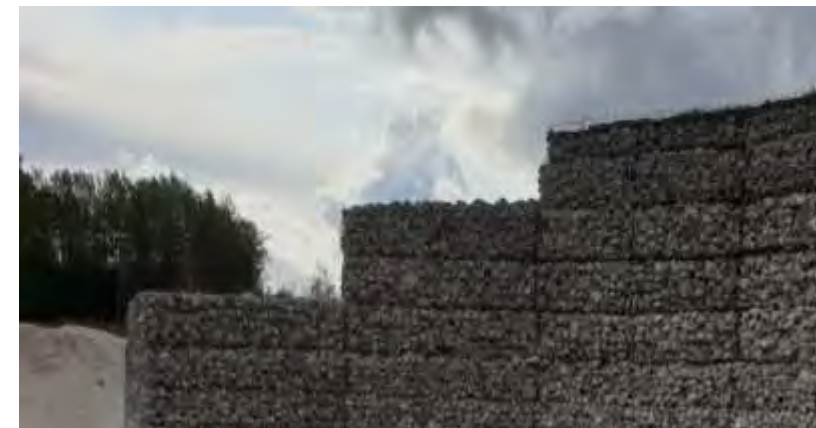
JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

- Betoni sitoo hiiltä eri vaiheissa ja tiedetään myös tarkasti miten
- Tarkalla betonikanta-analyysillä saadaan varsin tarkasti selville paljonko hiiltä on sitoutunut pysyvästi rakenteisiin ja mikä on kierrätysvaiheen hiilensidontapotentiaali
- Betonin murskaaminen yli 1000-kertaistaa reaktiivisen pinta-alan ja näin tehostaa hiilensidontaa kierrätysvaiheessa
- Murskeen seulominen parantaa ilmankiertoa kasassa merkittävästi ja mahdollistaa tehokkaan karbonatisoitumisen suuressakin massassa



SEURAAVIA ASKELEITA

- Tutkitaan hienon jakeen karbonatisoitumista maaperässä
- Tutkitaan ”vanhan” kierrätysbetonirakenteen sitomaa hiiltä
 - Länsimäen meluaita
- Workshoppingia
 - Keksitään hiilensidontaa optimoivia käytännön rakenteita



CO₂NCRETE SOLUTION



LIFE17 IPC/FI/000002
LIFE-IP CANEMURE-FINLAND
The LIFE-IP CANEMURE-FINLAND project has received
funding from the LIFE Programme of the European Union.

KIITOS!