

Betoniteollisuus ry



**betoni
vartti**

**betoni
vartti** A smaller version of the orange quarter-circle graphic from the top left, positioned to the right of the company name.

Betonivartti #7

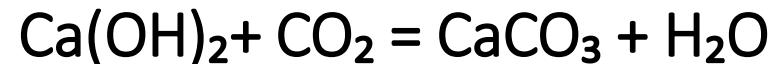
Betonin hiilensidonta

Tommi Kekkonen
Projektipäällikkö, Betoniteollisuus ry



Karbonatisoituminen

kalsiumhydroksidi + hiilioksidi -> 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. $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ $\text{pK}_a=6,35$
3. $\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ $\text{pK}_a=10,33$
4. $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
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 laskentatapaa sitoutuneelle hiilelle
- <https://concretesolution.fi/tutkimustuloksia-maailmalta-betoni-on-hiilinielu/>
- Saavutettiin perusta koko projektin jatkolle
- Conclusion:
Betonin on suuri hiilinielu/pysyvä hiilivarasto

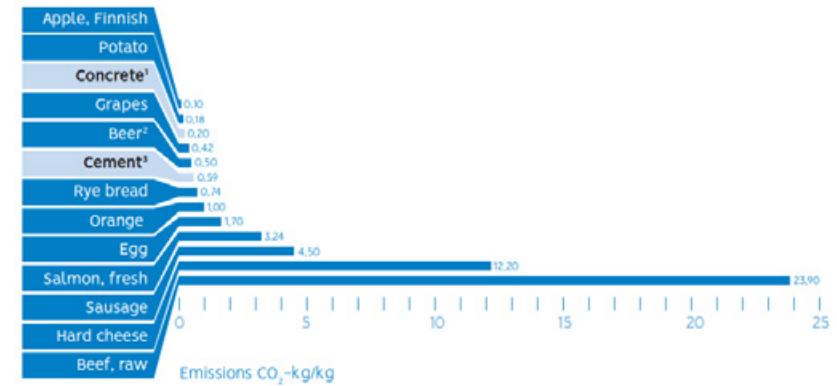
Reference	Absorption Calcination	Total	Time Service life	Post demo	Point of View
Andersson & al., 2013	27 %	17 %	x	-	LCA
Byrne & Nolan, 2016	15 %	9 %	8 weeks	-	-
Collins, 2013	55-65 %	34-41 %	x	x	LCA
Engelsen & al., 2005	60-80 %	38-50 %	x	x	LCA
Engelsen & al., 2016	24 %	15 %	100 a	100 a	Present
Engelsen & 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

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

CO₂-ominaispäästöjä



Source: <https://www.unileverfoodsolutions.fi/tieteen-ja-ratkaisut/tyokalut/co2-laskuri.html>

¹Typical ready-mix concrete in Finland

²Pia Karjalainen, The carbon foot print of the Finnish beverage industry for years 2000–2012 as calculated with CCaC, University of Helsinki, 2013

³Finnsementti, Environmental report 2019.

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
 - Ilman kierrätysbetonin osuutta laskettuna
 - Tämä on luokkaa 7 % Suomen sementtiteollisuuden päästöistä
- Purettavan betonin hiilinielupotentiaali on 76000 tonnia hiilidioksidia vuodessa

Hiilensidonta, hinku top 10

Kunta	SFS EN 16757:2017		
	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
 - Kiihytetyllä massaspektrometrialla selvitetään ilmakehästä sitoutuneen hiilen suhde kokonaishiilipitoisuteen
- Testinäytteenä käytettiin pihakiveä 90-luvun alusta, joka oli sitonut hiilidioksidia 17,1 kg/t
 - Teoreettinen maksimi n. 40 kg/t



Betonin kierrätysvaiheen merkitys



*Reaktiivinen pinta-ala kasvaa yli
1000-kertaiseksi*

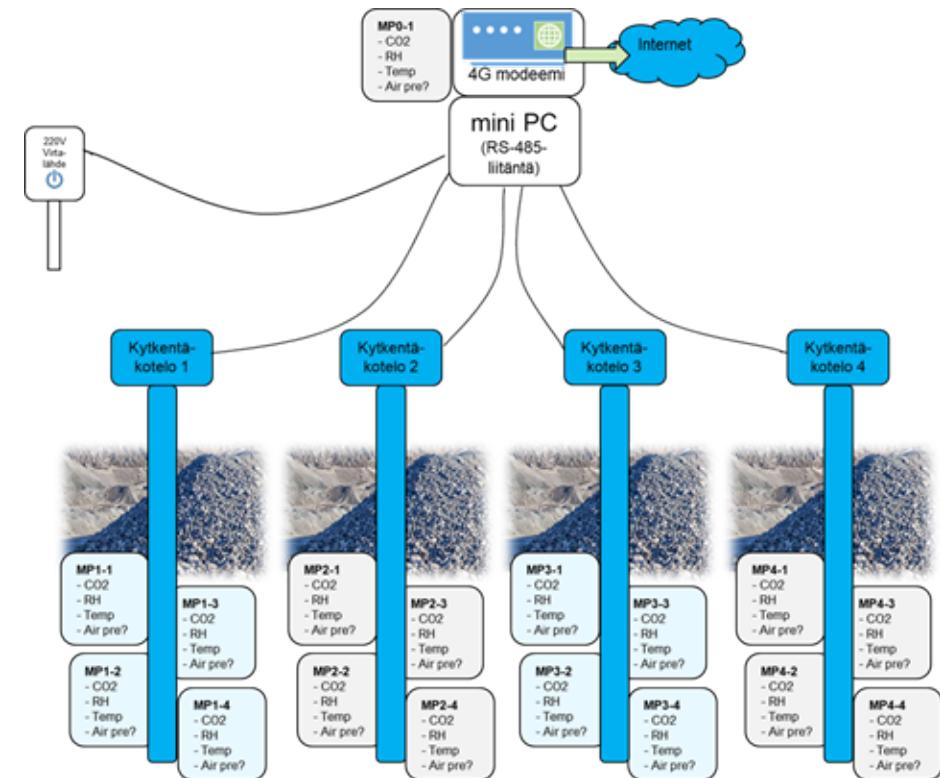


Topinpuisto - turku

- "The mother pilot"
- Mitataan murskekasassa CO₂-pit., kosteus ja lämpötila ilmarajapinnanetäisyyden funktiona
 - 0-90 mm, sheltered/unsheltered
 - 20-90 mm, sheltered/unsheltered
- Mitataan ajan päästää sitoutuneen hiilidioksidin määrää kappaleista mittasyvyyskäytävällä
- Saadaan tieto kasan olosuhteista; karbonatisaatio-parametrit syvyyden funktiona
→ Pystytään soveltamaan käytännössä kaikkiin varastointi- ja loppukäyttögeometrioihin



5.9.2022



10

topinpuisto



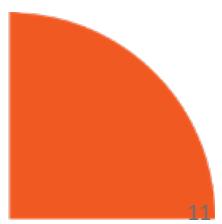
1.9.2021→



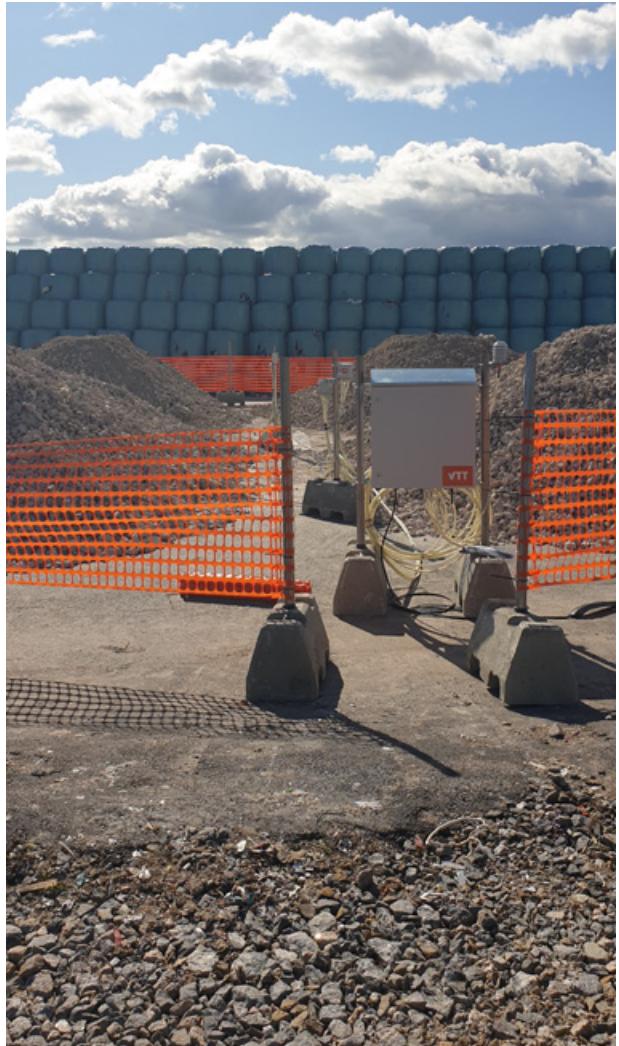
LOUNAIS-SUOMEN
JÄTEHUOLTO

EKO
PARTNERIT
Säästämme luonnonvaroja

5.9.2022

betoni
vartti 

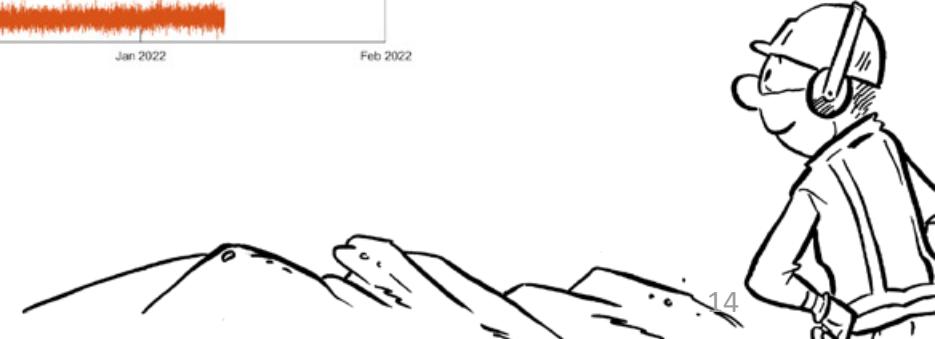
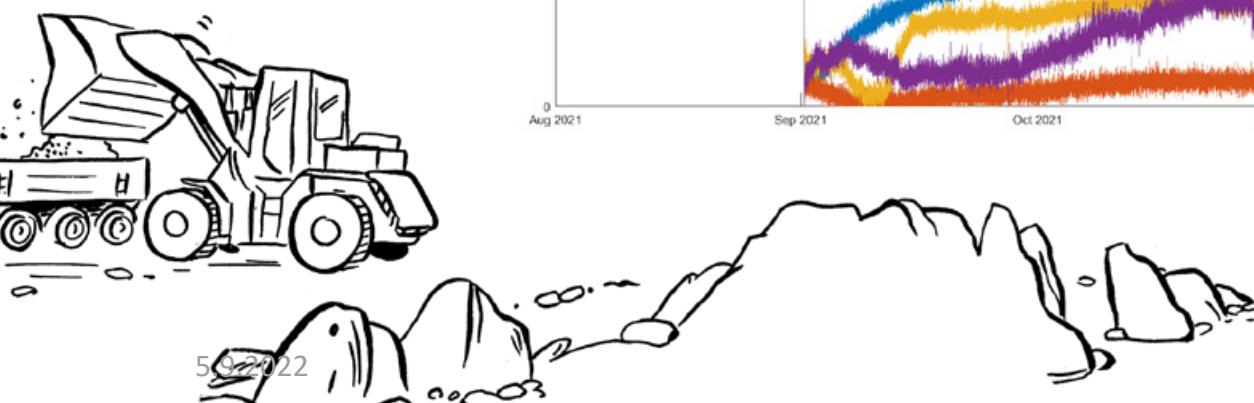
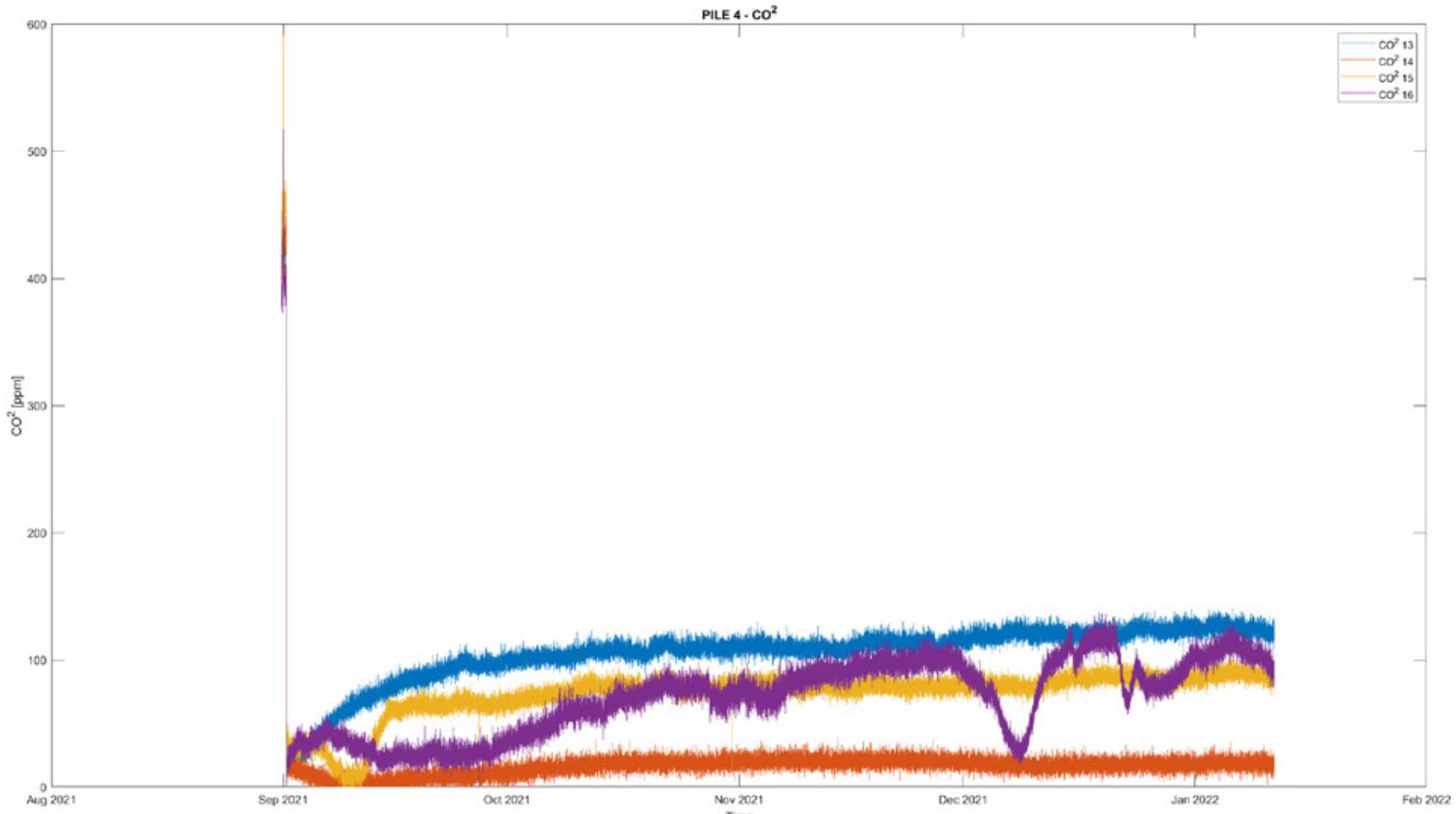
topinpuisto



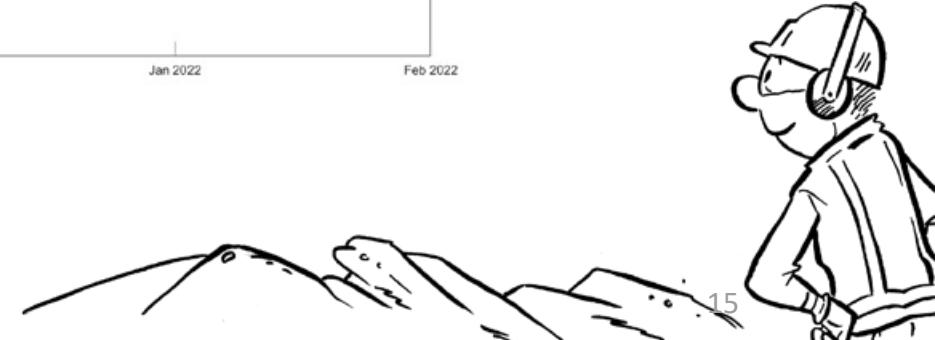
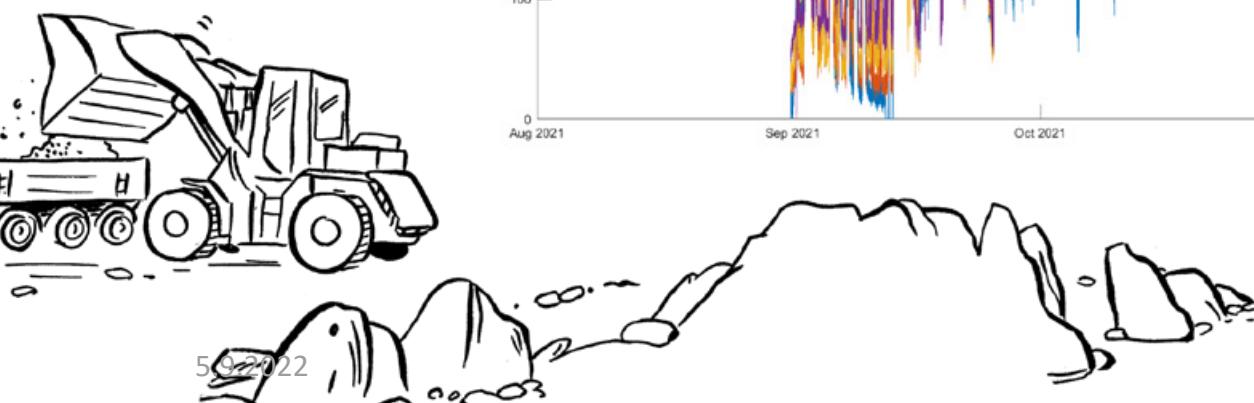
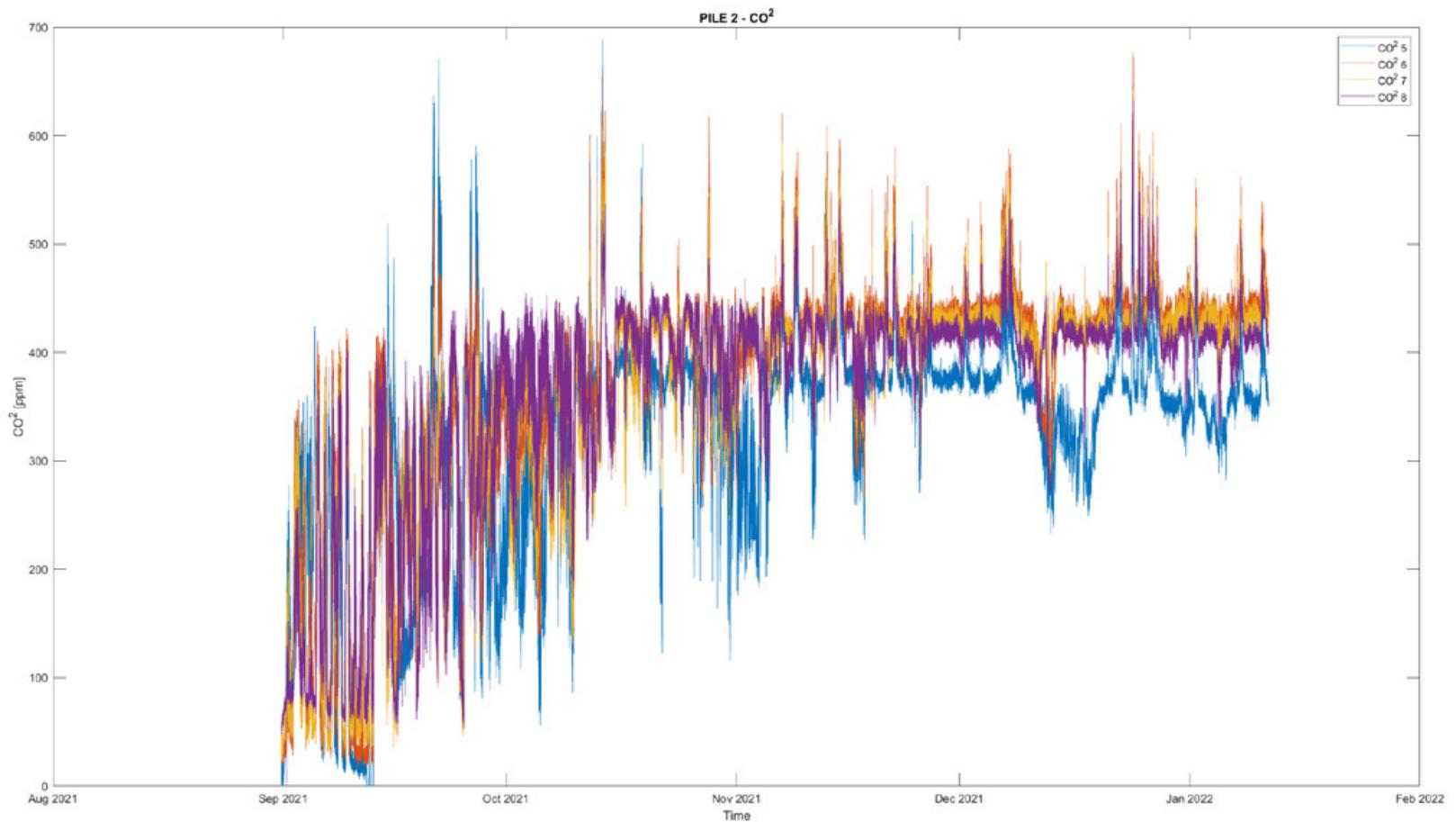
topinpuisto



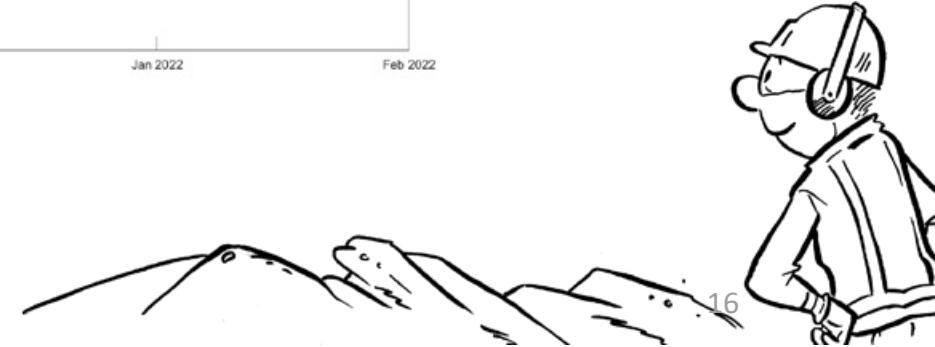
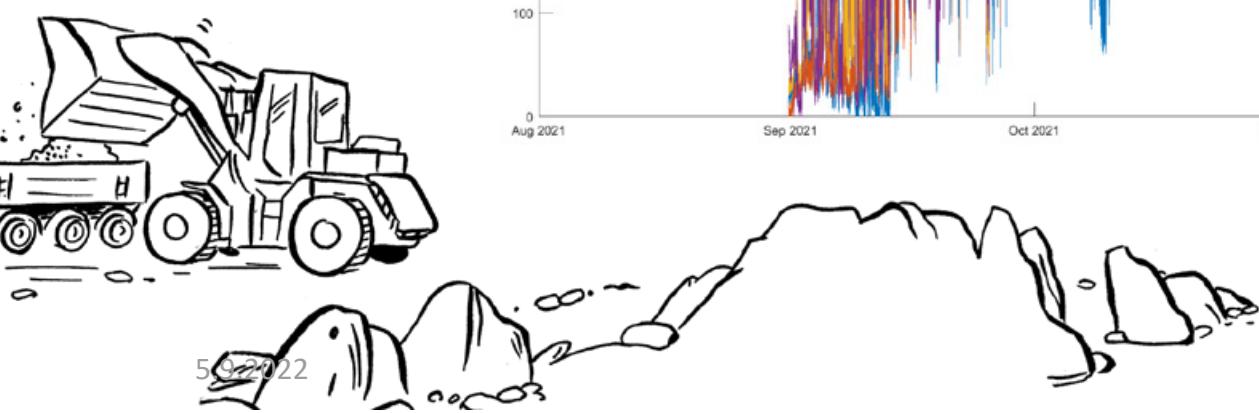
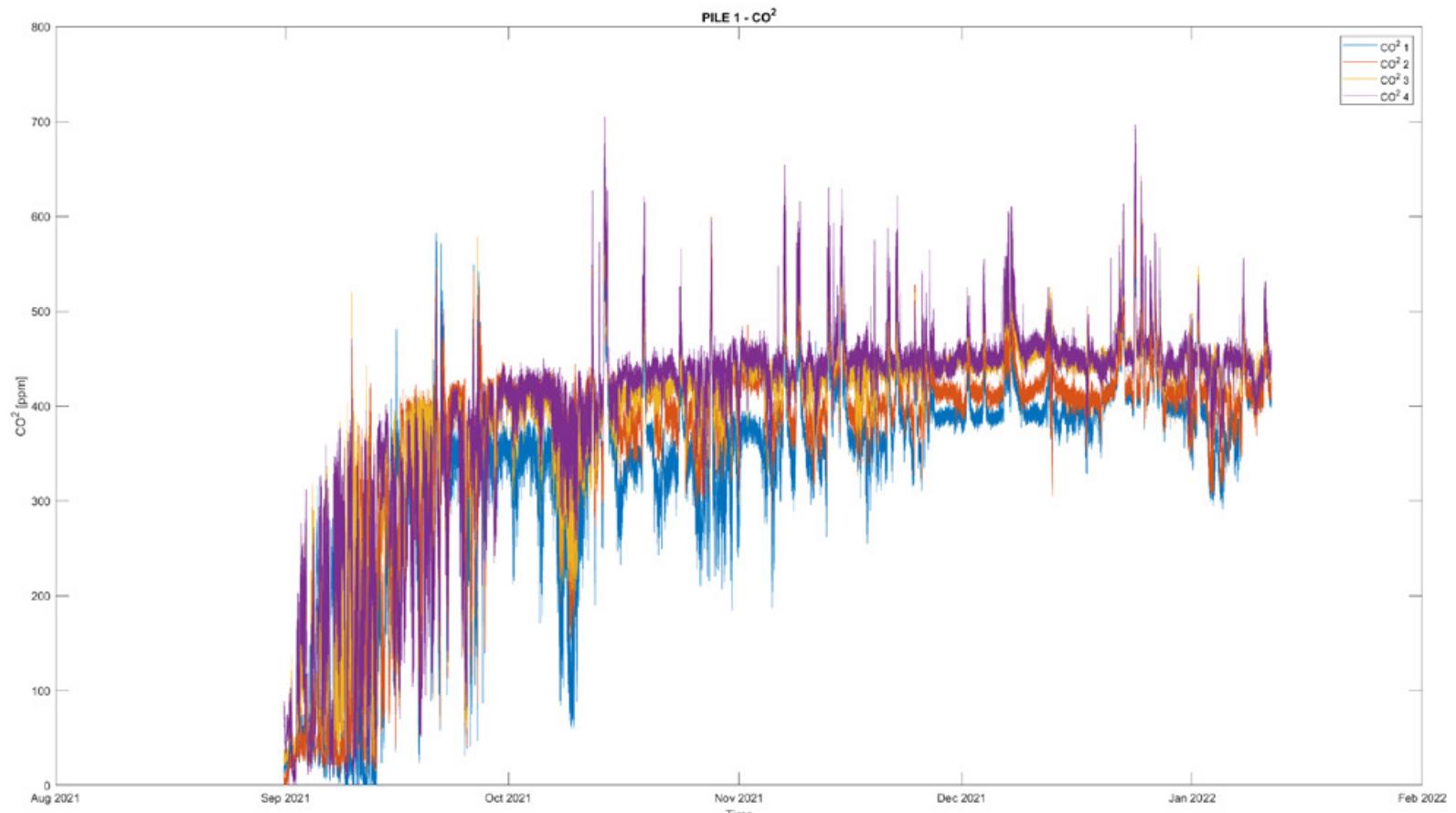
Pile 4: Seulomaton/kattamaton



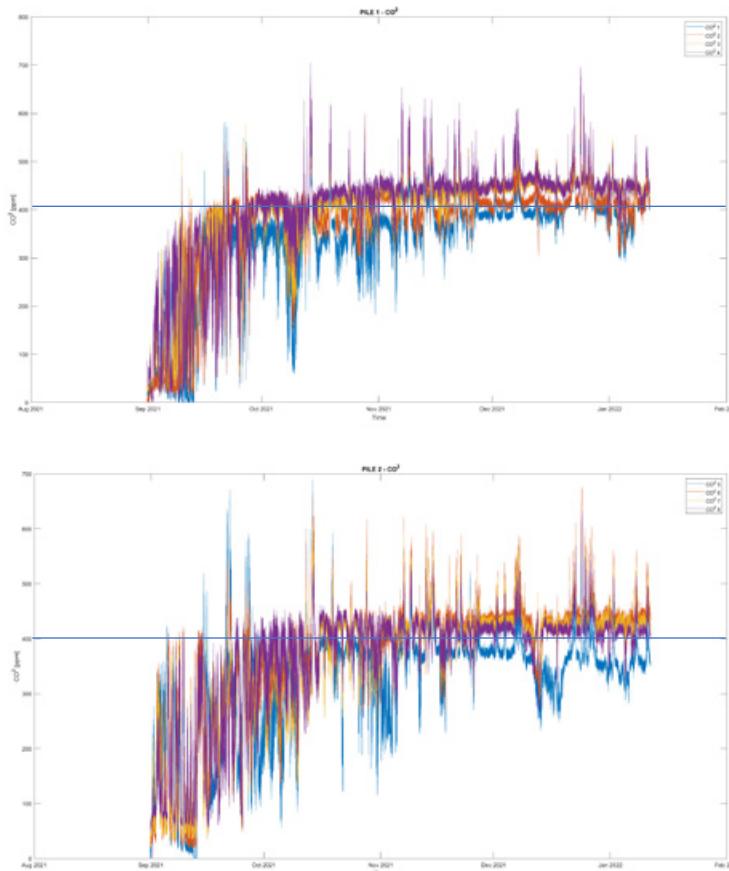
Pile 2: seulottu/katettu



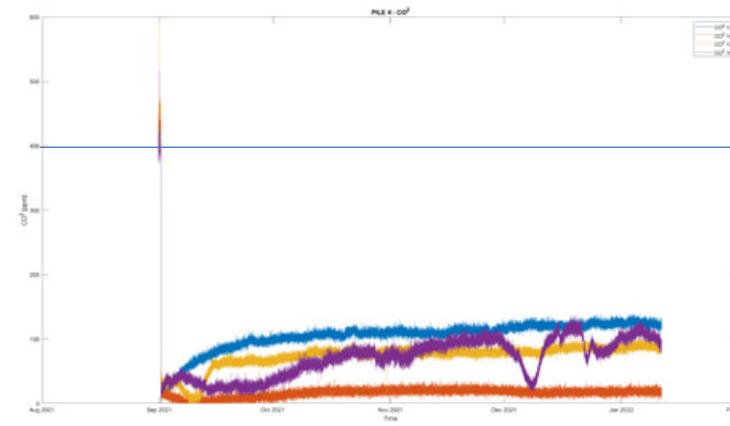
Pile 1: seulottu/kattamaton



Seulottu

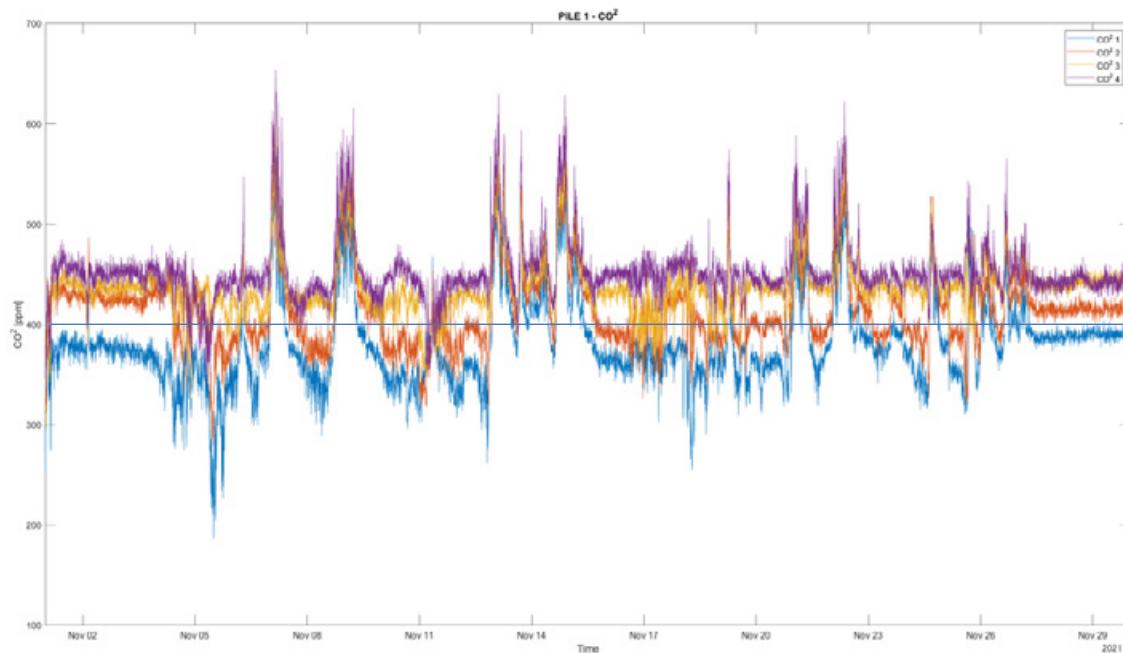


Seulomaton

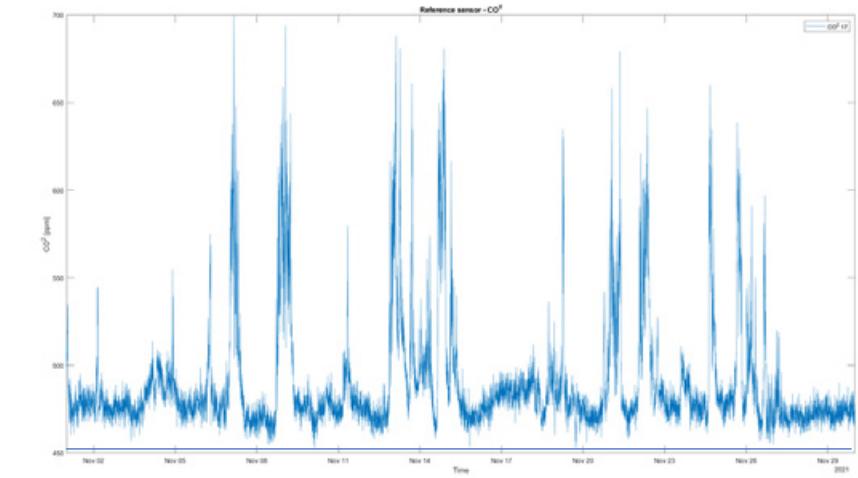


Seulottu kasa, marraskuu

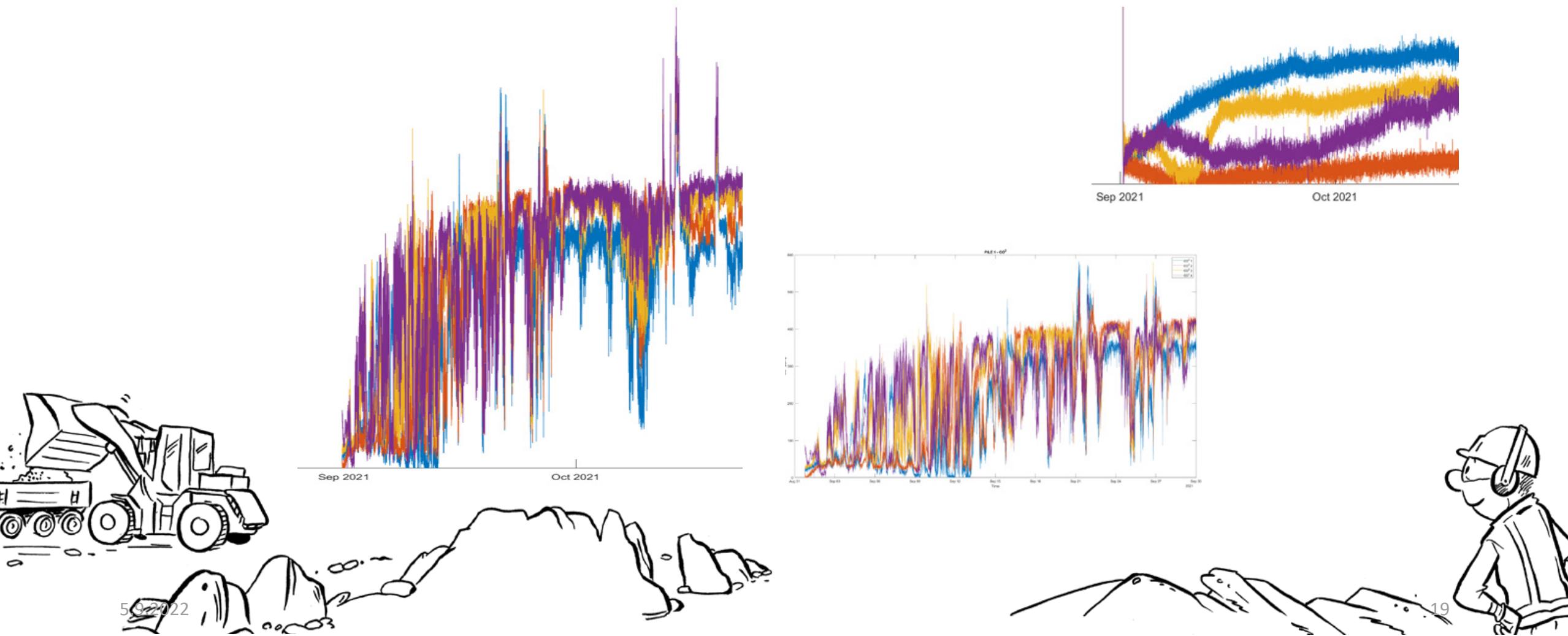
PILE 1 - CO²-Sensors – November 2021



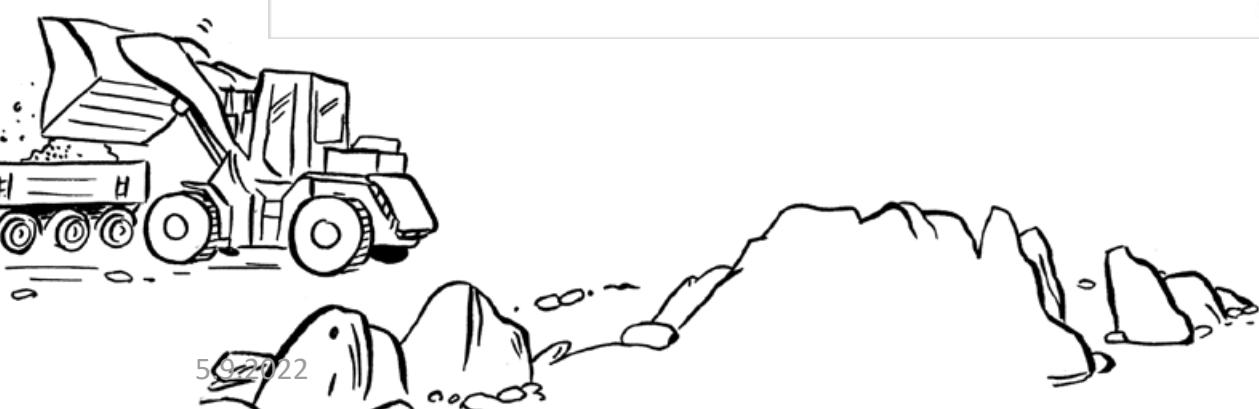
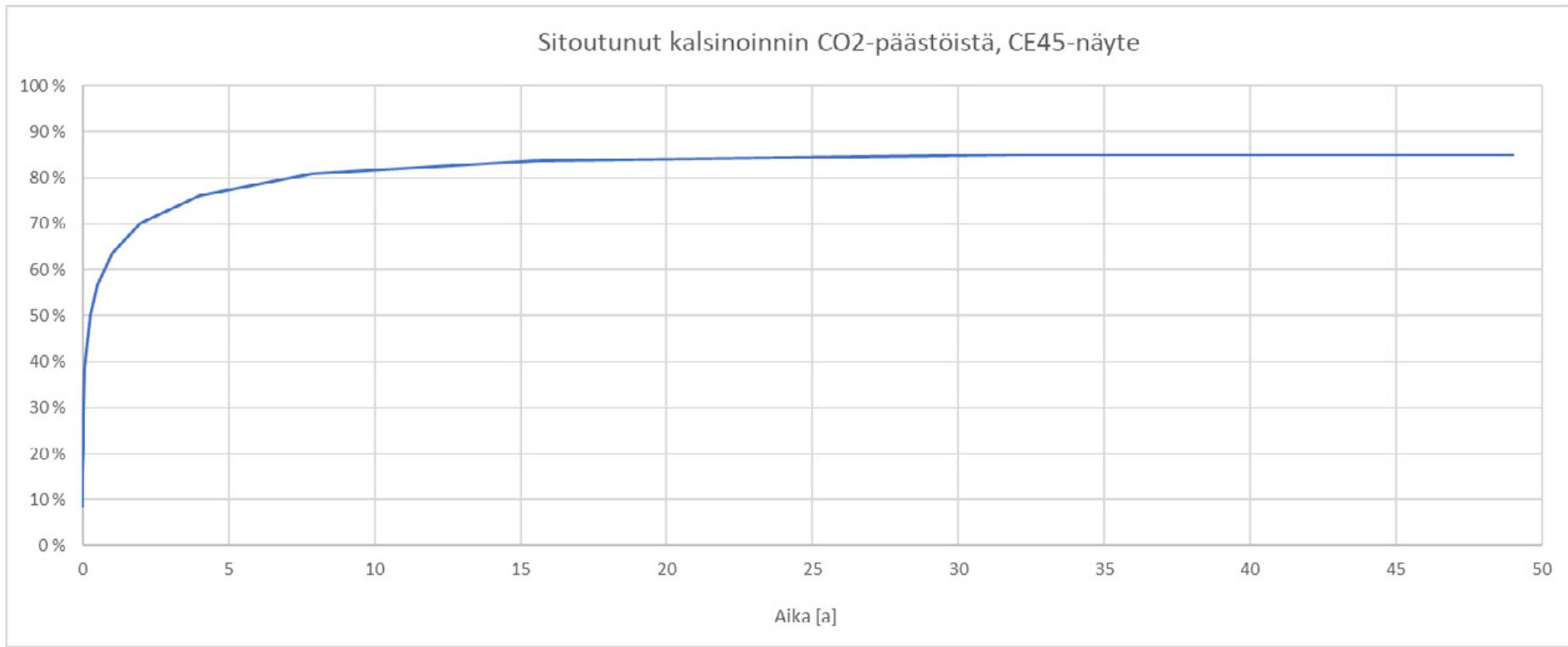
REF - CO²-Sensor – November 2021



Ensimmäinen kuukausi – tiheän imun kausi



CE45-murskeen CO₂-absorptio optimiolosuhteissa



- Betoni sitoo hiiltä elämänsä eri vaiheissa ja tiedetään myös mikä siihen vaikuttaa
- Betonikanta-analyysi pystytää tekemään merkittävästi nähtyä tarkemmin
 - Suomen betonikanta sitoo n. 3,5 Mt hiilidioksidia (hiilinielu: 56 kt/a)
 - Kierrätysbetonin sidontapotentiaali on n. 76 kt/a hiilidioksidia
- Kierrätysvaiheessa voidaan merkittävästi vaikuttaa betonin hiilensidontaan
 - Rakennuksen kuuluukin pysyä pystyssä pitkään
- Seulomalla betonimurske ($\sim >10$ mm) mahdollistetaan lähes täydellinen ilmanvaihto massassa
 - Näin kaikki partikelit altistuvat hiilidioksidille
- Aloitellaan tutkimusta hienon betonimurskeen ($\wedge <10$ mm) käytöstä maanstabiloinnissa ja – parannuksessa (feat. Åbo Akademi) sekä tutkitaan näissä sovelluksissa mahdollista samanaikaista hiilensidontaa.



Seuraavaksi....

- Seuraava Betonivartti pidetään maanantaina 3.10. klo 8.30 aiheena Betonin viestinnän ajankohtaiskatsaus.
- Kysymyksiä.....