

LOIKKA

PUOLIVÄLIWEBINAARI – 14.3.2023

TUOMAS ALAPIETI

A”

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

LOIKKA

Osaprojekti 5: Tulevaisuuden mahdollisuudet betonin hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi



Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

LOIKKA

Osaprojekti 5

LOIKKA

A? Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

- **LOIKKA-projektin lähtökohtana masuunikuonan hyödyntäminen**
- **Osaprojekti 5: Kirjallisuuskatsaus tulevaisuuden mahdollisuuksista betonin hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi**
- **Arvioitu valmistumisaika kesällä 2023**

Betonin hiilidioksidipäästöt

LOIKKA

A? Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

- **Betonista aiheutuu 7-8 % maailman hiilidioksidipäästöistä**
- **Veden jälkeen käytetyin hyödyke**
- **Kalkkikiven kalsinointi päästöjen keskeinen aiheuttaja**
- **Mahdollisia päästövähennyskeinoja**
 - Sementtiklinkkerin korvaaminen
 - Hiilidioksidin talteenotto
 - Karbonatisoitumisen hyödyntäminen

Kirjallisuuskatsauksen sisältö

LOIKKA

A? Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

- **Seossementit**
 - Perinteiset seosaineet
 - Uudet seosaineet
- **Vaihtoehtoiset sideaineet**
 - Ei-Portlandklinkkeri pohjaiset sementit
 - Alkaliaktivoituneet sideaineet ja geopolymeerit
- **Vähäpäästöinen sementinvalmistus**
 - CCS & CCU
- **Betonin karbonatisoituminen**
 - Betonin valmistuksessa
 - Käytön aikana ja jälkeen

Seossementit

LOIKKA

A? Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

- **Globaalisti seosaineiden osuus keskimäärin ~20 % käytetystä sementistä**
 - Pääasiassa masuunikuonaa, lentotuhkaa ja kalkkikiveä
- **Masuunikuonan ja lentotuhkan saatavuus 15-25 % sementinkulutuksesta**
 - Tuotantotapojen muutokset teräs- ja energiateollisuudessa
 - Päästöjen allokointi, kasvava kysyntä
- **Pozzolaanien ja kalsinoitujen savien tutkimus lisääntynyt**
 - Pozzolaaneilla paikallinen saatavuus
 - Kalsinoitujen savien (esim. metakaoliini) osalta lupaavia tuloksia
- **Tutkimuksia myös biopohjaisista tuhista ja kuonista**

Vaihtoehtoiset sideaineet

- **Ei-Portland-klinkkeri pohjaiset sementit**
 - Useita erilaisia vaihtoehtoja:
 - *Kalsiumsilikaattipohjaiset sementit (Solidia)*
 - *Magnesiumpohjaiset sementit (Novacem)*
 - *Kalsiumaluminaattipohjaiset sementit (Ciment fondu)*
 - Päästövähennykset perustuvat kalkkikiven korvaamiseen
 - Mahdollista valmistaa perinteisissä sementtiuuneissa
- **Alkali-aktivoituneet materiaalit ja geopolymeerit**
 - Lähtöaineen aktivointi klinkkerin sijasta alkalisella aineella
 - Samoja lähtöaineita kuin seossementeissä:
 - *Esim. masuunikuona, lentotuhka, metakaoliini*
 - Myös samoja haasteita
 - Aktivaattoreiden päästöt ja kustannukset huomioitava

Hiilidioksidin talteenotto

LOIKKA

A? Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

- **Useita teknologioita, joista osa jo käytössä**
 - Oxyfuel calcination
 - Sorbent scrubbing
 - Electric calcination
- **Teknologia kallista ja energiantensiivistä**
 - Talteenoton kustannukset laskevat ja päästöjen nousevat
- **Hiilidioksidin varastointi (CCS)**
 - Hiilidioksidi nesteytetään ja varastoidaan esim. tyhjiin öljy- tai kaasulähteisiin
 - Toteutus kallista
- **Hiilidioksidin hyötykäyttö (CCU)**
 - Hiilidioksidista jalostetaan mm. polttoaineita
 - Hankkeita myös suomessa esim. ST1 P2X

Betonin karbonatisoituminen

LOIKKA

A? Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

- **Hiilidioksidin sitoutuminen takaisin betoniin**
- **Karbonatisoituminen jälkihoidossa**
 - Jälkihoitokammioiden aiheuttamat rajoitukset
 - Mm. VTT hanke tähän liittyen
- **Karbonatisoituminen käytön aikana**
 - Hyödyntäminen esim. sisätiloissa
- **Karbonatisoituminen käytön jälkeen**
 - Betonin murskaamisella kiihdyttävä vaikutus
 - Onko mahdollisuuksia tehostaa karbonatisoitumista?

Alustava yhteenveto

LOIKKA

A? Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

- **Edellytyksiä tulevaisuuden ratkaisuille**
 - Riittävä saatavuus ja tasalaatuisuus raaka-aineille
 - Ratkaisujen tulee olla toimivia esim. seosaineet tarpeeksi reaktiivisia
 - Määräysten mukaisia
- **Oletettavasti päästövähennyksiin tarvitaan useiden ratkaisujen hyödyntämistä**