

LOIKKA

Yhteenvedo ja jatkotutkimustarpeet

LOPPUWEBINAARI – 25.4.2024

JOUNI PUNKKI



Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

LOIKKA

Kokonaisuuden arviointia

- 1. Aallon tutkimushankkeessa panostettu runsaasti alkulujuuden kehitykseen sekä säilyvyysominaisuuksiin**
 - Saavutettu hyviä tuloksia
 - Jatkotutkimuksia kuitenkin tarvitaan
- 2. Yhteistyö teollisuuden kanssa on toiminut erittäin hyvin**
 - Positiivinen kokemus yhteishankkeesta (BF Co-Innovation)
 - Ohjausryhmä kokoontunut 12 kertaa, aktiivista osallistumista
 - Yhteistyötä Aallon ja yritysten välillä sekä myös yritysten kesken
- 3. Koko betoniala on ollut hankkeessa mukana**
- 4. Vähähiilisen betonin ”*ensimmäinen loikka*”, seuraavaksi ”*keskipomppu*”**

OP1: Vähähiilisten betonien lujuudenkehitys

- CEM III/A sementillä päästään tavoitetasolle (CEM II/B) kohtuullisen helposti
- CEM III/B sementillä tavoitetason saavuttaminen edellyttää sekä termisen että kemiallisen aktivoinnin yhdistelmää
- Kuonan reaktiot alkuvaiheessa edellyttää lisätutkimuksia
- Aktivaattorien käyttö vaatii lisätutkimuksia ja kaupallisia toimijoita
- Aktivoinnin vaikutukset säilyvyysominaisuuksiin vaatii tutkimusta, alkuvaiheessa aktivointia kannattaa hyödyntää lähinnä sisärakenteissa

OP2: Vähähiilisten betonien säilyvyysominaisuudet

- Tutkittu pakkasenkestävyyttä, pakkassuolakestävyyttä sekä karbonatisoitumista. Tutkittu kuonamäärän vaikutuksia sekä karbonatisoitumisen ja testausajankohdan vaikutuksia.
- Kuonamäärän osalta tulokset sopusoinnussa aikaisempien tutkimusten kanssa (50% kriittinen raja kuonamäärälle pakkassuolarasituksessa).
- Karbonatisoitumisella yllättävän suuri vaikutus rapauma-arvoihin ja myös testausajankohdalla on merkittävä vaikutus (pakkassuolarasitus).
- Kuonabetonin pakkassuolakestävyys on haasteellinen.
- Tarvitaan lisätutkimusta karbonatisoitumisen vaikutuksesta: vaatimustasot sekä testiolosuhteet vs. rakenteen todellinen pakkasenkestävyys.

OP3: Betonien optimointi CO₂-päästöjen kannalta

- Tavoitteena aikaansaada CO₂-päästöjen vähennyksiä reseptioptimoinnin avulla. Vähähiilisten sideaineiden käytön lisäksi betoniresepteissä on merkittävää päästövähennyspotentiaalia
- Tutkittu kiviainesten vedentarpeeseen vaikuttavia tekijöitä
- Myös kiviainekset merkittävä asia vähähiilisyyden kannalta
 - Esim. 10 dm³/m³ vesimäärän muutos -> noin 20 kg/m³ sementtiä = noin 15 kg-CO₂ /m³
 - Vaikutus betonialan päästöihin (oletus 3 milj m³ /vuosi): 45 000 tn-CO₂ / vuosi
 - Hienotkin kiviainekset muuttumassa enemmän murskattuihin, vaikutus vedentarpeeseen
- Kustannustehokkuus

LOIKKA

Kokonaisuuden arviointia

LOIKKA

A? Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

Missä projekti onnistui:

- Saatiin ymmärrystä kuonan reaktioista alkuvaiheessa
- Opittiin kuonabetonien aktivoinnista
- Saatiin lisätietoa kuonabetonien pakkasenkestävyydestä, erityisesti karbonatisoitumisen ja testausiän vaikutuksista
- Kehitettiin menetelmä kiviainesten vedentarpeen määrittämiseksi
- Kartoitettiin kattavasti muita keinoja päästöjen vähentämiseksi

Missä ei onnistuttu:

- Ei löytynyt ”hopealuotia” kuonabetonin alkulujuuden kiihdyttämiseen
- Aktivaattorien käyttöön jäi vielä paljon ratkaistavaa
- Ei selkeää ratkaisua kuonabetonin pakkassuolakestävyyteen
- Ei päästy reseptioptimointiin CO₂-päästöjen vähentämiseksi
- Ei pystytty auttamaan merkittävästi työmaatoimintojen osalta

Tutkimustarpeet hankkeen päättyessä

1. Alkulujuudenkehitys

- Kuonan ja aktivaattoreiden toimintamekanismien tarkempi tunteminen, aktivaattoreiden edelleen kehittäminen,
- Lämpökäsittelyn hyödyntäminen
- Mahdollisuudet eri olosuhteissa / tuotannoissa

2. Säilyvyysominaisuudet

- Kiihdyttämisen vaikutukset säilyvyyteen sekä mikrorakenteeseen
- Pakkassuolakestävyys: testausmenetelmät, raja-arvot, testausikä, karbonatisoitumisen vaikutus, testaus vs. todellinen pakkasenkestävyys

3. Työmaatoimintojen hallitseminen

- Viileät olosuhteet
- Yhteistyö: Urakoitsijat – Betonin valmistajat

Tulevaisuuden haasteet

- **Vähähiilisen betonin käytön laajentaminen; tiedotus / koulutus**
 - Miten vähähiilinen betoni erikoistuotteesta rutiiniksi?
 - Koko ketjun rooli: Tilaaja -> Suunnittelija -> Urakoitsija -> Betonin valmistaja
 - Vie varmasti aikaa, mutta voidaanko nopeuttaa?
- **Vähähiilinen betoni tulevaisuudessa; haasteet**
 - LOIKKA-hanke tukeutuu kuonabetoniin, mutta kuona ei tule olemaan lopullinen ratkaisu
 - Tarvitaan useita eri toimenpiteitä päästöjen vähentämiseksi
 - Eri vaihtoehtoja selvitetään uudessa projektissa: *Vähähiilisen betonin tiekartta*

KYSYMYKSIÄ

Jouni Punkki

jouni.punkki@aalto.fi



Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

LOIKKA