



BETONILABORANTTI JA -MYLLÄRI TIETOJEN PÄIVITYSKURSSI 10.09.2024

KLO 13.15 – 14.00

LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

JUKKA TUOHINO, FINCAA RY

FINCAA RY (2018)

*SUOMEN BETONILISÄAINEYHDISTYS
FINNISH CONCRETE ADMIXTURE ASSOCIATION*

*YHDISTYKSEN TARKOITUKSENA ON TOIMIA SUOMEN BETONILISÄAINEALAN
EDUSTAJANA EDISTÄEN BETONILISÄAINEIDEN KÄYTTÖÄ JA TIETÄMYSTÄ.
TARKOITUKSENSA TOTEUTTAMISEKSI YHDISTYS OSALLISTUU AKTIIVISESTI ALAN
KEHITYSTOIMINTAAN JA ON MUKANA EUROOPAN LISÄAINEALAN
TOIMINNASSA.*

FINNSEMENTTI
A CRH COMPANY



MASTER®
» BUILDERS
SOLUTIONS

semtu



FINCAA

SUOMEN BETONILISÄÄINEYHDISTYS RY

(FINNISH CONCRETE ADMIXTURE ASSOCIATION)

KAI SALO OY SIKA FINLAND AB, PUHEENJOHTAJA

MARKO KAISANLAHTI MASTER BUILDERS SOLUTIONS FINLAND OY, VARAPUHEENJOHTAJA, YMPÄRISTÖKOMITEA

SATU KOSOMAA FINNSEMENTTI OY,

TARJA SALMIMIES SEMTU OY, SIHTEERI, TEKNINEN KOMITEA

JUKKA TUOHINO MAPEI OY, JÄSEN

EFCA Members - Map >

Belgium – FIPAH >

Finland – FINCAA >

France – SYNAD >

Germany – Deutsche Bauchemie e.V. >

Italy – ASSIAD >

Netherlands – VHB >

Norway – NCCA >

Poland – SPChB >

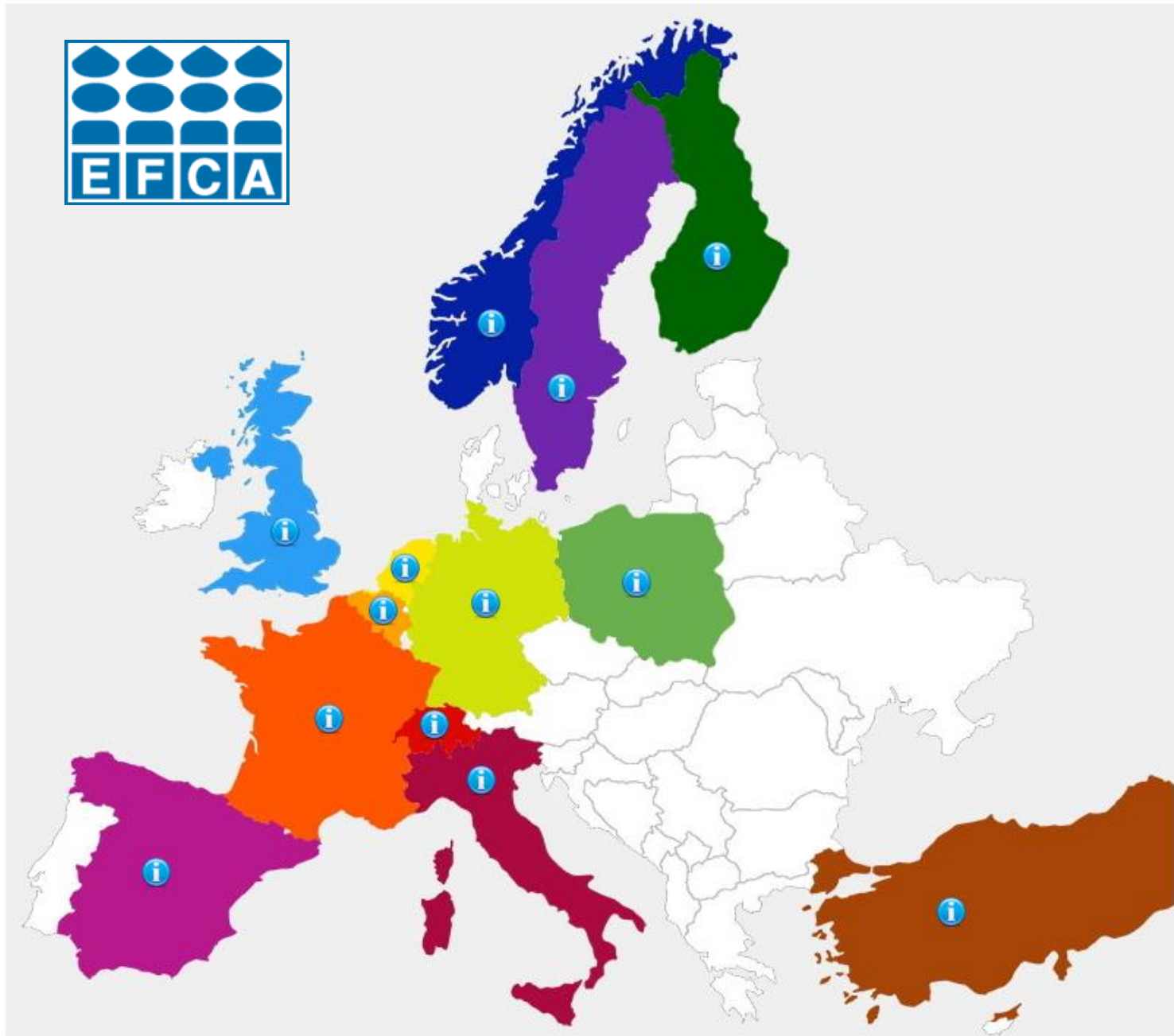
Spain – ANFAH >

Sweden – SACA >

Switzerland – FSHBZ >

Turkey – KÜB >

United Kingdom – CAA >



LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

- BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUS® ON VAPAAEHTOINEN, KANSALLINEN MENETELMÄ BETONIN CO₂-PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI
- ALHAISISSA PÄÄSTÖLUOKISSA SEMENTIN SEOSAINEIDEN OSUUS ON SUURI. KÄYTÄNNÖSSÄ TÄMÄ TARKOITTAÄ BETONIN LUJUUDENKEHITYKSEN HIDASTUMISTA. MUOTTIENPURKU VIIVÄSTYY, TAI VAIHTOEHTOISESTI VAADITAAN RAKENTEEN TEHOKKAAMPAA LÄMMITYSTÄ JA/TAI KIIHDYTTÄVIEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖÄ. VAIKUTUKSET OVAT SUURIMMAT KYLMISSÄ OLOSUHTEISSA. LUJUUDENKEHITYKSEN HIDASTUMISELLA VOI OLLA MERKITTÄVIÄ VAIKUTUKSIA RAKENTAMISPROSESSIIN.
- VÄHÄHIILISYYSLUOKITUS VOI VAIKUTTAÄ MYÖS BETONIN RAKENNEKOSTEUDEN KUIVUMISNOPEUTEEN.
- 91 VUOROKAUDEN LAADUNVARMISTUSIKÄ MAHDOLLISESTI MIELEKÄS
- MIKÄLI RAKENTEeseen KOHDISTUU ANKARIA SÄILYVYYSRASITUKSIA, VOI OLLA TARKOITUKSEN MUKAISTA JÄTTÄÄ RAKENTEET AINAKIN TOISTAISEKSI VÄHÄHIILISYYSLUOKITUKSEN ULKOPUOLELLE. (ESIM. SEPPO MATALAN TOHTORINVÄITÖSKIRJA: EFFECTS OF CARBONATION ON THE PORE STRUCTURE OF GRANULATED BLAST FURNACE SLAG CONCRETE, 1995)
- KANNATTAÄ TUNTEA PROSESSI MYLLYLLÄ, KULJETUKSESSA, PUMPATESSA JA MUOTILLA.
- VÄHÄHIILISTEN BETONIEN KANSSA ON TEHTÄVÄ RIITTÄVÄSTI ENNAKKOKOKEITA JA SEURATTAVA SIDEAINEEN VAIHTELUITA MAHDOLLISESTI TARKEMMIN KUIN KÄYTETTÄESSÄ EHKÄ OMINAISUUKSILTAAN TASALAATUISEMPAA SEMENTTIÄ.

EN 934-2 STANDARDIN MUKAINEN LISÄAINEIDEN JAOTTELU

| | | | |
|--------------------------------|---------|---|----|
| • NOTKISTIN | 2 | • VEDEN IMEYTYMISTÄ ESTÄVÄT | 9 |
| • TEHONOTKISTIN/NESTEYTIMIN | 3.1/3.2 | • SITOUTUMISTA HIDASTAVAT NOTKISTIMET | 10 |
| • VEDEN EROTTUMISTA VÄHENTÄVÄT | 4 | • SITOUTUMISTA HIDASTAVAT TEHONOTKISTIMET | 11 |
| • HUOKOSTAVAT | 5 | • SITOUTUMISTA KIIHDYTTÄVÄT NOTKISTIMET | 12 |
| • SITOUTUMISTA KIIHDYTTÄVÄT | 6 | • VISKOSITEETIN SÄÄTÖAINEET | 13 |
| • KOVETTUMISTA KIIHDYTTÄVÄT | 7 | | |
| • SITOUTUMISTA HIDASTAVAT | 8 | | |

MUITA LISÄAINEITA JOILLE EI VIELÄ OLE EN-STANDARDIA: KUTISTUMANESTOAINEN, UPPOBETONI, VAAHTOBETONI ...

NOTKISTAVIEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ

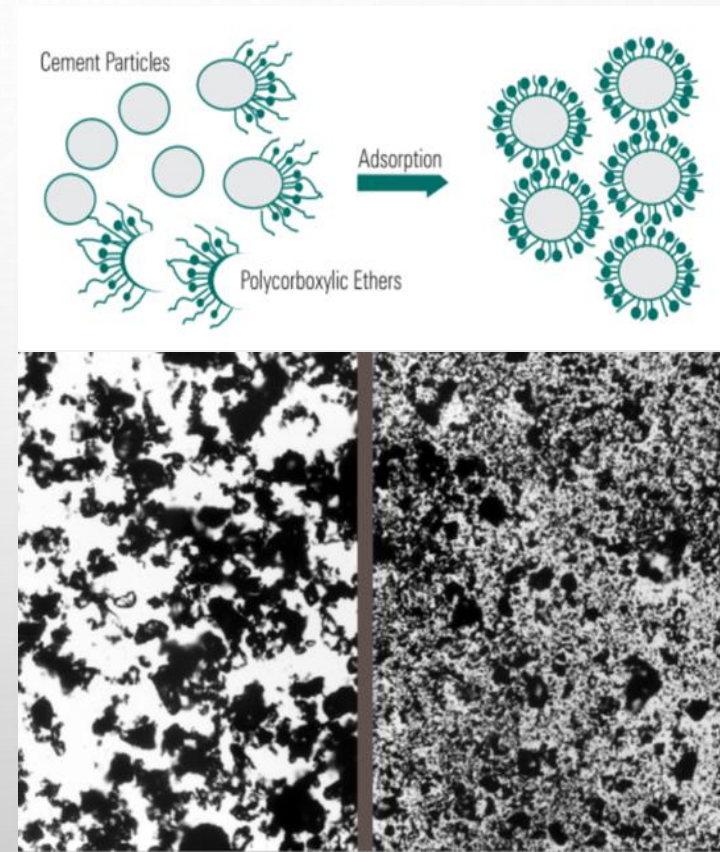
- BETONIN NOTKEUDEN SÄÄTELY/VEDENVÄHENNYSKYKY
- TYÖSTETTÄVYYSAJAN HALLINTA (SLUMP RETENTION)
- HYVIN LEVIÄVÄ JA TASOITTUVA BETONIMASSA
- STABIILI JA VAKAA TOIMINTA VAIHTELEVISSA OLOSUHTEISSA

MAHDOLLISTAVAT TÄMÄN PÄIVÄN HAASTAVIEN BETONIEN VALMISTUKSEN

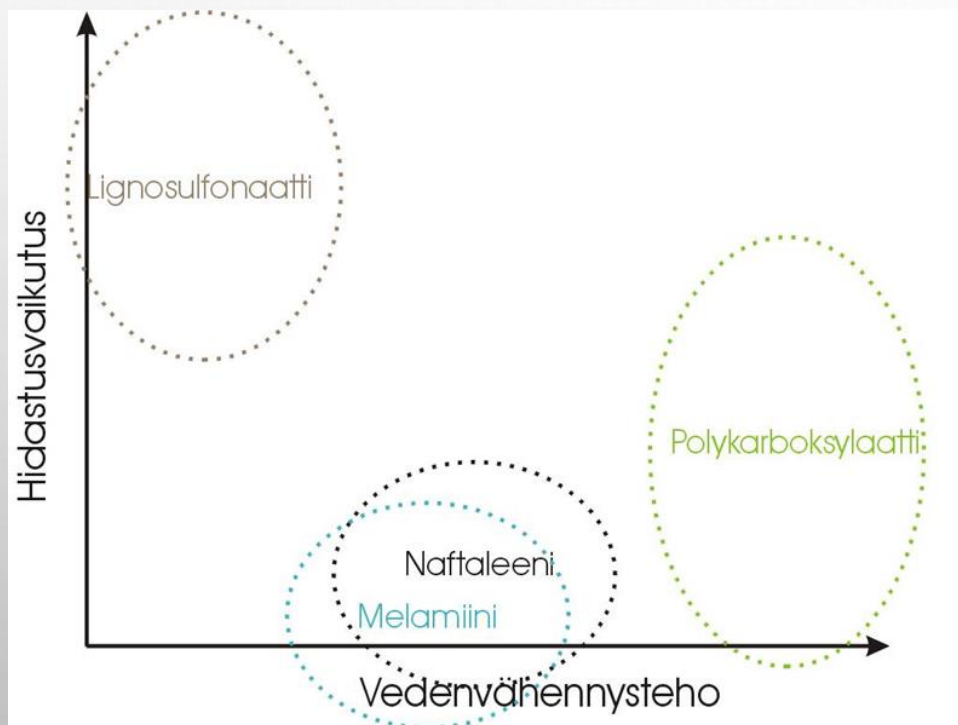


NOTKISTIMIEN TOIMINTA

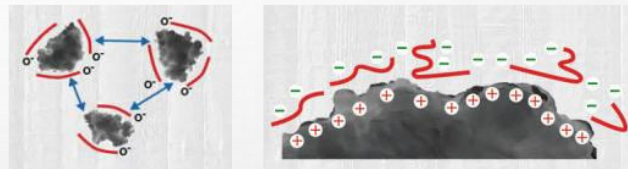
- SEMENTTIPARTIKKELIT OVAT KASAUTUNEET YHTEEN ERILAISTEN SÄHKÖISTEN VARAUSTEN TAKIA
- NOTKISTINMOLEKYYLIT KIINNITTYVÄT SEMENTTIRAKEEN PINTAAN
- ...JA SAAVAT AIKAAN HYLKIMISVOIMIA, JOTKA HAJOTTAVAT SEMENTTIKASAUTUMAT
- NOTKISTINMOLEKYYLIT PEITTÄVÄT SEMENTTIRAKEEN PINNAN JA VOIVAT HIDASTAA HYDRATAATIOREAKTIOITA ENEMMÄN TAI VÄHEMMÄN



NOTKISTAVIEN LISÄAINEIDEN KEHITYS



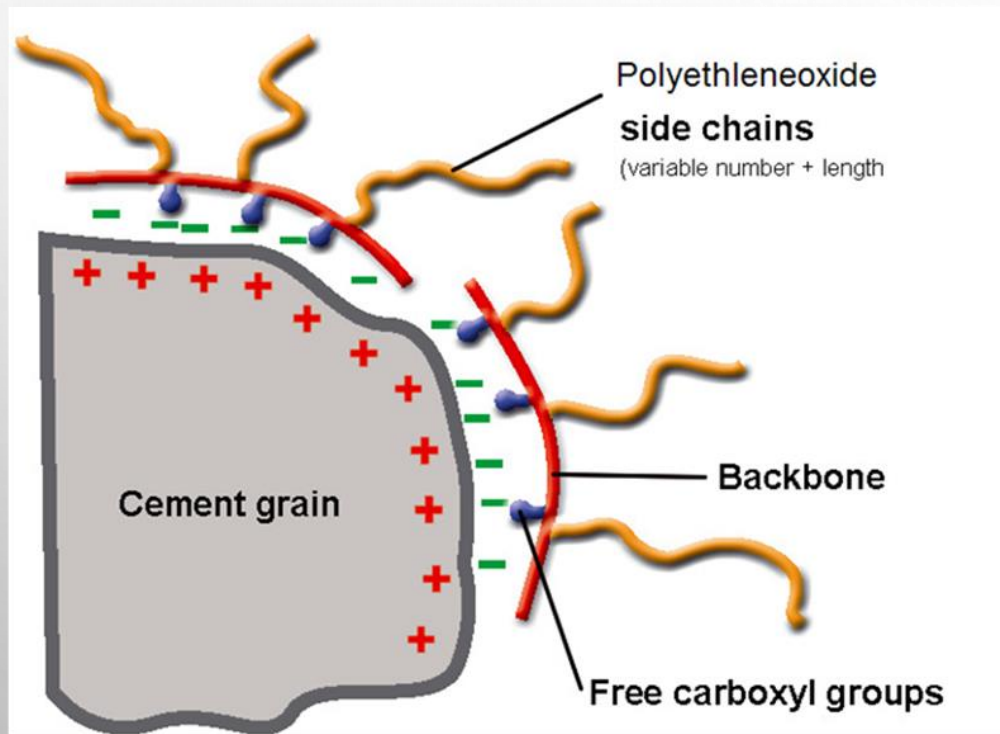
- SÄHKÖINEN HYLKIMINEN



- POLYKARBOKSYLAATEILLA LISÄKSI STEERINEN HYLKIMISVOIMA



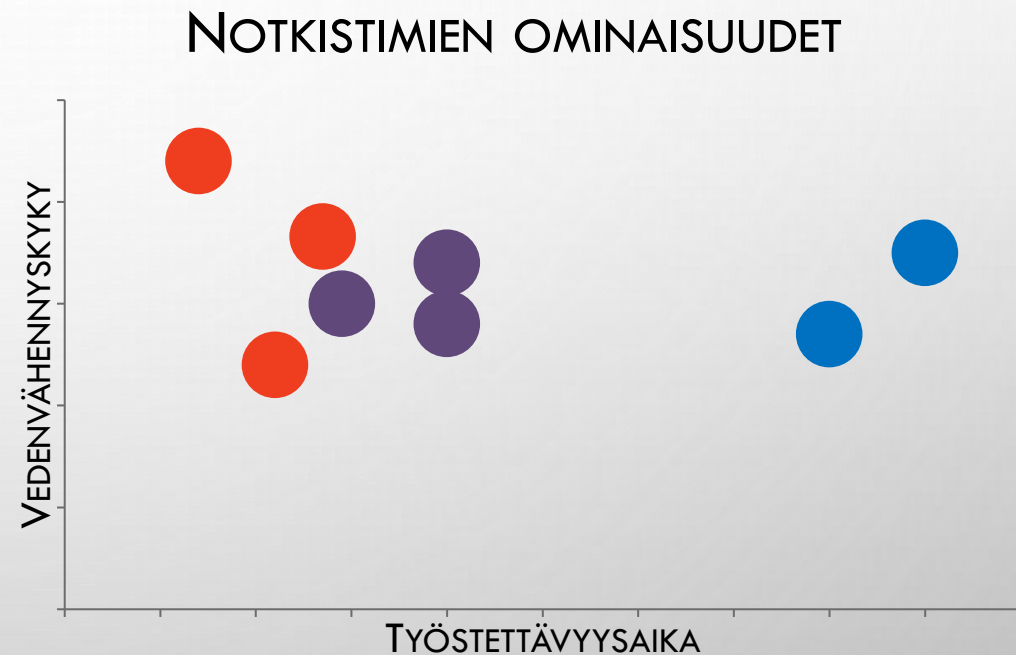
POLYKARBOKSYLAATTIPOHJAISET NOTKISTIMET



- KARBOKSYYLIRYHMÄ MÄÄRITTELEE ADSORPTION SEMENTIN PINTAAN
- PÄÄKETJU (BACKBONE) JA SIVUKETJUT (SIDE CHAINS) MÄÄRITTELEVÄT VEDENVÄHENNYSKYVYN JA TYÖSTETTÄVYYDEN
- SISÄLTÄVÄT AINA VAAHDONESTO- JA SÄILÖNTÄÄINEITA (1.1.2020 TULI TIUKENNUS ETIKETIN MERKINTÖIHIN)

NOTKISTAVILLA LISÄAINEILLA PAREMPAA BETONIA

- VEDENVÄHENNYSKYKY
- PAREMPI TYÖSTETTÄVYYS
- TYÖSTETTÄVYYSAJAN SÄÄTÄMINEN
- KORKEA ALKULUJUUS
- LUJA JA HYVIN SÄILYVÄ BETONI
- PAREMPI HINTA/LAATU-SUHDE



NOTKISTAVIEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ

HYÖDYT

- PAREMPI TYÖSTETTÄVYYS
- PAREMPI LAATUINEN BETONI
- RESEPTIOPTIMOINTI
- VÄLTTÄMÄTÖN ITSETIIVISTYVÄN BETONIN JA KORKEALUJUUSBETONIN VALMISTUKSESSA

HUOMIOITAVAA

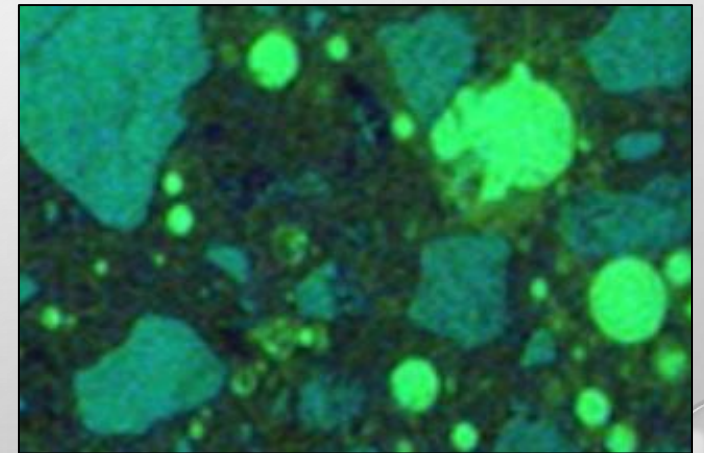
- HERKKYYS
- MUOTTIPAINAINE
- YHTEENSOPIVUUS SEMENTIN, KIVIAINEKSEN JA MUIDEN LISÄAINEIDEN KANSSA
- KÄYTTÖ VAATII ENEMMÄN AMMATTITAITOA

NOTKISTAVIEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

- MODERNIEN POLYKARBOKSYLAATTINOTKISTINTEN TEHO LASKEE HYVIN PIENILLÄ SEMENTTIMÄÄRILLÄ RADIKAALISTI
- VAIHTOEHTONA VÄHÄHIILISISSÄ BETONEISSA ON UUDET EI-PERINTEISEEN POLYKARBOKSYLAATTIIN PERUSTUVAT TUOTTEET
- PERINTEISEN POLYMEERINOTKISTIMEN TEHO ON SIIS KYSEENALAINEN JOS SEMENTTIMÄÄRÄ ON ALLE 25...35%
 - TÄYSIN SEMENTITTÖMÄN "BETONIN" NOTKISTAMISEEN (VANHAT) LIGNOSULFONAATIT VOIVAT TOIMIA JOLLAIN TAVOIN (SIDEAINEENA MASUUNIKUONA JA/TAI LENTOTUHKA + ALKALIAKTIVAATTORIT)
 - TÄLLÖIN SUURI ANNOSTUS (JA SOKERIEN MÄÄRÄ) VOI HIDASTAA SYSTEEMIÄ EDELLEEN, MUTTA VEDENVÄHENNYS ON MALTILLINEN
 - HUOMIOITAVA ANNOSTELUJÄRJESTYS – TARVITTAVAT ALKALIAKTIVAATTORIT VOIVAT TUHOTA NOTKISTINMOLEKYYLEJÄ, JOS ANNOSTELLAAN SAMANAIKAISESTI
- JOS SEMENTTIMÄÄRÄ HALUTAAN PAINAA ALLE 25%, NIIN TARVITAAN ALKALIAKTIVAATTORIA JA HEIKOKOSTI TOIMIVAN NOTKISTIMEN APU VARHAISLUJUUTEENKIN JÄÄ PIENEKSI
 - JOPA VAIKKAPA IMUBETONIN KALTAISIA TOIMIA VEDENVÄHENNYKSEEN VOISI HARKITA – ELI VESIMÄÄRÄN HOIDETTUA SYSTEEMIN VOITELU VALETTAVUUDEN MAHDOLLISTAMISEKSI, VOIDAAN VETTÄ POISTAA MUUTOINKIN KUIN NOTKISTIMELLA (IMUBETONISSA SIDEAINE EI OLE HAJAUTUNUT KUTEN TEHONOTKISTETUSSA BETONISSA, JOTEN LUJUUDENKEHITYSTÄ EI AUTETA HAJAUTETUN SIDEAINEEN SUUREMMALLA REAKTIOPINTA-ALALLA)
 - VASTIKÄÄN LEHDESSÄ OLI TARINA TISLATULLA VEDELLÄ KÄSITELLYILLÄ KAHVINPOROILLA TEHDYSTÄ BETONISTA, JOSTA OLI SAATU 30% PAREMPI PURISTUSLUJUUS – EN TUNNE TUTKIMUSTA, MAHTAISIKO VAIKUTUS OLLA SAMANKALTAINEN KUIN IMUBETONISSA
 - TOISAALTA BETONIN ALKALISEEN YMPÄRISTÖÖN LAITETTU ORGAANINEN AINES VOI KEHITTÄÄ AMMONIAKKIA, JOKA EI OLE TERVEELLISTÄ
- FIKSUINTA OLLA MIN N. 25% SEMENTTIÄ TAI KÄYTTÄÄ LIGNOSULFONAATTIA TMS – HIDAS LUJUUDENKEHITYS ISO HANKALUUS – TEHTÄVÄ KEHITYSTYÖTÄ!
- MODERNIT NOTKISTIMET TOIMIVAT MELKO HYVIN ELLEI SEMENTTIMÄÄRÄ LASKE HYVIN ALAS (25-35%:IIN SIDEAINEESTA)
- KOSKA SIDEAINESYSTEEMI ON HIDAS, NIIN ELEMENTTIPUOLEN NOTKISTIMIA VOI KOKEILLA, KOSKA NE ON TEHTY MAHDOLLISTAMAAN NOPEA LUJUUDENKEHITYS (HIDASTAVAT VÄHEMMÄN)
- KOSKA SIDEAINEVALINTA HIDASTAA REAKTIOITA, NIIN TYÖSTÖAIKA ON USEIN RIITTÄVÄ ELEMENTTIPUOLENKIN NOTKISTIMILLA VÄHÄHIILISESSÄ VALMISBETONISSA
- KAIKKI NOTKISTIMET HIDASTAVAT HYDRATAATIOTA, MUTTA HAJAUTTAESSAAN SIDEAINEEN NE LISÄÄVÄT REAKTIOPINTA-ALAA TAVATTOMASTI JA SIKSI NOTKISTETULLA BETONILLA ON PAREMPI VARHAISLUJUUS JA LOPPULUJUUS KUIN NOTKISTAMATTOMALLA BETONILLA

HUOKOSTAVAT LISÄAINEET

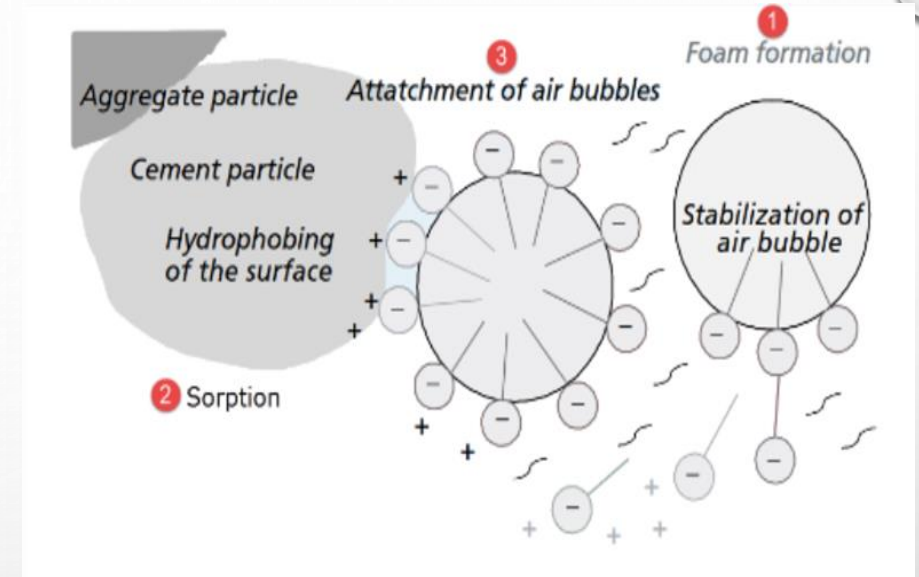
- HUOKOSTAMALLA (ILMAMÄÄRÄ 1-2% → 4,5-7%) PARANNETAAN BETONIN PAKKASEN-KESTÄVYYTTÄ
- **KOSTEANA** JÄÄTYVÄ BETONI VAURIOITUU ILMAN SUOJAHUOKOSTUSTA VUOSIEN KULUESSA
- **SUOLAT** (MAANTIESUOLAUS, MERIVESI) PAHENTAVAT TOISTUVAN JÄÄTYMISEN JA SULAMISEN RASITUSTA
- YLEISESTI HYVÄKSYTTY KÄSITYS ON, ETTÄ JÄÄTYESSÄÄN LAAJENEVA VESI VOI KÄYTTÄÄ SUOJAHUOKOSIA LAAJENTUMISASTIOINA
- SUOJAHUOKOSTEN TULEE OLLA SOPIVAN LÄHELLÄ TOISIAAN → HUOKOSJAKO, NOPEIN TAPA VAKUUTTUA PAKKASENKESTÄVYYDESTÄ



HUOKOSTIMEN TOIMINTA

HUOKOSTIMEN TOIMINTA PERUSTUU PINTA-AKTIIVISIIN MOLEKYYLEIHIN, JOILLA ON VETTÄ HYLKIVÄ JA VETEEN HAKEUTUVA PÄÄ (-)

KÄYTÄNNÖSSÄ HUOKOSTIN MUODOSTAA SIIS SITÄ ENEMMÄN VEDEN JA ILMAN VÄLISTÄ KALVOA MITÄ ENEMMÄN HUOKOSTINTA ANNOSTELLAAN



- SAMA ILMA-% (TILAVUUS) PIENIÄ KUPLIA VAATII ENEMMÄN HUOKOSTINTA ("PALLOJEN MAALAAMISEEN") KUIN ISOT KUPLAT – VERTAA FILLERIN VEDENTARVE VS. 16 MM KIVIAINES (SAMAT KILOMÄÄRÄT)
- HUOKOSTIN EI ITSE SYNNYTÄ ILMAA, VAAN VANGITSEE (STABILOI) SEN VETEEN OIKEAN KOKOISINA PALLOINA – SUOJAHUOKOSINA (0,02 – 0,80 MM)
- VASTA RIITTÄVÄLLÄ SEKOITTAMISELLA SYNTYY HUOKOSTINANNOSTUSTA VASTAAVA MÄÄRÄ TOIVOTUN KOKOISIA ILMAHUOKOSIA (ILMA JAUHAUTUU HIENOKSI)
- SUOJAHUOKOSET KIINNITTYVÄT SEMENTTI- JA KIVIAINESRAKEIDEN PINTAAN VETTÄ HYLKIEN JA SÄHKÖVARAUKSEN VUOKSI
- HUOKOSTIMEN TOIMINTAAN TARVITAAN LUONNOLLISESTI MYÖS VAPAATA VETTÄ
- NIINPÄ ESIMERKIKSI MAAKOSTEAN BETONIN HUOKOSTAMINEN ON MELKO MAHDOTONTA

HUOMIOITAVAA (ILMAN LAADUSTA)

HYVIN PIENELLÄ HUOKOSTINANNOKSELLA SAATU (N. 5%) ILMAMÄÄRÄ TAI PIENELLÄ ANNOSTUKSEN KASVULLA SAATU POIKKEUKSELLISEN ISO ILMAMÄÄRÄN NOUSU VOI VIITATA HUONOLAATUISEEN (KARKEAAN) ILMAAN – HUONO HUOKOSJAKO

HYVÄN HUOKOSJAON SAAVUTTAMISEKSI TULEE MASSAA SEKOITTAA RIITTÄVÄN PITKÄÄN MYLLYSSÄ⁽¹⁾
– TÄMÄ MALTILLISTAA MYÖS MAHDOLLISTA ILMAMÄÄRÄN KASVUA MYÖHEMMIN⁽²⁾

SUURET HUOKOSET JAUHAUTUVAT PIENEMMIKSI LISÄÄMÄLLÄ ALLE 0,1 MM (MIELELLÄÄN MURSKATUN) KIVIAINEKSEN OSUUTTA⁽¹⁾ – TÄLLÖIN VOIDAAN LISÄTÄ HUOKOSTINTA

MYÖS SEMENTIN MÄÄRÄN LISÄYS VOI AUTTAA ILMAN LAATUUN⁽¹⁾

HIENO SEMENTTI VAATII KARKEAA SEMENTTIÄ ENEMMÄN HUOKOSTINTA⁽¹⁾

MYÖS ERILAISET EPÄPUHTAUDET VOIVAT VÄHENTÄÄ ILMAMÄÄRÄÄ⁽¹⁾ (LENTOTUHKAN JÄÄNNÖSHIILI YMS) – ERITYISESTI MINERAALIÖLJYN KÄYTTÖ MYLLYSSÄ ON VASTUUTONTA, SUOSI EMULSIOTA

ALHAINEN LÄMPÖTILA LISÄÄ ILMAMÄÄRÄÄ KASVATTAEN KUPLAKOKOA⁽¹⁾

ILMAN MÄÄRÄ JA LAATU OVAT RIIPPUVAISIA SIDEAINEVALINNASTA, NOTKISTIMESTA JA HUOKOSTIMESTA – YHDENKIN VAIHTAMINEN MUUTTAA SYSTEEMIN KÄYTTÄYTYMISTÄ

8 MM MAKSIMIRAEKOON BETONIMASSASSA ON KUUTIOSSA ENEMMÄN PASTAA KUIN 16 MM MAKSIMIRAEKOON BETONISSA – MYÖS ILMA-%:N PITÄÄ OLLA ISOMPI SAMAN HUOKOSJAON SAAVUTTAMISEKSI

(1) Lähde: Tkt Anna Kronlöf, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Mistä on pienet kuplat tehty?

(2) Lähde: Prof. Jouni Punkki, Aalto-yliopisto, Betonitekniikka, Betonin ilmapitoisuuden hallinta, Betonin Kesäseminaari, Aulanko, 11.8.2017

HUOMIOITAVAA (ILMAN LAADUSTA)

SAMAA BETONIRESEPTIÄ KÄYTTÄMÄLLÄ JA HUOKOSTINMÄÄRÄÄ KASVATTAMALLA KASVAA ILMAMÄÄRÄ LISÄTEN YLEENSÄ MYÖS OMINAISPINTA-ALAA JA PIENENTÄEN HUOKOSJAKOA

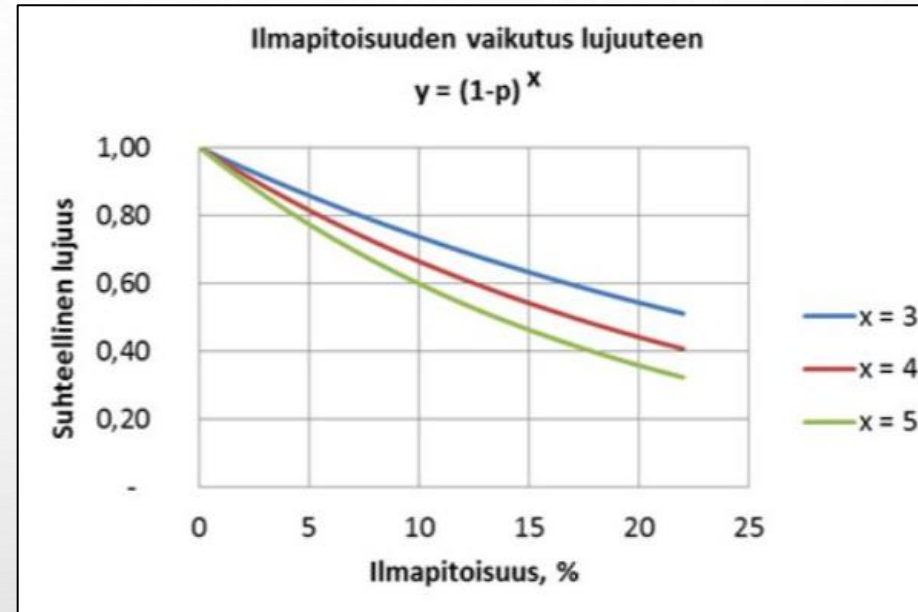
YLEENSÄ NOIN 5,5 %:N ILMAMÄÄRÄ (MUOTISSA) ON MIELEKÄS TAVOITE, JOLLA HYVÄ HUOKOSJAKOKIN ON MAHDOLLISTA SAAVUTTAA

ALLE 4% ILMAMÄÄRÄ EI OLE MIELEKÄS EDES HYVÄLLÄ HUOKOSJAOLLA JA YLI 7% ILMAMÄÄRÄLLÄ ERI RISKIT KASVAVAT

MYÖS KORKEALUJUUSBETONI ON PAKKASENKESTÄVÄÄ

NIINPÄ YLI 7% ILMAMÄÄRÄ ON VAIKEASTI HALLITTAVISSA JA SYÖ JO LUJUUTTA NIIN PALJON, ETTEI TÄMÄ OLE OPTIMAALISTA

JOKAINEN PROSENTTI ILMAA SYÖ LUJUUTTA N. 3-5%



Lähde: FM Jarkko Klami, VTT Expert Services Oy, Ilma betonissa, Betonitutkimusseminaari 2017

HUOMIOITAVAA (ILMAN LAADUSTA)

LYHYT SEKOITUSAIKA TEHTAALLA SAATTAA JÄTTÄÄ ISOILLA HUOKOSTINANNOSTUKSILLA ISON POTENTIAALIN MUODOSTAA ILMAA AUTOSSA SEKOITETTAESSA JA BETONIA KÄSITELTÄESSÄ (PUMPPAUS, VALU)⁽¹⁾

RISKI ILMAMÄÄRÄN NOUSEMISEEN ON ISOMPI NOTKEIMMILLA MASSOILLA⁽¹⁾

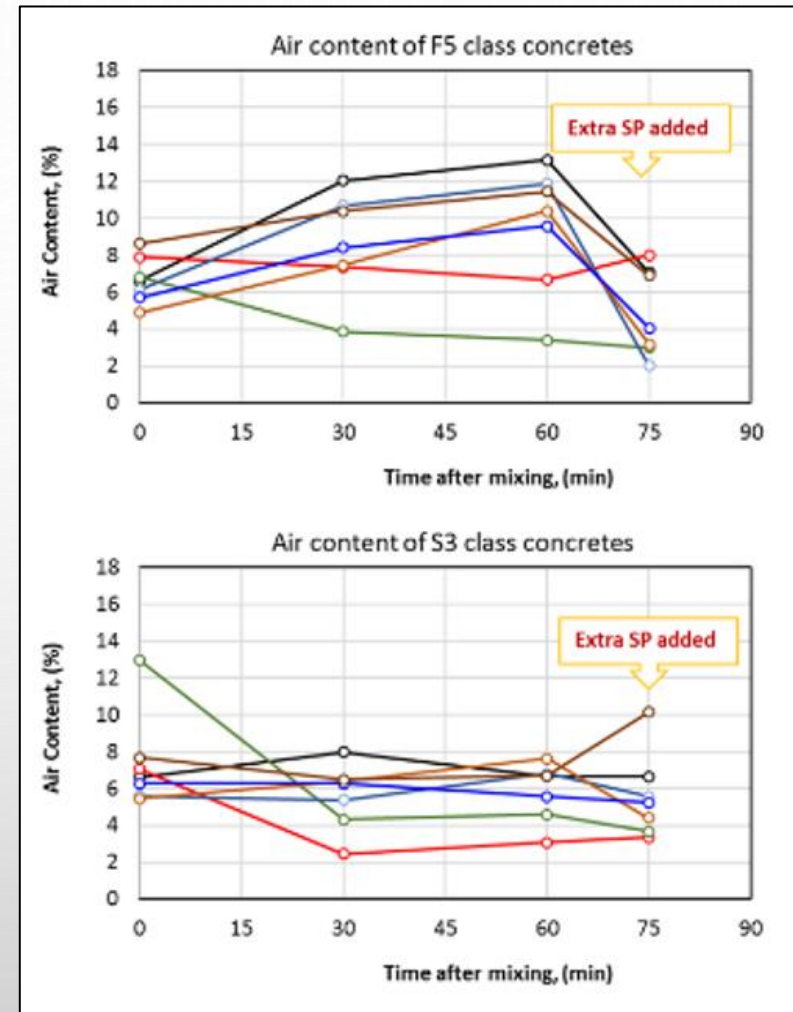
MITÄ ISOMPIA ILMAMÄÄRIÄ KÄYTETÄÄN SITÄ ISOMPIA VOIVAT VAIHTELUTKIN OLLA

HYVIN PITKILLÄ TYÖSTÖAJOILLA ON OLTAVA SELVILLÄ ILMAMÄÄRÄN MUUTOKSISTA AINA LOPPUSIJOITUKSEEN ASTI (VALVONTA)

NOTKISTIN SISÄLTÄÄ VAAHDONESTOA, JONKA YHTEENSOPIVUUS HUOKOSTIMEN KANSSA ON TÄRKEÄÄ

INVESTOINTI HYVÄÄN NOTKISTIMEN SEKOITTIMEEN TEHTAALLA VÄHENTÄÄ VAIHTELUA (HOMOGEENINEN VAAHDONESTO)

HUOKOSTIMEN LAIMENTAMINEN LISÄÄ ANNOSTELUTARKKUUTTA



⁽¹⁾ Lähde ja kuvien lähde: Prof. Jouni Punkki, Aalto-yliopisto, Betoniteknikka, Robust Air -tutkimuksen tuloksia, 2017

HUOKOSTAMISEN PULMAT

1. ILMAA TULEE HYVIN PIENELLÄ HUOKOSTINANNOKSELLA

ONHAN NOTKISTIN (VAAHDONESTO) TASALAATUISTA JA SEKOITIN TOIMII. (EIHÄN NOTKISTIN HAISE JA KASVA JOTAIN?)

LISÄÄ <0,1 MM KIVIAINESTA (MIELUITEN MURSKATTUA), LISÄÄ (HIENOA) SEMENTTIÄ, VÄLTÄ KIVIAINEKSEN 1-2 MM KYÖMYÄ, VÄHENNÄ VETTÄ, TEE JÄYKEMPÄÄ, SEKOITA KAUEMMIN (KUPLIEN JAUHAUTUMINEN VÄHENTÄÄ ILMA-%:A)

3. ILMAMÄÄRÄ KASVAA TYÖMAALLA

SEKOITA MYLLYSSÄ MAHDOLLISIMMAN PITKÄÄN JA ASETA ILMAMÄÄRÄTAVOITE ALARAJALLE MYLLYLLÄ

MINIMOI SEKOITUS KULJETUKSEN AIKANA JA VARMISTA ETTEI PUMPPULINJA VUODA ILMAA MASSAN SEKAAN

JOS MIKÄÄN EI AUTA: TEE BETONI JÄYKEMPÄNÄ JA LISÄÄ NOTKISTINTA TYÖMAALLA, MUTTA ENNAKKOTESTAA

2. ILMAMÄÄRÄ VAIHTELEE JO MYLLYLLÄ

ONHAN NOTKISTIN (VAAHDONESTO) TASALAATUISTA JA SEKOITIN TOIMII. (EIHÄN NOTKISTIN HAISE JA KASVA JOTAIN?)

VAKIOI SEKOITUSAIKA JA LISÄVEDEN AJANKOHTA SEKÄ OPTIMOI MÄÄRÄ ALHAISEKSI

LAIMENNA HUOKOSTIN RIITTÄVÄSTI ANNOSTELUN HELPOTTAMISEKSI, HUOLEHDI SEKOITUKSESTA !!!

VAKIOI MAHDOLLISUUKSIEN MUKAAN: NOTKEUS, LÄMPÖTILA, KIVIAINES

ÄLÄ KÄYTÄ MINERAALIÖLJYÄ MYLLYN RASVAAMISEEN – EIHÄN JOSTAIN TULE EPÄPUHTAUKSIA

4. BETONIN HUOKOSJAKO ON HUONO

KATSO KOHDAN 1. TOIMENPITEET

NOSTA LUJUUTTA, JOS NOSTAT ILMAMÄÄRÄÄ – VALVO, ETTEI ILMAMÄÄRÄ NOUSE LIIAN KORKEAKSI MUOTISSA

LISÄVEDEN KÄYTÖLLÄ JO KOKO MUODOSTUNEELLE KUPLAMÄÄRÄLLE ANNETAAN LISÄTILAA JA KAIKKIEN KUPLIEN KOKO KASVAA, SIKSI LISÄVETTÄ KANNATTAA ANNOSTELLA NOPEASTI JA RAJALLINEN MÄÄRÄ

HUOKOSTAMISEN EDUT

SUOMESSA PAKKASRASITETTUIJEN BETONIRAKENTEIDEN VALMISTAMINEN HUOKOSTETUSTA BETONISTA MAHDOLLISTAA KESTÄVÄN KEHITYKSEN MUKAISEN SÄILYVYYDEN TAVOITTELUN

HUOKOSTETUN BETONIN TYÖSTETTÄVYYSOMINAISUUDET PARANEVAT

HUOKOSTAMINEN HÄIRITSEE / KATKOO BETONIN KAPILLAARIVERKOSTOA, JOTEN BETONI ON VESITIIVIIMPÄÄ

HUOKOSTETUN BETONIN KOOSSAPYSYVYYS JA STABIILIUUS ON PAREMPI

HUOKOSTAVIEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

- HUOKOSTIN TOIMII VEDESSÄ, EIKÄ NIINKÄÄN SIDEAINEEN KANSSA
- SIKSI ILMAN MUODOSTAMINEN VÄHÄHIILISEEN BETONIIN EI OLE TAVATTOMAN ERILAISTA
- TOKI JOS SIDEAINETTA TAI MUUTA HIENOAINESTA ON ENEMMÄN KUIN ENNEN, NIIN HUOKOSTIMEN ANNOSTELU NOUSEE – AIVAN KUTEN JOS SEMENTTIÄ TAI FILLERIÄ LISÄTTÄISIIN
- SUURI HEHKUTUSHÄVIÖN MÄÄRÄ SIDEAINEESSA VOI AIHEUTTAA ILMAN PIENEMMÄN MÄÄRÄN.
- TAVOITEILMAMÄÄRÄ VOI OLLA SAMA, MUTTA EI OLE AIVAN SAMA MITÄ HIENOAINESTA BETONIIN ON LISÄTTY
- ON OIREITA SIITÄ, ETTÄ AVA-MITTAUS VOI NÄYTTÄÄ NÄILLÄ BETONEILLA HYVÄLTÄ, MUTTA SUORA PAKKASKOE EI MENEKÄÄN LÄPI. YKSI MAHDOLLINEN SYY VOI OLLA KALKKIHIIEKKAFILLERI. ESIMERKIKSI EESTISSÄ TUODaan SUOMALAISTA GRANIITTIA PAKKASENKESTÄVÄÄN BETONIIN PAIKALLISEN KALKKIKIVI-KIVIAINEKSEN KÄYTÖN SIJAAN.
- (ERÄÄN NÄKEMYKSEN MUKAAN) VOISI MYÖS OLLA MIELEKÄSTÄ TEETTÄÄ SUORA PAKKASKOE VANHEMILLA KOEKAPPALEILLA KUIN PERINTEISELLÄ BETONILLA – MUTTA VAATISI ENNAKKOTAPAUKSEN/TUTKIMUSTA
- TÄYSIN SEMENTITTÖMÄN ”BETONIN” HUOKOSTAMINEN ON SIIS MELKO SAMANLAISTA KUIN PERINTEISEN BETONIN.
- MUTTA HUOKOSTUSASIOISSA KANNATTAÄ TUNTEA PROSESSINSA MYLLYLLÄ, KULJETUKSESSA, PUMPATESSA JA MUOTILLA.
- VÄHÄHIILISTEN BETONIEN HUOKOSTAMISESSA ON TEHTÄVÄ RIITTÄVÄSTI ENNAKKOKOKEITA JA SEURATTAVA SIDEAINEEN VAIHTELUITA MAHDOLLISESTI TARKEMMIN KUIN KÄYTETTÄESSÄ EHKÄ OMINAISUUKSILTAAN TASALAATUISEMPAA SEMENTTIÄ.

HIDASTIMET

HIDASTIMILLA SIIRRETÄÄN BETONIN SITOUTUMISAJAN ALKUA.

YLEISIMMIN SOKERI-JOHDANNAISIA AINEITA. HIDASTIMET EIVÄT YLEENSÄ VAIKUTA KÄYTETTÄVÄÄN BETONIN VESIMÄÄRÄÄN JOTKUT VOIVAT ALENTAVAA VEDEN TARVETTA.

HIDASTIMET EIVÄT OLE SAMA ASIA KUIN TYÖSTETTÄVYYTTÄ PIDENTÄVÄT LISÄAINEET. JOSKUS HIDASTINTA SISÄLTÄVÄT BETONIT MENETTÄVÄT TYÖSTETTÄVYYDEN JOPA NOPEAMMIN KUIN VERTAILUMASSA.

ANNOSTELUAJANKOHDALLA ON VÄLIÄ, VIIVÄSTETTY ANNOSTUS TUO PAREMMAN EFEKTIN.

KOLME TOIMINTATAPAA

1. ADSORPTIO: SEMENTTIPARTIKKELIN YMPÄRILLE MUODOSTUU KALVO JOLLOIN VESIMOLEKYYLI EI PÄÄSE REAGOIMAAN
2. NUKLEOOSI: KALSIUMHYDROKSIIDIKITEIDEN KASVUA ESTETÄÄN
3. HYDRATAATIOTA HIDASTETAAN ESTÄMÄLLÄ KALSIUM, HYDROKSIDI (PII, ALUMIINI JA RAUTA) -IONIEN REAGOIMISTA VESIFAASSISSA

HIDASTAVIEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

- HIDASTINTA TUSKIN TARVITAAN LUJUUDENKEHITYKSEN HIDASTAMISEEN VÄHÄHIILISILLÄ BETONEILLA, VAAN ON TODENNÄKÖISESTI MAHDOLLISTA PELATA SIDEAINEEN KANSSA HALUTUN HITAUDEN AIKAAN SAAMISEKSI.
- SEN SIJAAN TYÖSTÖAJAN MAHDOLLISTAMISEKSI VARMAAN TARVITTAISIIN HYVIÄ IDEOITA TAI PALJON KEHITYSTYÖTÄ. NÄIN SIIS SIKSI, ETTÄ ERÄS KIRJALLISUUDESSA MAINITTU ALKALIAKTIVAATTORI ON PERÄTI RUISKUBETONIN KIIHDYTTIN JA SEN HETKELLINEN HIDASTAMINEN VOISI OLLA KIINNOSTAVA LÄHESTYMISTAPA
- JA SIIS LIGNOSULFONAATIN YLIANNOSTUS VOISI AUTTAA TYÖSTETTÄVYYSAJAN PIDENTÄMISEEN, KUN SEMENTTIMÄÄRÄ ON ALLE 25%
- KUN SEMENTTIMÄÄRÄ ON YLI 25% (TAI YLI 35%) NIIN MODERNIT NOTKISTIMET TOIMIVAT RIITTÄVÄN HYVIN JA VOIVAT TARJOTA PITKÄN TYÖSTÖAJAN – TÄLLÖIN MYÖS HIDASTIN TODENNÄKÖISESTI TOIMII MELKO ODOTETUSTI (JOS SITÄ TARVITAAN)
- RIITTÄVÄ LUJUUDENKEHITYSNOPEUS ON PALJON SUUREMPI HAASTE VÄHÄHIILISILLÄ BETONEILLA KUIN HIDASTAMINEN (KÄSITTÄÄKSENI)

KIIHDYTTÄVÄT LISÄAINEET

KIIHDYTTIMILLÄ VAIKUTETAAN SEMENTIN HYDRATAATIONOPEUTEEN JOKO NOPEUTTAMALLA SITOUTUMISAIKAA TAI ENSIMMÄISTEN VUOROKAUSIEN LUJUUSKEHITYSTÄ. NYKYISILLÄ TUOTTEILLA VOIDAAN VAIKUTTA SAMANAIKAISESTI MOLEMPIIN VAIHEISIIN. LÄMPÖTILALLA JA LÄMMÖNTUOTOLLA ON OLEELLINEN MERKITYS KIIHDYTTIMEN TOIMINTAAN.

SITOUTUMISAIKAAN VAIKUTTAVIEN KIIHDYTTIMIEN EDUT:

- AIKAISEMPI PINTOJEN TEKO / VIIMEISTELY
- MUOTTIPAINEN PIENENTÄMINEN
- TEHOKKAAMPI HYDRAULISEN PAINEN AIHEUTTAMIEN VUOTOJEN TIIVISTYS

VARHAISEMMAN LUJUUDENKEHTIYKSEN EDUT:

- NOPEAMPI MUOTTIKIERTO
- JÄLKIHOITO JA-SUOJAUSAJAN LYHENTÄMINEN
- OSITTAINEN TAI TÄYDELLINEN LUJUUDENKEHITYKSEN HIDASTUMISEN KOMPENSOINTI ALHAISISSA VALULÄMPÖTILOISSA

KIIHDYTTÄVÄT LISÄAINEET

- KIIHDYTTIMET, VANHIN KÄYTETTY LISÄAINE BETONILLE, JO VUODESTA 1873 KALSIUM KLOORIDI ... EDELLEEN TEHOKKAIN KIIHDYTIN, TOKI KLORIIDITTOMIAKIN LÖYTYY NYKYÄÄN. KLORIDIT -> TERÄSKORROOSIO, LISÄÄNTYNYT KUTISTUMA.
- LUJUUSHÄVIÖTÄ LOPPULUJUUDESSA, YLEENSÄ VAIN NATRIUM SILIKAATTI JA ALUMINAATTI POHJAISILLA TUOTTEILLA
- VESISEMENTTISUHTEELLA ON MERKITYSTÄ, SE VAIKUTTAA VARHAISVAIHEEN LUJUUDENKEHITYKSEEN MERKITTÄVÄSTI.
- ENITEN KÄYTETÄÄN RUISKUBETONEISSA. FOCUS ON TOINEN: IHAN VARHAISVAIHEEN LUJUUDENKEHITYSTÄ KIIHDYTETÄÄN VAIKKAKIN VUOROKAUDEN LUJUUS JÄÄ MALTILLISEKSI.
- UUSIN KIIHDYTTINTYYPPI ON KRISTALLISOIVA (X-SEED). SE ON UUDENLAINEN KIIHDYTIN JOKA SISÄLTÄÄ CSH OSIA JOTKA REAGOIVAT SEMENTIN NUKLEOOSIVAIHEESSA JA LUJUUSKEHITYS ETENEE KUTEN HÖYRYJÄLKIHOIDOSSA.

KIIHDYTTÄVIEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

- KUN SEMENTTIMÄÄRÄ ON ALLE 25%, NIIN ALETAAN VARMASTI KAIVATA KIIHDYTTÄMISEN LISÄKSI MYÖS ALKALIAKTIVAATTORIA TYYPILLISTEN LENTOTUHKAN JA MASUUNIKUONAN KANSSA
 - JOS SEMENTTIÄ EI KÄYTETÄ LAINKAAN, NIIN ON PAKKO KÄYTTÄÄ ALKALIAKTIVAATTORIA –JOISTA AINAKIN KAKSI ESITETÄÄN AIVAN YLEISESTI KIRJALLISUUDESSA
 - KRISTALLISOIVAT KIIHDYTTIMET EIVÄT TOIMI KOVIN HYVIN ALHAISILLA SEMENTTIPITOISUUKSILLA
 - TOINEN ALKALIAKTIVAATTORINA TUTKITTU KEMIKAALI TOIMII SITOUTUMISEN KIIHDYTTIMENÄ MELKO RAJUSTI, JA SILLOIN MURHEEKSI NOUSEE TYÖSTETTÄVYYSAIKA
- KÄYTÄNNÖSSÄ HYVÄ ALKALIAKTIVAATTORI ON SEMENTTI
- JOS OIKEIN VÄHÄHIILISTÄ BETONIA HALUTAAN KÄYTTÄÄ ELEMENTTITEOLLISUUDESSA, NIIN TARVITTANEEN TODENNÄKÖISESTI TUPLAMÄÄRÄ MUOTTEJA (2023)
- TODELLA VÄHÄHIILISEN BETONIN KIIHDYTTÄMISESSÄ TARVITAAN KAIKKI KEINOT: SEMENTTIÄ, LÄMPÖÄ, KIIHDYTINTÄ JA AIKAA.

PAKKASLISÄAINEET

PAKKASLISÄAINEET, KÄYTTÖMÄÄRÄT 3-8% SEMENTIN MÄÄRÄSTÄ

TOIMINTA PERUSTUU KAHTeen ASIAAN:

- VEDEN JÄÄTYMISPISTEEN ALENTAMISEEN (8% ANNOSTUKSELLA 50% VEDESTÄ ON VIELÄ NESTEMÄISESSÄ MUODOSSA -15°C)
- SITOUTUMISAJAN JA KOVETTUMISEN KIIHDYTTÄMINEN

V/S-SUHDE TULEE OLLA $< 0,50$

PAKKASBETONIN TOIMINTA TULEE TESTATA ENNAKKOKOKEIN

PAKKASBETONI EI YKSINÄÄN RATKAISE TALVIBETONOINNIN HAASTEITA

PAKKASLISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

TOIMINTA PERUSTUU KAHTEN ASIAAN:

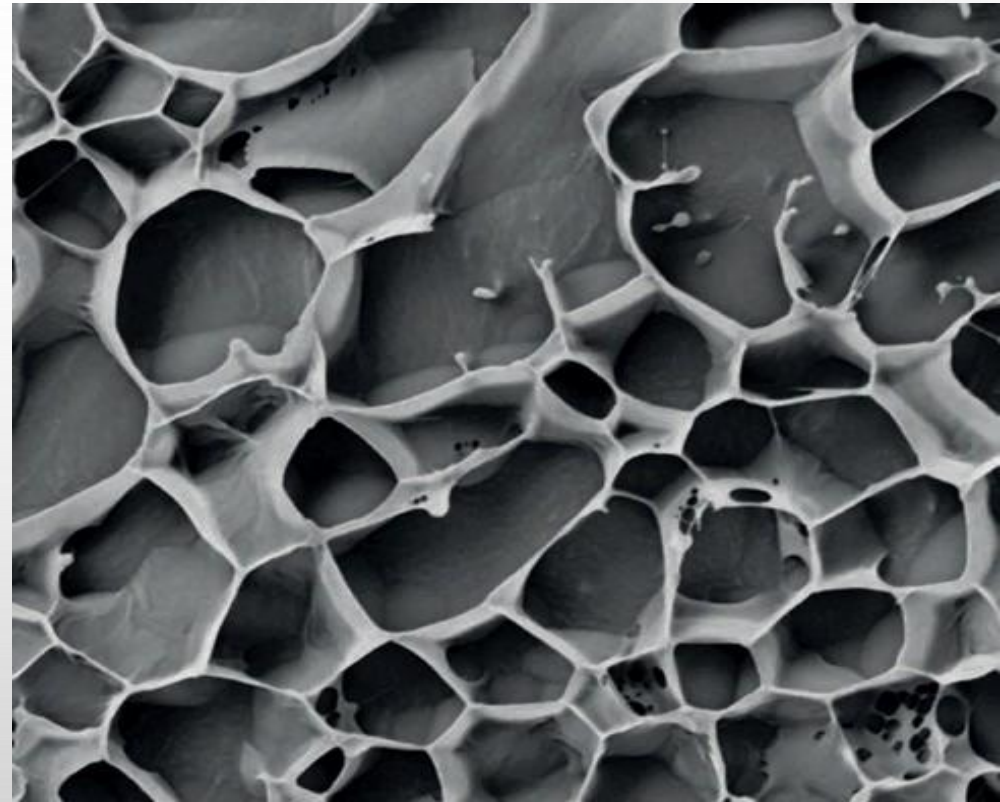
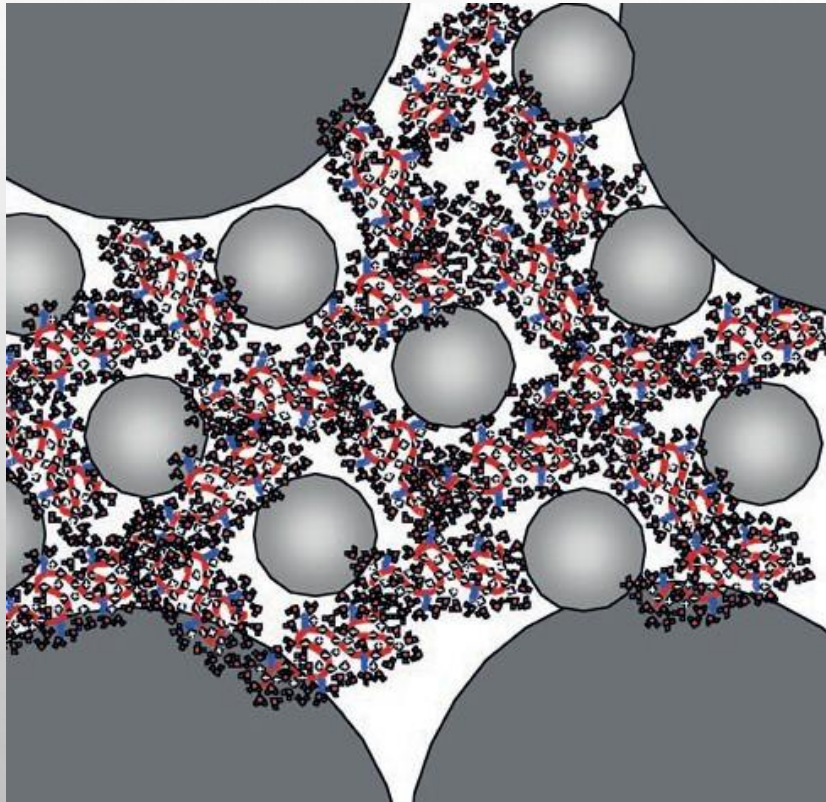
- VEDEN JÄÄTYMISPISTEEN ALENTAMISEEN (8% ANNOSTUKSELLA 50% VEDESTÄ ON VIELÄ NESTEMÄISESSÄ MUODOSSA -15°C) – TOIMII NORMAALIHKOSTI
- SITOUTUMISAJAN JA KOVETTUMISEN KIIHDYTTÄMINEN – EI TOIMI VÄLTTÄMÄTTÄ TEHOKKAASTI

V/S-SUHDE TULEE OLLA $< 0,50$. MIKÄ ON VÄHÄHIILISESSÄ BETONISSA HAASTE, ELLEI SEMENTTIÄ KÄYTETÄ RIITTÄVÄSTI, JOTTA TEHONOTKISTIN TOIMII TEHOKKAASTI

VÄHÄHIILISEN PAKKASBETONIN TOIMINTA TULEE TESTATA ENNAKKOKOKEIN

PAKKASBETONI EI YKSINÄÄN RATKAISE TALVIBETONOINNIN HAASTEITA

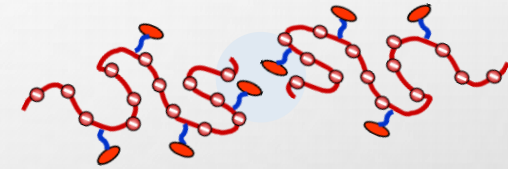
VMA VISCOSITY MODIFYING ADMIXTURES TOIMINTA



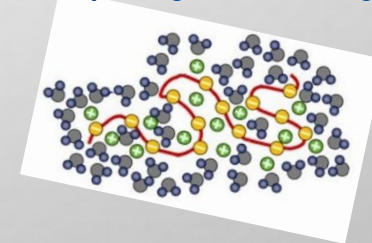
VMA VISCOSITY MODIFYING ADMIXTURES TOIMINTA

- VESILIUKOISIA POLYMEEREJÄ
- MUODOSTAVAT KOMPLEKSISIA MOLEKYYLIRYHMITYMIÄ JA POLYMEERIKASAUMIA
 - TOIMIVAT BETONISSA HIENOAINEKSEN TAVOIN JA PARANTAVAT SEN KOOSSAPYSYVYYTTÄ JA VÄHENTÄVÄT EROTTUMISTA
 - KÄYTETÄÄN MM. UPPOBETONIVALUISSA JA IT-BETONISSA
- AIKAANSAAVAT VEDEN VETYSIDOKSIA
 - VÄHENTÄVÄT BETONIN VEDENEROTTUMISTA

VMA 1
Self Association



VMA 2
Hydrogen bonding



MUIDEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

VMA VISCOSITY MODIFYING ADMIXTURES

- VESILIUKOISIA POLYMEEREJÄ JOTEN TOIMIVAT VESIFAASSISSA – EIVÄT NIINKÄÄN SIDEAINEEN KANSSA
- MUODOSTAVAT KOMPLEKSISIA MOLEKYYLIRYHMITYMIÄ JA POLYMEERIKASAUMIA
 - TOIMIVAT BETONISSA SIIS HIENOAINEKSEN TAVOIN JA PARANTAVAT SEN KOOSSAPYSYVYYTTÄ JA VÄHENTÄVÄT EROTTUMISTA
 - KÄYTETÄÄN MM. UPPOBETONIVALUISSA JA IT-BETONISSA
- AIKAANSAAVAT VEDEN VETYSIDOKSIA
 - VÄHENTÄVÄT BETONIN VEDENEROTTUMISTA

TOIMINEVAT MYÖS VÄHÄHIILISISSÄ BETONEISSA MELKO ODOTETULLA TAVALLA

KUTISTUMAA VÄHENTÄVÄT LISÄAINEET (SRA)

- HYDRATAATIOREAKTIOSSA SEMENTIN REAGOIDESSA VEDEN KANSSA SEMENTTIKIVEN TILAVUUS PIENENEE ALKUPERÄISESTÄ
- MYÖS BETONIN KUIVUESSA SEMENTTIKIVEN TILAVUUS PIENENEE JA BETONI KUTISTUU
- AUTOGEENINEN KUTISTUMA
- KUIVUMISKUTISTUMA
- PLASTINEN KUTISTUMA
- KUTISTUMINEN ON BETONIN LUONNOLLINEN OMINAISUUS
- KUTISTUMINEN VOI JOHTAA BETONIN HALKEILUUN
- BETONIN OIKEA KOOSTUMUS JA AJOISSA ALOITETTU JÄLKIHOITO!
- HALKEILULEVEYTTÄ VOIDAAN RAJOITTA KUIDUILLA

KUTISTUMAA VÄHENTÄVÄT LISÄAINEET (SRA)

- PINTA-AKTIIVISIA AINEITA, JOTKA ALENTAVAT BETONIN KAPILLAARIHUOKOSISSA OLEVAN VEDEN PINTAJÄNNITYSTÄ
- AINEILLA VOIDAAN VÄHENTÄÄ KOKONAISKUTISTUMAA JOPA 40%
- KUTISTUMISEN VÄHENEMISEEN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA OVAT:
 - AINEEN TYYPPI
 - SEMENTTITYYPPI
 - VESI-SEMENTTISUHDE
- PURISTUSLUJUUS VÄHENEÄ NOIN 20%
- HUOKOSTUKSEN ONNISTUMINEN VARMISTETTAVA
- HYVÄ BETONIN KOOSTUMUS JA SRA-AINE -> VÄHÄN KUTISTUVA BETONI -> PIENEMPI HALKEILURISKI

MUIDEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

KUTISTUMAA VÄHENTÄVÄT LISÄAINEET (SRA)

- KUTISTUMINEN ON BETONIN LUONNOLLINEN OMINAISUUS
- KUTISTUMAA VÄHENTÄVÄT LISÄAINEET TOIMIVAT HUOKOSVEDESSÄ VÄHENTÄEN VEDEN PINTAJÄNNITYSTÄ
- KUTISTUMISEN VÄHENEMISEEN VAIKUTTAVIA SEIKKOJA OVAT:
 - AINEEN TYYPPI
 - SEMENTTITYYPPI
 - VESI-SEMENTTISUHDE
- ELI SIDEAINEEN MUUTOS VOI VAIKUTTA MERKITTÄVÄSTI HUOLIMATTA, ETTÄ AINE VAIKUTTA LÄHINNÄ VESIFAASISSA
- PURISTUSLUJUUS VÄHENE NOIN 20% - JOTEN VOI OLLA HAASTAVAA KÄYTTÄÄ VÄHÄHIILISISSÄ BETONEISSA
- HUOKOSTUKSEN ONNISTUMINEN VARMISTETTAVA
- HYVÄ BETONIN KOOSTUMUS JA SRA-AINE -> VÄHÄN KUTISTUVA BETONI -> PIENEMPI HALKEILURISKI
- HALKEILULEVEYTTÄ VOIDAAN RAJOITTA MYÖS KUIDUILLA

TOIMINEVAT MYÖS VÄHÄHIILISISSÄ BETONEISSA MUTTA LUJUUS TARKISTETTAVA

MAAKOSTEAN BETONIN LISÄAINEET

KÄYTETÄÄN "NOTKISTIMEN KALTAISESTI" TIIVISTYSAPUNA TAI HÄRMÄN EHKÄISYYN

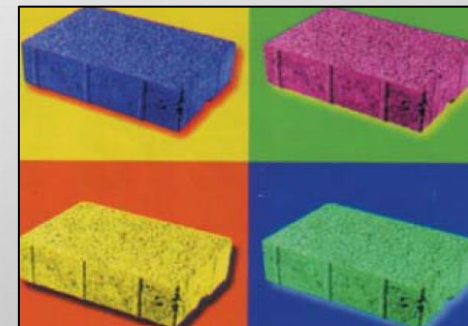
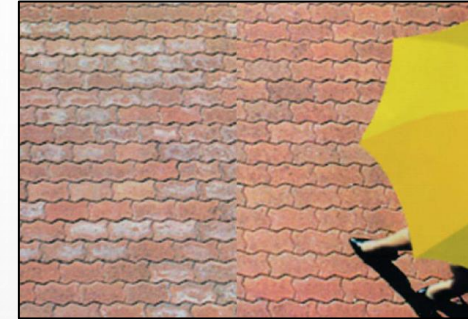
PERUSTUVAT LÄHINNÄ PINTA-AKTIIVISIIN AINEISIIN

TIIVISTYSAPUAINEELLA PYRITÄÄN PARANTAMAAN PAKKAUTUVUUTTA/TIIVISTYVYYTTÄ "VOITELEMALLA SYSTEEMIÄ" – EI VÄHENTÄMÄLLÄ VETTÄ

SILLÄ SAAVUTETAAN YLEENSÄ TUOTTEIDEN PAREMPI PINTALAATU JA DIMENSIOTARKKUUS, PAREMPI VARHAIS- JA LOPPULUJUUS, PIENEMPI LAITTEISTON KULUMINEN TEHON SILTI NOUSTESSA SEKÄ TASALAATUISUUDEN PARANTUESSA

VAALEAA KALKKIHÄRMÄÄ EHKÄISTÄÄN LÄHINNÄ PIHAKIVITYYPPISISSÄ TUOTTEISSA JA TEHOAINEET OVAT ESIMERKIKSI HYDROFOBISIA

SAMALLA VOIDAAN PYRKIÄ MYÖS KIRKKAAMPIIN VÄREIHIN



MUIDEN LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

MAAKOSTEAN BETONIN LISÄAINEET

- ”NOTKISTIMEN KALTAISESTI” KÄYTETYT TIIVISTYSAPUAINEET EIVÄT EHKÄ TOIMI TEHOKKAASTI (ONTELOLAATTATUOTANNOSSA)
- MYÖS HÄRMÄN EHKÄISY ON TUTKITTAVA KOKEIN JA ON EPÄVARMAA – MUTTA MASUUNIKUONAN JA LENTOTUHKAN KÄYTTÖ ITSESSÄÄN VÄHENTÄÄ HÄRMÄÄ
- LÄHINNÄ PELKKIIN PINTA-AKTIIVISIIN AINEISIIN PERUSTUVAT PIHAKIVIEN KALTAISTEN TUOTTEIDEN VALMISTUKSEEN SOVELTUVAT MAAKOSTEIDEN VÄHÄHIILISTEN BETONIEN LISÄAINEET VOIVAT TOIMIA MAINIOSTI

TOIMINEVAT PIHAKIVITUOTANNOSSA MYÖS VÄHÄHIILISISSÄ BETONEISSA MELKO ODOTETULLA TAVALLA – MUTTA ONTELOLAATTATUOTANTO EHKÄ HAASTEELLISTA



Suomen Betoniyhdistys ry

OHJE 15.6.2017

LISÄAINEIDEN VASTAANOTTO JA SÄILYTYS

Betonin lisäaineet mahdollistavat monenlaisten betonien valmistuksen maakosteasta itsetiivistyvään betoniin. Lisäaineilla voidaan betoni räätälöidä kullekin käyttäjälle ja kuhunkin käyttötarkoitukseen. Lisäaineet ovat kemikaaleja, joiden käytössä on aina noudatettava huolellisuutta. Käyttäjillä tulee olla tieto milloin mitään ainetta tulee käyttää ja miten aine vaikuttaa betonissa. Suomessa betonin lisäaineita toimittavat yritykset pyrkivät näillä ohjeilla edistämään laadukasta betonin valmistusta antamalla alla olevat suositukset aineiden käytölle.

by Suomen Betoniyhdistys ry OHJE 15.6.2017

LISÄAINEIDEN VASTAANOTTO JA SÄILYTYS

Betoniin lisäaineet mahdollistavat monenlaisten betonien valmistuksen maakosteasta itsetiivistyvään betoniin. Lisäaineet voidaan räätälöidä kullekin käyttäjälle ja kuhunkin käyttötarkoitukseen. Lisäaineet ovat kemikaaleja, joiden käytössä on aina noudatettava huolellisuutta. Käyttäjillä tulee olla tieto milloin mitään ainetta tulee käyttää ja miten aine vaikuttaa betonissa. Suomessa betonin lisäaineita toimittavat yritykset pyrkivät näillä ohjeilla edistämään laadukasta betonin valmistusta antamalla alla olevat suositukset aineiden käytölle.

VASTAANOTTO Tarkista aina vastaanotettavan lisäaineen laatu ja määrä. Ota selvää vakaudesta, ettei lisäainetta ole sekoitettu muuhun lisäaineeseen. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.

LÄMPÖTILA Tarkista lisäaineen säilytysolosuhteet. Lisäaineet on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.

SEKOITUS Käsittele lisäaineen vastaanottoa ja sekoitusta tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.

SAILOITUS Säilöissä lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.

Puhdistusohje

- Puhdistusohje on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.
- Puhdistusohje on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.
- Puhdistusohje on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.
- Puhdistusohje on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.

VASTAANOTTO Lisäaineen vastaanotto on rajoitettu. Älä käytä vaurioituneita tuotteita. Näitä tuotteita ei saa käyttää.

LÄMPÖTILA Lisäaineet on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna. Lisäainetta on säilytettävä ja paketoitava tiiviisti ja suojattuna.

Lisäaineiden vastaanotto on rajoitettu. Älä käytä vaurioituneita tuotteita. Näitä tuotteita ei saa käyttää.

LISÄAINEIDEN SÄILYTYS



VASTAANOTTO Tarkista aina vastaanotettavan lisäaineen **laatu ja määrä**. Opasta niin selkeästi, ettei täytössä voi tapahtua sekaannuksia. Huolehdi, että täyttöputkissa on valmistenimi (ja mahdollisesti kuiva-ainepitoisuus). Huolehdi myös, että vastaavat merkinnät ovat säiliöissä. eli: **tuotteiden valmistenimi ja mahdollisesti liuoksen laimennussuhde. Pidä tallessa tiedot toimitetuista valmiste-eristä ja viimeisistä käyttöpäivistä.**



LÄMPÖTILA Suojaa lisäaineet jäätymiseltä. Ota yhteys lisäainetoimittajaan, mikäli epäilet lisäaineen jäätyneen - älä käytä jäätynyttä tuotetta ilman lupaa. **Korkea lämpötila voi vahingoittaa lisäainetta** ja ainakin lyhentää säilyvyysaikaa. **Älä altista lisäainetta suoralle auringonvalolle** pitkään.



SEKOITUS Kaikessa teollisessa valmistuksessa pyritään minimoimaan vaihtelutekijät. **Lisäaineita tulisi sekoittaa riittävästi.** Potkurilla tai lapasekoittimella saadaan koko lisäainemäärä sekaisin. Välttävä vaihtoehto on kiertopumppaus. Ilmalla sekoittamista ei suositella ja kielletään osittain joidenkin tuotteiden kohdalla. Varmista, ettei säiliön muoto estä sekoittumista. Ota yhteys lisäainetoimittajaan mikäli esimerkiksi pinnassa esiintyy lauttoja tai ulkonäkö muuten on arveluttava. Notkistimen erottuminen voi johtaa esimerkiksi ilmamäärän rajuun muuttumiseen viimeisiä kymmeniä kiloja käytettäessä.

LISÄAINEIDEN SÄILYTYS



PUHTAUS Suurin osa betonin lisäaineista on orgaanisten aineiden vesiliuoksia, joten ne **altistuvat herkästi mikrobien kasvulle ja pilaantuvat, jos niitä ei säilytetä oikein.** Lisäainesäiliön tulee olla aina puhdas ennen uuden tuotteen käyttöönottoa. Säiliöön ei saa päästä esimerkiksi siitepölyä ja säiliön tulee materiaalliltaan soveltua kyseiselle tuotteelle. Kontaminaatiotapauksessa pieni määrä säilöntäainetta (tuotteessa) ei välttämättä ehkäise bakteerien, levän tai homeen yms. kasvua lisäaineessa. Tällöin voivat esimerkiksi betonin ilmamäärät kasvaa. Mikäli lisäaineen tuoksu tai ulkonäkö on outo, niin ota yhteys lisäainetoimittajaan. **Tarkista säännöllisesti (vähintään neljännesvuosittain) lisäaineiden tasalaatuisuus, ulkonäkö ja tuoksu. Puhdista säiliöt ja putkilinjat tarvittaessa (suositus vuosittain).**

Puhdistusohje

- Huuhtelee säiliö vedellä esimerkiksi painepesurilla
- Irrota saostumat ja kerrostumat joko harjalla tai painepesurin avulla.
- Huuhtelee säiliön pohja ja seinämät useita kertoja. Poista vesi ja kiintoaine säiliöstä pumpulla.
- Mikäli säiliössä on ollut mikrobikasvustoa, desinfioi pinnat ennen säiliön uudelleen käyttöä. (desinfointiaineella, höyryllä tai kuumalla $> +80^{\circ}\text{C}$ vedellä)
- Lisäainejäämät ja huuhteluvesi hävitetään käyttöturvallisuustiedotteen ja paikallisten jäteviranomaisten ohjeiden mukaisesti.

LISÄAINEIDEN SÄILYTYS



VARASTOINTIAIKA Lisäaineiden varastointiaika on rajallinen. **Älä käytä vanhentunutta tuotetta.** Pidä huoli tuotteiden parasta ennen päiväyksestä.



LAIMENTAMINEN Esimerkiksi huokostinta voidaan valmistajan ohjeiden rajoissa yleensä laimentaa annostelutarkkuuden ja tasalaatuisen tuotannon varmistamiseksi. **Laimentamisesta tulee olla selvät ohjeet** laimennuspaikalla ja **laimennettu tuote on merkittävä selkeästi.** Vastuu laadunvarmistuksesta siirtyy laimentajalle.

Laadukas betonin teollinen valmistaminen edellyttää lisäaineiden huolellista käsittelyä. Noudata lisäainetoimittajan ohjeita ja ota epäselvissä tapauksissa aina yhteyttä lisäaineen toimittajaan.

LAITTEISTOASIOITA

KÄYTÄ RUOSTUMATONTA TAI HAPONKESTÄVÄÄ TERÄSTÄ TAI SOPIVAA MUOVILAATUA SÄILIÖIDEN, PUTKISTOJEN YMS MATERIAALINA – ESIMERKIKSI KUPARI EI SOVELLU

SÄILIÖIHIN ASENNETTAVA PESUJÄRJESTELMÄ ("SPRINKLERI") OLISI MIELEKÄS MAHDOLLISTAMAAN HELPOT PESUT (SAMOIN TYHJENNYKSEN MAHDOLLISUUS)

HYVÄN NOTKISTIMEN (MEKAANISEN) SEKOITTIMEN OMAAVILLA TEHTAILLA ON TODENNÄKÖISESTI VÄHEMMÄN VAIHTELUA BETONIN VALMISTUKSESSA

LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

- BY-VÄHÄHIILISYYSLUOKITUS® ON VAPAAEHTOINEN, KANSALLINEN MENETELMÄ BETONIN CO₂-PÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI (VALMISBETONISSA)
- ALHAISISSA PÄÄSTÖLUOKISSA SEMENTIN SEOSAINEIDEN OSUUS ON SUURI. YLEENSÄ LÄHINNÄ MASUUNIKUONA JA LENTOTUHKA SIDEAINEINA.
- VÄHÄHIILISEN BETONIN LUJUUDENKEHITYKSEN HIDASTUMINEN MERKITTÄVÄ HAASTE KÄYTÖSSÄ. MUOTTIENPURKU VIIVÄSTYY JA RAKENNEKOSTEUDEN KUIVUMINEN HAASTE YMS.
- KÄYTÄNNÖSSÄ HITAAAN LUJUUDENKEHITYKSEN KOMPENSOIMINEN SAATTAA VAATIA KAIKKI TEMPUT: LISÄÄ SEMENTTIÄ, NOPEAMPAA SEMENTTIÄ, KIIHDYTTÄVÄN LISÄAINEEN, MAHDOLLIESTI ALKALIAKTIVAATTORIN, LÄMMITTÄMISEN TAI LISÄAIKAA. HAASTAVINTA KYLMISSÄ OLOSUHTEISSA. LUJUUDENKEHITYKSEN HIDASTUMISELLA VOI OLLA MERKITTÄVIÄ VAIKUTUKSIA RAKENTAMISPROSESSIIN.
- 91 VUOROKAUDEN LAADUNVARMISTUSIKÄ MAHDOLLIESTI MIELEKÄS
- MIKÄLI RAKENTEeseen KOHDISTUU ANKARIA SÄILYVYYSRASITUKSIA, VOI OLLA TARKOITUKSEN MUKAISTA JÄTTÄÄ RAKENTEET AINAKIN TOISTAISEKSI VÄHÄHIILISYYSLUOKITUKSEN ULKOPUOLELLE.
- KANNATTA A TUNTEA PROSESSI MYLLYLLÄ, KULJETUKSESSA, PUMPATESSA JA MUOTILLA.
- VÄHÄHIILISTEN BETONIEN KANSSA ON TEHTÄVÄ RIITTÄVÄSTI ENNAKKOKOKEITA JA SEURATTAVA SIDEAINEEN VAIHTELUITA MAHDOLLIESTI TARKEMMIN KUIN KÄYTETTÄESSÄ EHKÄ OMINAISUUKSILTAAN TASALAATUISEMPAA SEMENTTIÄ.

LISÄAINEIDEN KÄYTTÖ VÄHÄHIILISTEN BETONIEN VALMISTUKSESSA

- MODERNIT NOTKISTIMET TOIMIVAT MELKO HYVIN ELLEI SEMENTTIMÄÄRÄ LASKE HYVIN ALAS (25-35%:IIN SIDEAINEESTA) – ELEMENTTINOTKISTIMIA VOI HARKITAVÄHÄHIILISESSÄ VALMISBETONISSAKIN
- HUOKOSTIMEN TOIMINTA AIKA SAMOISSA. VAROTTAVA KALKKIHIEKKAFILLERIÄ PAKKASENKESTÄVÄN BETONIN VALMISTUKSESSA
- KIIHDYTTÄMINEN VAATII KAIKKI TEMPUT: SEMENTTIÄ, KIIHDYTINTÄ, LÄMPÖÄ JA AIKAA
- HIDASTINTA TUSKIN TARVITAAN
- MUUT LISÄAINEET TOIMINEVAT MELKO TAVALLISESTI, MUTTA HIDASTUMINEN JA LUJUUSKATO KATSOTTAVA ETUKÄTEEN TARKKAAN
- FINCAA SAA EFCAN KAUTTA KÄYTTÖÖNSÄ LISÄAINEIDEN EPD'T. JA NÄIN MAHDOLLISTUU LISÄAINEIDEN CO2-PÄÄSTÖJEN LASKEMINEN. FINCAAN JÄSENET JA HEIDÄN NOTKISTIMIAAN KÄYTTÄVÄT BETONIN VALMISTAJAT SAAVAT PIAN KÄYTTÄÄ TULEVAA SEITSEMÄTTÄ EPD:TÄ JA NOTKISTIMEN ALEMPAA CO2-PÄÄSTÖTASOA SUOMESSA. FINCAA EDISTÄÄ SIIS OMALTA OSALTAAN MYÖS VÄHÄHIILISEN BETONIN KÄYTTÖÄ.

- VÄHÄHIILISYYS EI OLE JATKOSSA EHKÄ VAIN KIINNI SEMENTIN VÄHENTÄMISESTÄ.
- ON EHKÄ MAHDOLLISTA KIERRÄTTÄÄ MURSKATUSTA BETONISTA KIVIAINES LÄHES YHTÄ HYVÄKSI KUIN NEITSEELLINEN KIVIAINES JA KULUTTAA PROSESSISSA HIILIDIOKSIDIA
- EI EHKÄ HUOMENNA, MUTTA ELÄMME JÄNNITTÄVIÄ AIKOJA

Can Demolished Concrete Recycling Be More Sustainable? Yes!

This innovation, with the brand name **reCO₂ver**, will make a significant contribution reducing the ecological footprint of the construction industry:

- Cleaning of concrete waste from cement stone
- Recovers raw materials in reusable quality
- Sequestration of CO₂ by carbonation of cement stone powder
- Carbonated fine powder usable in composite binders
- IP protected
- Industrial scale pilot plant for final proof of concept

reCO₂ver
CONCRETE RECYCLING




KYSYMYKSIÄ?

KIITOS AJASTANNE JA MIELENKIINNOSTANNE – ONNISTUNEITA
VÄHÄHIILISIÄ VALUJA!