

**2 2026**

# betoni



# FINNBUILD

29.9.–1.10.2026  
Helsingin Messukeskus

Tutustu ohjelmaan  
ja rekisteröidy



**ENERGIATEHOKKUUS**

**MATERIAALIEN KIERRÄTYS**

**VÄHÄHIILINEN RAKENTAMINEN**

**TULEVAISUUDEN OSAAMINEN JA TYÖNTEKIJÄT**

Betoni 96. vuosikerta – volume  
Ilmestyy 4 kertaa vuodessa  
Tilaushinta 56 euroa (+ alv 10%)  
Irtonumero 15 euroa (+ alv 10%)  
Painos 12 500  
ISSN-L 1235-2136  
ISSN 1235-2136 (painettu)  
ISSN 2323-1262 (verkkojulkaisu)  
Aikakausmedia ry:n jäsen

Toimitus – Editorial Staff  
Päätoimittaja – Editor in chief  
Maritta Koivisto, arkkitehti SAFA  
Taitto – Layout  
Cleo Bade  
Maritta Koivisto

Käännökset – Translations  
Tiina Hiljanen  
Osa käännöksistä yliopistojen ja  
alan erityisasiantuntijoiden kautta

Tilaukset, osoitteenmuutokset:  
betoni@betoni.com  
BY-, BLY-, RIA-, RIL-, RKL-, SAFA-,  
VYRA-, Ornamo, MARK-, MAS-,  
-jäsenet omiin järjestöihinsä

Julkaisija ja kustantaja – Publisher  
Betoniteollisuus ry –  
Association of Concrete Industry  
in Finland  
PL 381, Eteläranta 10, 10 krs.  
00130 Helsinki, Finland  
tel. +358 (0)9 12 991  
www.betoni.com

Toimitusneuvosto – Editorial board  
Arkkitehti SAFA Ville Hara  
Maisema-arkkitehti Pia Kuusiniemi  
RI Petri Kähkönen  
Tkt Jukka Lahdensivu  
DI Ari Mantila  
Tkt Jussi Mattila  
Tkt Jouni Punkki  
Tkt, arkkitehti SAFA Hannu Tikka  
DI Mirva Vuori

Ilmoitukset – Advertising Manager  
Nina Loivalo  
tel. +358 50 368 9072  
nina.loivalo@rakennusteollisuus.fi  
Ilmoitukset:  
betoni@betoni.com

Kirjapaino – Printers  
Punamusta, Joensuu

Kansi – Cover  
Betoniveistos, Lipa-Betoni Oy,  
Pieksämäki.  
Kuvanveistäjä Pertti Kukkonen.  
Kuva: Heikki Luukkonen, 2025.

Takakansi – Back cover  
Haso Myllymatkantie 11, Helsinki.  
Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja  
Mika Penttinen Oy.  
Kuva: Anders Portman, 2026.


|  |  |    |
|--|--|----|
| Antti Aaltonen                                       | <b>Pääkirjoitus – Tekoälyä rakentamassa – hyvät perustukset ratkaisevat</b><br><i>Preface – Building artificial intelligence – it is all about good foundations</i>    | 7  |
| Kirsi Korhonen &<br>Maritta Koivisto                 | <b>Täydennysrakentamista valkobetoniilla</b><br><b>Haso Myllymatkantie 11 Myllypurossa</b><br><i>Infill development in Myllypuro using white concrete</i>              | 8  |
| Dakota Lavento                                       | <b>Torni kurottaa taivaaseen</b><br><i>The Prysmian Sky Project in Kirkkonummi</i>   | 18 |
| Martti Matsinen                                      | <b>Lattiapinnoitukset oppilaitoksiin ja urheilutiloihin</b>  | 28 |
| Aki Kemppainen                                       | <b>Yleinen seinäelementtien pystyliitosten vaijerilenkkiohje</b>   | 34 |
| Teemu Ojala &<br>Jouni Punkki                        | <b>Pakkasprojekti25 – Edistystä betonin pakkasenkestävyyden tutkimisessa</b><br><i>Pakkasprojekti25 – developing the quality assurance of frost-resistant concrete</i> | 40 |
| Mika Tulimaa &<br>Anna Koivu &<br>Hassan Ahmed       | <b>Innovatiivinen vähähiilinen kierrätyskiviainesbetoni</b><br><i>Innovative low-carbon recycled aggregate concrete</i>  | 48 |
| Minna Saano &<br>Ursula Kääntee &<br>Ulla Leveelahti | <b>Vaihtoehtoiset polttoaineet vähentävät sementin valmistuksen päästöjä</b><br><b>Betonimurskeesta sementin raaka-aine</b>  | 58 |
| Tia Härkönen   | <b>Uudet sementit ja vähähiilisyystoimet SCHWENKillä</b>   | 62 |
| Ari Mantila  | <b>Paaluinfo 1-2026: Teräsbetonipaalujen vähähiilisyysluokitus tuli – oletko valmis?</b>   | 66 |
| Hannu Pyy  | <b>Ettringiitti ja ohuthietutkimus</b><br><i>Ettringite research in concrete</i>   | 70 |
| Sami Niemi   | <b>AFRY-Corner</b>   | 70 |
| Dakota Lavento                                       | <b>Henkilökuvassa Samuli Miettinen</b>   | 74 |
| Auli Lastunen  | <b>Kolumni – Rauhallista betonia!</b>  | 79 |
| Pertti Kukkonen &<br>Kirsti Taiviola                 | <b>Vormu – Kirsti Taiviolan betoniveistos Karhulan torilla</b>   | 80 |
| Maritta Koivisto &<br>Pertti Kukkonen                | <b>Betoniveistos juhluvuoden kunniaksi</b>   | 81 |
| Betoni-toimitus                                      | <b>Betonialan uutisia, julkaisuja, kursseja</b>  | 82 |
|  | <b>Betoniteollisuus ry:n jäsenyritysten tuote- ja valmistajatietoja</b>  | 84 |



8 Haso Myllymatkantie 11



18 Prysmian Sky Project



**POHJOLAN PARHAITA  
BETONIELEMENTTEJÄ**



**ASKELEEN EDELLÄ RAKENTAMISESSA**



***Betoniluoma***

[www.betoniluoma.com](http://www.betoniluoma.com)

# Betonirakentamisen osaamista vaativiin hankkeisiin



KEMIALLINEN

## UMBRA

Värjäysmenetelmä, joka korostaa  
betonin luonnollista kauneutta.  
Vähäinen huoltotarve ja  
pitkä käyttöikä.



käsittelyt toteuttaa

**ARTBETONI**

Kohde: Ahveniston sairaala

Suunnittelu: One Architects,

Sweco, Arkkitehtitoimisto Harris ja Kjsik



## KESTÄVÄ PIHATIILI VAATIVIINKIN OLOSUHTEISIIN

Beto-pihatiili 240 × 60 × 80 mm, väri pronssi.

- Pitkäikäinen ja pohjosiin olosuhteisiin suunniteltu kivi kestää myös ajoneuvoliikenteen.
- Mittatarkkojen pihatiilien asennusnystyrät helpottavat asentamista.
- Saatavana sileänä ja patinoituna useissa eri väreissä.

 **BETONILAATTA 1939**

KYSY LISÄÄ TAI TILAA:

**02 511 8800**

[myynti@betonilaatta.fi](mailto:myynti@betonilaatta.fi)

**betonilaatta.fi**

Sorvarinkatu 3, 20360 Turku

 **SCHWENK**

**Laadukkaat  
ja  
ympäristöystävälliset  
sementit**

SCHWENK Suomi Oy / [www.schwenk.fi](http://www.schwenk.fi)



**Lue lisää betonista:  
betoni.com**



**RAKENTAMASSA  
PAREMPAA  
HUOMISTA**

Laaduntekijä  
elementissään

**PIELISEN  
BETONI OY**



BETONI ON YDINOSAAMISEMME.

## Luotettava kumppani betonirakentamisen vaativiin kohteisiin

Varmistamme projektisi onnistuneen ja kestäväen lopputuloksen.

**Tuemme läpi toimituksen:** suunnittelu, valmistus, laadunvarmistus, logistiikka.

**Toimitusvarmuutta** joka mittakaavassa.

# Rudus

A CRH COMPANY

Tutustu laajaan tuote- ja palveluvalikoimaamme



» [rudus.fi](https://rudus.fi)



## SWEROCK

Valmisbetonitoimittajasi

Meiltä saat valmisbetonitoimitukset täsmällisesti ja joustavasti.

Henkilökuntamme auttaa oikeantyyppisen toimituskaluston, betonilaadun ja toimitusajan valinnassa.

Vahvuutemme on paikallinen ja henkilökohtainen palvelu.

### OTA YHTEYTTÄ

#### Etelä-Suomi

0290 091 093

Kalasadama  
Kirkkonummi  
Lohja  
Vantaa Voutila

#### Länsi-Suomi

0290 091 092

Lieto  
Naantali  
Salo

#### Pirkanmaa

0290 091 094

Tampere

Puhelun hinta soitettaessa matkapuhelimesta on matkapuhelinmaksu (mpm) ja lankapuhelimesta paikallisverkkomaksu (pvm).

[swerock.fi](https://swerock.fi)

## Lammi Kuorikivi®

- ammattilaisten tarpeisiin ja toiveisiin



Tutustu ja tilaa: [lammi.fi/harkko](https://lammi.fi/harkko)

L A M M I

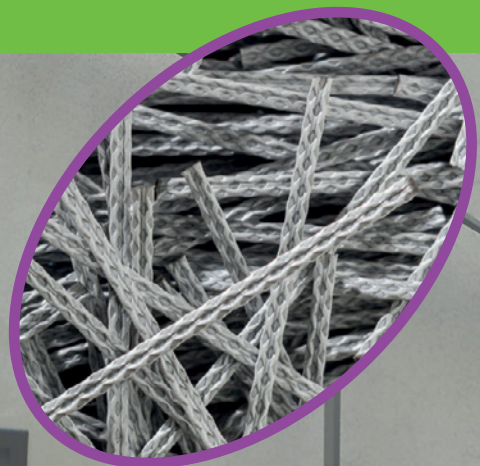
harkko



Chryso on maailman johtava rakennuskemikaalien valmistaja, joka suunnittelee, valmistaa ja toimittaa betonin lisäaineita, sementin lisäaineita ja rakennusjärjestelmiä kaikkialla maailmassa.

Chryson kattavasta valikoimasta löytyy toimivat tuotteet ja ratkaisut betonin koko elinkaaren matkalle tuoreesta betonista loppurakenteen kestävyYTEEN. Tuotevalikoimamme kattaa betoninvalmistuksen lisäaineet, tuotteet laadukkaan betonijulkisivun ja -pinnan valmistukseen, muotiniirroitukseen sekä raudoituksen korvaamiseen.

Suomessa Saint-Gobainin rakennuskemikaalien tarjoomaan kuuluvat Chryso, Pieri, Adfil ja Fosroc -brändien tuotteet.



# Tekoälyä rakentamassa – hyvät perustukset ratkaisevat



I Antti Aaltonen

Rakennusala elää murrosta, jossa digitalisaatio ja tekoäly ovat jo tärkeä osa työelämää, mutta työmaan arjessa etenkin tekoälyn rooli on vielä alkutekijöissään. Rakennusteollisuus RT:n strategian puolivälitarkastelussa yksi viesti nousi ylitse muiden: ala tarvitsee uutta kasvua, ja meidän on nostettava alan tuottavuus sekä laatu tekemisemme keskiöön. Digitalisaatiolla ja tekoälyllä on tässä keskeinen rooli.

Tekoälyn arvo syntyy siitä, miten hyvin pystymme hyödyntämään sitä alan keskeisten haasteiden ratkaisemisessa, kuten tuottavuuden parantamisessa, virheiden vähentämisessä ja resurssien tehokkaampana käyttönä. Tekoäly voi tukea koko rakentamisen elinkaarta aina suunnittelusta, tuotantolinjoille, työmaavaiheeseen ja ylläpitoon asti – erityisesti automatisoimalla rutiineja ja vapauttamalla aikaa tuottavampaan työhön.

Mutta yksi asia on varma: tekoäly tai mikään uusi teknologia ei pelasta alaa, jos perustukset eivät ole kunnossa ja ihmiset eivät ole valmiita muuttamaan omia toimintatapojaan. Tekoäly tarvitsee toimiakseen laadukasta, rakenteista ja yhteensopivaa dataa. Liian usein tieto on

hajallaan siiloissa, esimerkiksi ihmisten päässä, sähköpostissa, yksittäisissä tiedostoissa tai järjestelmissä, jotka eivät keskustele keskenään. Ilman yhtenäisiä tietorakenteita ja vakioituja prosesseja, tekoäly jää helposti pintapuoliseksi kokeiluksi, joka hyödyttää vain yksilön henkilökohtaista tuottavuutta.

Tähän haasteeseen vastataan rakennetun ympäristön digitalisaatiohankkeessa (RYD), jossa rakennetaan koko toimialalle yhteistä tietopohjaa: vakioitua, yhteentoimivaa ja kone-luettavaa tietoa. Tavoite on kunnianhimoinen: mahdollistaa rakennetun ympäristön tiedon sujuva virtaaminen koko arvoketjussa ja sitä kautta parantaa tuottavuutta, laatua ja asiakaskokemusta.

RYD-hankkeessa betonialan toimijat tekevät nyt jo konkreettista pioneerityötä. BETK-ryhmä (betonielementtien toimitusketju) on hyvä esimerkki siitä, miten tuotetiedon standardointi ja digitalisointi viedään käytäntöön asti. Tällainen toimialan yhteistyö on malliesimerkki siitä, miten muodostamme perustan, jolle tulevaisuuden tekoälyratkaisut rakennetaan.

Tekoälyn hyödyntämiseen liittyy aina myös riskejä, kuten tietoturva, tiedon luotettavuus ja päätöksenteon läpinäkyvyys. Tekoälyn käyttöönotossa tarvitaan harkintaa, osaamista ja pelisääntöjä. KIRAHub on rakentanut alalle oman tekoälypolun, joka auttaa sekä yrityksiä että alalla työskenteleviä ottamaan ensimmäiset, ja ennen kaikkea oikeat askeleet tekoälyn käyttöönotossa. Tavoitteena on edistää koko toimialan yhteistä oppimista ja kyvykkyyden kasvattamista.

Rakentamisen tulevaisuus ei synny yksittäisestä innovaatiosta tai teknologiasta, vaan kyvystä yhdistää ihmiset, data ja teknologia toimivaksi kokonaisuudeksi. Kun perustukset ovat kunnossa, tekoäly voi todella lunastaa lupauksensa parantaa konkreettisesti tuottavuutta ja laatua. Ja kuten rakentamisessa muutenkin: hyvä lopputulos syntyy vain hyvistä perustuksista.

## Antti Aaltonen

Johtaja, rakentamisen kehittäminen  
Rakennusteollisuus RT ry  
antti.aaltonen@rt.fi

## Building artificial intelligence – it is all about good foundations

The construction industry is undergoing a transition, with digitalisation and artificial intelligence providing opportunities to improve productivity and quality. In the every day processes on worksites, the role of AI is still limited, however, and technology cannot alone solve the challenges the sector is facing. A true change can only be achieved through a reform of people and practices, as well.

AI can bring considerable benefits during the entire lifecycle of construction, from design to production, worksites and maintenance.

These benefits will only become reality based on structured and interoperable data of high standard. Without shared data structures and standardised processes, the risk of AI only being used in isolated experiments is high.

The solution adopted by the industry is to initiate joint ventures and cooperation to build a shared knowledge base as well as new operating models. Issues that also need to be dealt with include competence, information security and responsible use of AI. In the concrete industry, these efforts have already been started in practice, one example being the supply chain of precast concrete products where the stand-

ardisation of product data is developed as a cooperation project. This builds up a foundation for future AI solutions.

When people, data and technology are brought together on a strong base, AI can deliver on its promises – as is always the case in construction, a good outcome is only possible when built on good foundations.

## Antti Aaltonen

Director of Construction Industry Development  
Confederation of Finnish Construction Industries RT  
antti.aaltonen@rt.fi

# Täydennysrakentamista valkobetonilla

## Haso Myllymatkantie 11 Myllypurossa

**Kirsi Korhonen**, arkkitehti SAFA  
Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy  
arkkitechdit@kp-ark.fi

**Maritta Koivisto**, päätoimittaja Betoni  
maritta.koivisto@betoni.com

### Kaupunkirakenteeseen istuva kokonaisuus

Alkuvuonna 2026 valmistunut Helsingin Asumisoikeus Oy:n rakennuttama Haso Myllymatkantie 11 sijoittuu Myllypuron kaupunginosaan kevyen liikenteen pääakselin, Orpaanportaan, varrelle.

Alue on rakennettu pääosin 1960-luvulla, jolloin ajan hengen mukaisesti vaaleat lamellit talot sijoitettiin väljästi mäntymetsään aluetta ympäröivän kehäkadun sisäpuolelle.

Täydennysrakentamishankkeessa tavoitteena oli jatkaa tätä kaupunkikuvallista perinnettä sekä mittakaavan että materiaalivalintojen osalta. Uusien rakennusten arkkitehtuuri on pyritty sovittamaan ympäristön 60-luvun ilmeeseen.

Kohde koostuu viisikerroksisesta kaksiporrashuoneisesta lamellikerrostalosta (A ja B) sekä kahdesta kuusikerroksisesta pistetalosta (C ja D). Rakennukset sijoittuvat osaksi olemassa olevaa kaupunkirakennetta ja rajavat yhteisiä piha-alueita.

### Arkkitehtoniset lähtökohdat

Kohteen pääsuunnittelijana on toiminut arkkitehti *Kirsi Korhonen*, Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy:stä.

Suunnittelun keskeisenä lähtökohtana oli sovittaa uudet rakennusmassat ja julkisivuratkaisut Myllypuron 1960-luvun rakennuskantaan. Tämä näkyy erityisesti rakennusten mittakaavassa, vaaleasävyisissä betonijulkisivuissa sekä harkituissa pintakäsittelyissä. Suunnittelussa kiinnitettiin huomiota myös Orpaanportaan varren maisemallisesti merkittävien mäntyjen säilyttämiseen.

Helsingin Myllypurossa sijaitseva Haso Myllymatkantie 11 on täydennysrakentamishanke, jossa uudet rakennukset on sovitettu osaksi 1960-luvulla syntynyttä betonilähiötä. Hanke edustaa nykyaikaista ja teknisesti vaativaa betonielementtirakentamista, jossa korostuvat sekä arkkitehtoninen kokonaisuus että huolellinen detaljointi.

1 Asemapiirros.

2 Haso Myllymatkantie 11:n uusien rakennusten arkkitehtuuri on sovitettu ympäristön rakennusten 60-luvun ilmeeseen.







3

### Asuntojen määrä ja huoneistokoot

Haso Myllymatkantie 11:ssä on yhteensä 73 asumisoikeusasuntoa. Asuntokanta on monipuolinen: huoneistokoot vaihtelevat 33,0 neliömetristä 112,0 neliömetriin, mikä mahdollistaa erilaiset asumistarpeet pienistä yksioista suuriin perheasuntoihin. Kaikki asunnot on suunniteltu esteettömiksi, ja niihin on esteetön kulku porrashuoneista.

Jokaisessa huoneistossa on lasitettu parveke, ja osassa asunnoista on lisäksi huoneistokohtainen sauna. Kaikille asunnoille kuuluu ensimmäisessä kerroksessa sijaitseva lämmin irtaimistovarasto.

Betonirakenteinen runko ja kantavat huoneistojen väliseinät tukevat rakennusten pitkäikäisyyttä ja hyvää ääneneristystä.

### Betonielementtirakenteet rungossa ja julkisivuissa

Asuinrakennusten kantava runko on toteutettu betonielementeistä. Väli ja yläpohjina on käytetty ontelolaattoja. Alapohjat ovat kantavia, tuuletettuja ja eristettyjä betonirakenteita. Myös väestönsuojan ja kellarin pohjarakenteet ovat betonirakenteiset.

Huoneistojen väliset seinät ovat kantavia teräsbetonielementtejä. Kosteiden tilojen seinät ovat pääosin kivirakenteisia.

Vesikatto on tasakatto, jonka katemateriaalina on kumibitumikermi.

Julkisivut ovat sandwichelementtirakenteisia, joiden ulkokuori on pääosin valkobetonia. Pintakäsittelyissä pesupinnan ohella tehosteena on käytetty sileävalumuottipintaa ja osalla sisäänkäynneillä sekä iv-konehuoneiden seinissä on käytetty myös graafista betonia.

Parvekkeet ovat betonirakenteisia ja niiden lattiat ovat pesubetonipintaisia. Lasitettujen parvekkeiden kaitteet ovat osittain lasi- ja osittain levykaiteita. Parvekkeiden taustaseinät ovat maalattuja sileävalupintaisia betonielementtejä.

Elementtisaumojen detaljointiin on kiinnitetty erityistä huomiota, mikä korostaa rakennusten viimeisteltyä ilmettä.

### Paikallavalettu pysäköintilaitos ja autopaikat

Korttelin uusia ja nykyisiä asuintaloja palvelee uusi paikallavalettu pysäköintilaitos, jonka rakenteet ja julkisivut on toteutettu harmaasta

betonista. Kansitaso on jälkijännitetty betonirakenne.

Pysäköintilaitos palvelee sekä Hason että viereisen Hekan asuin kohteita.

Haso Myllymatkantie 11:lle on osoitettu 53 autopaikkaa, joista kaksi on mitoitettu liikuntaesteisille. Lisäksi pysäköintilaitoksessa on 10 sähköauton latauspaikkaa. Vierasantopaikat sijaitsevat piha-alueella.

### Piha-alueet osana täydennysrakentamista

Piha-alueet muodostavat korttelin yhtiöiden yhteisen pihan, jonka suunnittelussa on korostettu toiminnallisuutta ja kaupunkikuvallista jatkuvuutta. Piha on toteutettu pihasuunnitelman mukaisesti istutuksineen ja varusteineen. Rakentamisessa on huomioitu alueen maastonmuodot sekä olemassa oleva kasvillisuus.

Piha-alueelle sijoittuvat myös muun muassa polkupyörien säilytyspaikat. Rakennusten maantasokerroksissa sijaitsevat ulkoiluvälinevarastot tukevat pihan aktiivista käyttöä.

Pysäköintilaitoksen julkisivun puurimontus ja siihen suunniteltu köynnöskasvillisuus liittävät betonirakenteisen pysäköintilaitoksen luontevasti osaksi pihaympäristöä.



4

### **Betoni tasaa sisäolosuhteita ja toimii osana kaupunkikuvan jatkuvuutta**

Rakennusten lämmitysjärjestelmä perustuu maalämpöön. Asunnoissa on vesikiertoinen patterilämmitys ja kylpyhuoneissa vesikiertoinen lattialämmitys. Tasakatoille on asennettu lisäksi noin 135 aurinkopaneelia.

Betonirakenteiden suuri lämpömassa tukee energiatehokkuutta sekä tasaa sisäolosuhteita.

Haso Myllymatkantie 11 osoittaa, kuinka betoni soveltuu täydennysrakentamiseen kaupunkikuvallisesti herkässä ympäristössä. Valkobetoni, vaihtelevat pintakäsittelyt ja huolellinen detaljointi muodostavat modernin, mutta ympäristöään kunnioittavan kokonaisuuden, jossa betoni toimii sekä teknisenä että arkkitehtonisena materiaalina. •

3 Haso Myllymatkantie 11 on täydennysrakentamishanke, jossa uudet rakennukset on sovitettu osaksi 1960-luvulla syntynyttä betonilähiötä.

4 Uudet rakennukset täydentävät vanhaa korttelia.

5 Jokaisessa huoneistossa on lasitettu parveke.



5



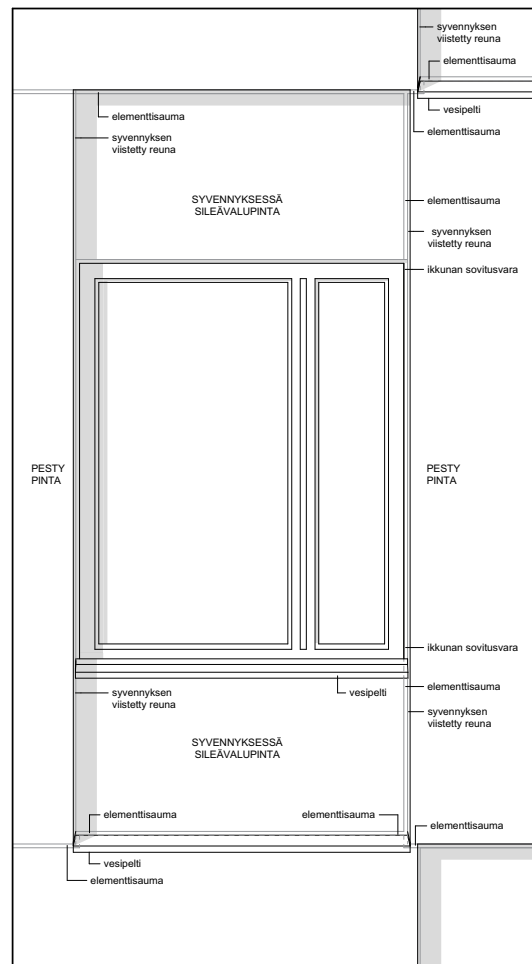
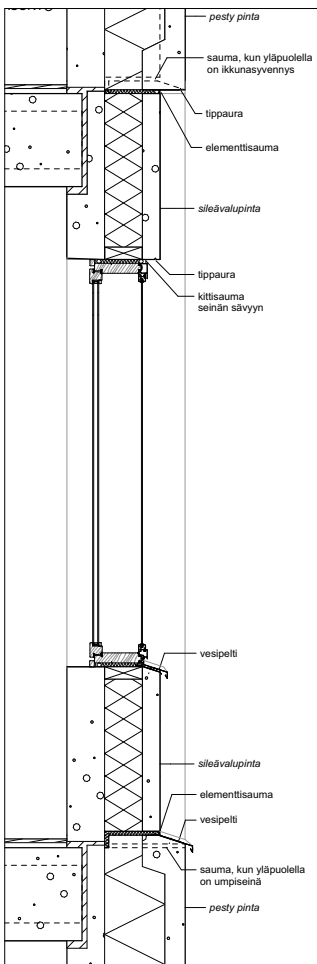


**11** Puistomaisen ympäristön säilyminen oli täydennysrakentamishankkeen suunnittelun lähtökohtana.



Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy

12



12 Katunäkymä tammikuussa 2026.

13 Seinäleikkaus ja ikkunadetalji.

Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy

13



14

14 Paikallavalettu pysäköintilaitos.

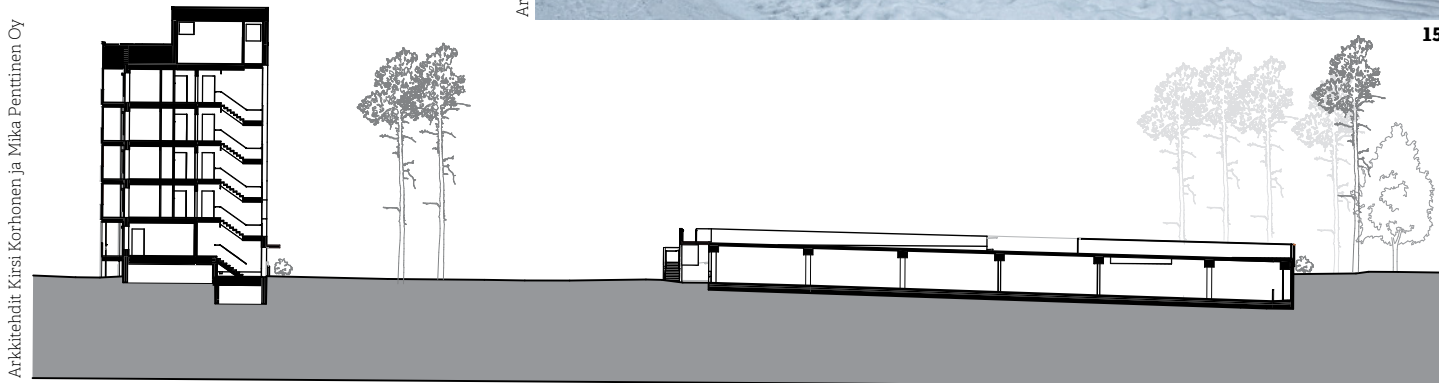
15 Pysäköintilaitoksen julkisivun puurimoitus ja siihen suunniteltu köynnöskasvillisuus liittävätkä betonirakenteisen pysäköintilaitoksen luontevasti osaksi pihaympäristöä.

16 Leikkaus AB-talon ja pysäköintilaitoksen kohdalta.



15

Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy



Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy

16

15



17

17 Kuusikerroksiset pistetalot.

18 Näkymä porrashuoneesta.

19 Pistetalojen porrashuoneisiin saadaan luonnonvaloa yläikkunoiden kautta.

20 Huoneistokoot vaihtelevat pienistä yksioista suuriin perheasuntoihin.

### **Infill development in Myllypuro using white concrete**

*In the infill development project carried out on Haso's property at 11 Myllymatkantie Road in the Myllypuro area of Helsinki, new residential construction has been adapted to the scale and expression of a 1960s concrete suburb. The load-bearing frames and facades of the buildings are precast concrete structures and the key architectonic theme is based on white concrete.*

*The project includes slab blocks and point-access blocks with a total of 73 accessible right-of-occupancy apartments. The facade surfaces feature exposed aggregate concrete, fair-faced concrete and graphic concrete, with special attention paid to details.*

*The large thermal mass of the concrete structures supports energy efficiency and the solution is further complemented by geothermal heat and solar panels. The project bears testimony to the versatile possibilities offered by concrete for in-fill construction of demanding nature in terms of technology and townscape.*

### **Haso Myllymatkantie 11**

Myllymatkantie 11, Helsinki

3 asuinrakennusta, 73 asuntoa ja pysäköintilaitos 68 autopaikkaa

Asuntokoot: 33,5 m<sup>2</sup> yksioistä 5h 112 m<sup>2</sup> huoneistoihin

Asuinkerrosala: 5830 k-m<sup>2</sup>

Rakennusaika: 6/2024–2/2026

Arkkitehtisuunnittelu: Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy / Kirsi Korhonen, Valentin Valotie, Jori Uusitalo, Arvi Eskelinen

Pihasuunnittelu: Nomaji maisema-arkkitehdit Oy / Riikka Nousiainen

Rakennesuunnittelu: Insinööritoimisto Jonecon Oy / Jani Lipsanen

Geo-suunnittelu: Helsingin kaupunki / Elina Kaarnasaari

LVIA-suunnittelu: Rejlers Rakentaminen Oy / Matti Niemi-Nikkola

Sähkösuunnittelu: Sähkösuunnittelu Korttemaa Oy / Antti Kangasniemi

Elementtisuunnittelu: Insinööritoimisto Jonecon Oy / Tiina Karila

Rakennuttaja: Helsingin kaupunki, asuntotuotanto

Tilaja: Helsingin Asumisoikeus Oy

Pääurakoitsija: Lujatalo Oy / vastaava mestari Jouni Karvonen

Betonielementit: Parma Oy

Valmisbetonit: Lujabetoni Oy

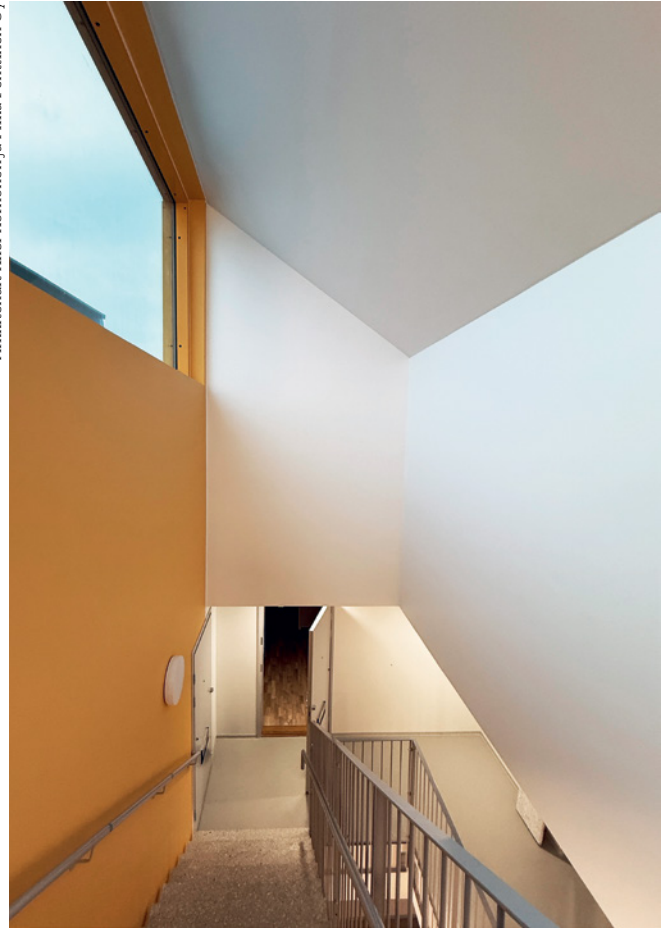
Pysäköintilaitoksen jälkijännitysura: Insinööritoimisto Matti Janhunen Oy

Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy



18

Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy



19

Arkkitehdit Kirsi Korhonen ja Mika Penttinen Oy



20

# Torni kurottaa taivaaseen

**Dakota Lavento**, toimittaja

YIT:n toteuttama Prysmian Sky Project on Suomen korkein rakennus ja huikea betonikohde Kirkkonummella. Prysmian Groupin tuotantolaitoksen merikaapelien valmistukseen ja vulkanointiin eli eristykseen tarkoitettu 185 metriä korkea torni liukuvalettiin.

Sähkön siirtoon ja jakeluun tarvittavia maa- ja merikaapelijärjestelmiä valmistavan Prysmianin Kirkkonummen tehtaalle tarvittiin entistä korkeampi pystysuora vulkanointilinja. Suurjännitekaapeleiden erityistä huolellisuutta ja osaamista vaativa eristäminen tehdään pystysuorassa vulkanoinnissa. Korkeassa tornissa kaapelin eristysmassa muun muassa lämmitetään ja jäähdytetään eristekerroksen vahvistamiseksi. Pystysuora tuotantolinja varmistaa, että kaapeli pysyy symmetrisen pyöreänä.

Tehdasalueella oli ennestään 1970-luvulla rakennettu 75-metrinen torni, mutta uudessa korkeammassa tornissa voidaan valmistaa entistä pidempiä kaapeleita aiempaa tehokkaammin.

Prysmian Sky Project, YIT:n toteuttama teknisesti erittäin haastava teollisen rakentamisen kohde valmistui etuajassa vuonna 2025 ja oli myös ehdolla Vuoden 2025 Betonirakenne-kilpailussa.

Uusi 185-metrinen torni rakennettiin tehdasalueella hyvin pieneen tilaan. Tehtaan tuotanto oli keskeytyksettä käynnissä rakentamisen aikana.

Uuden kaapelitornin lisäksi Prysmian on investoinut Kirkkonummella myös muihin tuotantotiloihin: neljän tuotantohallin laajennukseen sekä uuteen, pinta-alaltaan n. 5 500 m<sup>2</sup>:n materiaalivarastohalliin. YIT:n urakka sisältää paljon vaativia pohjarakennustöitä, betoni- ja teräsrakennustöitä sekä talotekniset työt.

Prysmianin uuden tornin avajaisia vietettiin 14. toukokuuta 2025. Koko tehdasinvestoinnin valmistuessa tehtaan valmistuskapasiteetti enemmän kuin kaksinkertaistuu.

## Säiden armoilla

YIT valittiin kaapelitornihankkeen toteutuskumppaniksi kesällä 2023. *Andreas Elsing* tuli Prysmianin työmaalle kesäkuussa 2023 ensin kesälomatuuraajaksi. Syyskuussa hän jatkoi työpäällikkönä. Kokemuksesta muodostui ikimuistoinen, hän kertoo.

Hankkeesta opittiin paljon, ja Elsing sanoo, että joitakin asioita voisi tehdä toisin, jos vastaava hanke vielä vastaan tulisi.

Rannikolla ja taivasalla työskennellessä ollaan säiden armoilla – erityisesti silloin, kun työkohde on korkealla.

–Ainakin liukuvalun yhteydessä olisi kyllä ollut hyvä, jos rakennusaikaiset hissit olisivat olleet sisäpuolella, hän huomauttaa.

Myös nostureiden lukumäärää ja sijoittamista olisi pitänyt harkita uudemman kerran. Suomen rannikollahan tuulee eniten etelästä tai pohjoisesta. Auttaa jo reippaasti, jos runkoa saa auttavasti tuulensuojaksi edes yhdeltä suunnalta. Nostureita olisi luultavasti voinut myös olla kaksi.

Tornin runko toteutettiin liukuvalutekniikalla, ja työ eteni keskeytyksettä ympäri vuorokauden. Sääolosuhteet, erityisesti tuulen nopeus, vaikuttivat valuprosessiin ja nosturin korottamiseen. Nosturin korotuksen aikana tuulen nopeuden tuli olla alle kymmenen

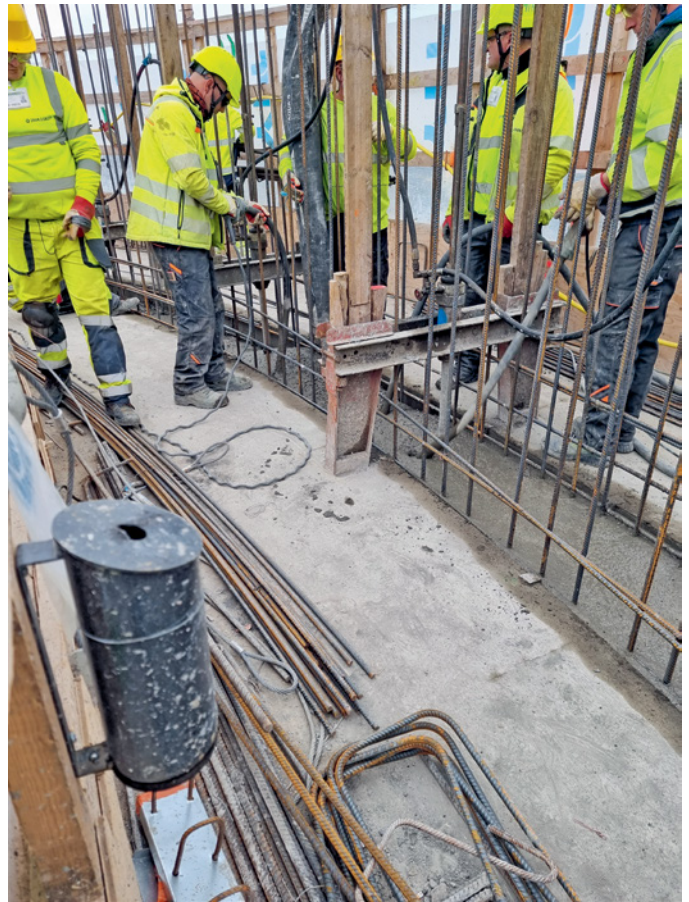
**1** Torni pinnoitettiin kolmeen kertaan kolmella eri pinnoitteella. Maalijärjestelmä koostui tartunta-aineesta sekä kaksikomponenttisista pohja- sekä pinta- maaleista. Pinnoite läpäisee erittäin hyvin vesihöyryä, joten se pitää betonin kuivempänä. Kuvan oikeassa reunassa näkyvä vanha 75 metrin torni on edelleen tuotantokäytössä.



1



2



3



4



5

2 Tornin tuleva prosessitila ylhäältä kuvattuna. Liukuvalupinnalle tyypilliset renkaat näkyvät hyvin sisäpinnassa.

3 Betonin valu käynnissä liukuvalulautalla, sadan metrin korkeudessa.

4 Prosessitason raudoitus käynnissä.

5 Prosessitason valupinnan päälle rakennettu telta ja öljylämmittimet.



6

6 Vile Hakala mittaa muotista ulos tulevan betonin lämpötilaa.



7

7 Torni huippuunsa valettuna.

metriä sekunnissa ja liukuvalun aikana raja oli 15 metriä sekunnissa.

Tuulten kanssa opittiin taiteilemaan ja pitämään työmaa turvallisesti käynnissä. – Hidastimia käyttämällä järjestimme itsellemme aikaa toimia, kun tuuliolosuhteet olivat liian vaaralliset edetä. Seurasimme koko ajan tarkasti betonin lujuuksia ja opimme hallitsemaan työtapaa, Elsing kertoo.

#### Hidastimet käytössä liukuvaluissa

Kaapelitornin tuotantolinjat vaativat rakennukselta poikkeuksellista vakautta: koko 185 metrin korkeudessa torni saa taipua enintään 20–30 millimetriä. Tornin ulkoseinän paksuus on 600 mm. –Mitä isompi massa sylinterissä on, sitä nopeamminhan se lämpenee. Betonipinnan hierrettävyyden vuoksi jouduimme hidastamaan lämmön- ja lujuudenkehitystä.

Hidastimia piti käyttää valtavia määriä. Liukuvaluvaiheessa niitä käytettiin melkein joka betonikuormassa.

Elsing kertoo, että betonitoimittajan kanssa tehtiin ennakkokokeita ja selvitettiin parasta betonireseptiä. –Päädyimme käyttämään SR-sementtiä, jotta hidastimien käyttöä saa-

taisiin hieman vähennettyä ja kovettumista paremmin hallintaan.

Jokaisen betonikuorman koostumus ja hidastinmäärä oli tarkkaan eritelty – varsinkin siinä vaiheessa, kun työmaalla rakennettiin ”tuulensuojaa”.

–Liukuvaluissa tärkeintä on, että betonimassa on vielä työstettävää, kun se tulee liukuvalumuotista ulos. Prysminanissa muotin korkeus oli kuitenkin melkein kaksi metriä. Betonin koostumusta piti seurata alhaalta tarkkaan joka kuorman yhteydessä.

Hankkeessa otettiin reippaasti koekuitioita, vähintään kolme per vuorokausi.

Betonikuormien saapuminen oli tahdistettu. Rytmissä ei kuitenkaan aina voitu tuuliolosuhteiden muuttuessa pysyä. Väliin toimituksia jouduttiin perumaan hyvinkin nopealla aikataudulla tuulisuuden tai puuskaisuuden muuttuessa.

Valuja tehtiin kolmivuorotyönä. Liukuvalu-työssä aliorakointisijan henkilövahvuus oli noin 50/työvuoro. Betonipumpuilla päästiin noin 50 metrin korkeuteen ja loppuun jatkettiin 4 m<sup>3</sup>:n nostoastioilla.

Valua tehtiin keskiarvossa 10 cm/h ja keskimäärin torni kasvoi korkeutta 2,4 metriä vuorokaudessa. Harjakorkeudessa torni oli vuoden 2023 lopulla.

Liukuvalun valmistuttua asennettiin betonielementtiportaikko ja hissiaulan massiivilaatat.

#### Tasoja matalapainepumppaamalla

Prosessitasoja tornissa on kaikkiaan 23. Niiden muottirakenne toteutettiin teräspalkkisto/profiilipeltirakenteena, joka jäi toimivaksi osaksi rakennetta ja mahdollisti nopean kierron. Myös tasojen työt suoritettiin kolmessa vuorossa, parhaimmillaan viiden vuorokauden kierrolla.

Kuhunkin tasoon kului betonia noin 83 m<sup>3</sup>. Sirotepinnoitus toteutettiin betonoinnin yhteydessä.

Betonimassan lujuudenkehitys säädettiin siten, että betonoidulle tasolle päästiin 24–26 tunnin kuluttua valusta. Lujuuden kehitystä seurattiin Matolog-antureilla, joista lämpötilatiedot saatiin lujuudenkehityksen seurantaan.

Tasot 8–21 noin 166 metrin korkeuteen maan pinnasta valettiin porrashuoneeseen sijoitella kiinteällä matalapainepumppauslinjalla.



8

Elsing pitää sitä kovana suorituksena. –Kyllä sitä harkittiin tarkkaan mahdollisten ongelmien vuoksi, mutta ehdottomasti se kannatti toteuttaa.

Laadunvalvonta oli tarkkaa. Ennen pumppaamista tarkistettiin, pitikö massaansäätöä vettä tai lisäainetta.

Pumppulinja ei kuitenkaan mennyt kertaaan tukkoon valun aikana. Linja puhdistettiin pumppausten välillä huolella ja käytettiin voiteluainetta. – Linja tyhjäntyi reippaan paineen ansiosta kyllä hyvin, Elsing kertoo.

Varalla oli toki torninosturi, mutta siihen ei tarvinnut turvautua.

Tasot 22–24 noin 183 metrin korkeuteen maan pinnasta valettiin nostoastialla.

Jälkihoito toteutettiin betonoinnin yhteydessä jälkihoitoainetta ruiskuttamalla. – Vesikastelu ja muovikelmutus tehtiin heti, kun pinnalle pääsi. Suojaukseksi asennettiin pakasmatto ja vaneri ennen kuin alueella liikutettiin saxilavoilla.

Elsing kiittää sekä betonitoimittajaa että betonityönjohtoa lähes vertaansa vailla olevasta suorituksesta tasojen valuvaiheessa. Työmaalle saatiin tasaiseen tahtiin tarpeeksi pumppattavaa. Lopputuloskin on laadultaan erittäin hyvä.

Torniin tarvittavat vulkanointilinjat asennettiin torniin ylhäältä alaspäin, kerros kerrokselta rakennustöiden edetessä.

Talotekniikkavedot asennettiin kuiluun konepajalla valmistetuissa, noin kahdeksan metriä korkeissa, teräsrakenteisissa elementeissä. Putkistot, kanavat ja eristykset kiinnitettiin elementteihin työmaalla sijainneessa esivalmistushallissa ja elementit nostettiin paikoilleen prosessitasojen valmistumisen tahdissa. Nostojen jälkeen elementtien putket liitettiin toisiinsa työmaalla.

Elsing sanoo, että kun tahdistus saatiin toimimaan, talotekniikkaelementtien asennus sujui erittäin hyvin. Tate-urakoitsija tosin joutui jonkin aikaa odottelemaan, että kuiluun pääsi sisään. Kaikki sujui mainiosti, kun elementtejä oli esivalmistettuna riittävästi.

### Monipuolisesti betonia

Betonia noin 30 000 tonnia painavan tornin perustuksiin käytettiin 1600 kuutiota ja itse torniin 11 500 kuutiota.

Betonikohteena se on hyvin monipuolinen. Elsing sanoo, että liukuvalussa käytettiin kahta eri sorttia betonia ensimmäiset 60 metriä, tasoissa oli rapid-pohjaista betonia, pohjalla käytettiin pohjalaatassa teräskuitubetonia ja perustuskartiassa normibetonia.

Porraskäytävässä on normibetonia ja plaanopintoja. –Hissikuilussa ja auloissa käytimme muovikuitubetonimassaa siksi, että jouduimme valamaan kerralla hyvin paksua pintaa. Laskelmat ja ennakkokokeet



9



10



11

8 Yövalu käynnissä marraskuun loppupuolella.

9 Tornin perustustyöt olivat haastavat ahtaalla tontilla.

10 Sumu ei tietenkään valutoita hidastanut. Valu on käynnissä valorenkaan korkeudella.

11 Betonia nostettiin tornin huipulle neljän kuution nostoastioissa. Kuvassa valu on käynnissä aamukolmelta.

tehtyämme sekä laadun varmistettuamme päädyimme käyttämään muovikuitua sisältävää C35/45-lattiamassaa. Ratkaisuna se oli halvempi kuin plaanopinnat ja paksuuden takia olisi ollut huolenaiheita plaanovalun onnistumisesta, ja saimme aikataulun pysymään hallinnassa, Elsing kertoo.

Betonilattiat ovat pääosin sirotepintaisia ja ne käsiteltiin Lithurin Hard- ja Seal -imeytyskäsittelyllä pölynsidonnan parantamiseksi. Kriittisimmässä tiloissa tornin ylimmillä tasoilla on epoksinnoitteisia lattiaita.

Elsing kiittää asiakasta ennakkoluulottomuudesta hankkeen kuluessa. Hänen mukaansa todella harvoin – varsinkaan haastavissa projekteissa – asiakkaalla on uskallusta lähteä kokeilemaan erilaisia betonireseptejä. Prysmian oli kuitenkin avoin etsimään jokaiseen tilanteeseen ja käyttöön toimivimman ratkaisun, joka oli paitsi kustannustehokas, myös kokonaisaikatauluun nähden paras vaihtoehto.

#### Erinomainen suoritus

Prysmian Sky Project on ollut kaikin tavoin huikea projekti, jonka hienosta onnistumisesta voi kiittää asiakkaan, pääurakoitsijana toimineen YIT:n ja kaikkien muidenkin hankkeosapuolten asiantuntemusta ja asialleen omistautuvaa työskentelyä haastavan hankkeen parissa.

Elsingkin on monestakin yksittäisestä seikasta ylpeä. Vaativa hanke alitti tuotantolaitteiston asennusaikataulun 50 päivällä ja koko hanke valmistui puoli vuotta etuajassa.

Joskus alkuperäisestä suunnitelmasta kannatti poiketa, jotta aikaa saatiin säästymään. Tornin tasolla 19 on paljon herkkiä laitteita. Alkuperäisessä suunnitelmassa laitteet oli tarkoitus tuoda tavarahissillä vasta tasojen valmistuttua. Koska kelit olivat suotuisat, asennusjärjestystä muutettiin ja pölyävin, eli Multipoor-eristeen asennus tehtiin alta pois. Huolellisen suunnittelun jälkeen herkät laitteet nostettiin paikoilleen jo ennen seuraavan tason valmistumista ja aikaa saatiin taas säästettyä.

–Teräsrakenteen rakentaminen huipulle oli melkoista palapelin rakentamista, mutta sekin onnistui, vaikka oli huolen aihe jossain vaiheessa. Nosturikin saatiin onnistuneesti purettua.

–Työskentelyolosuhteet olivat haastavat ja esimerkiksi elementtirakenteet ja talotekniikan esivalmisteiden nosto jouduttiin tekemään yövuorossa tuuliolosuhteiden vuoksi.

Haastavat työskentelyolosuhteet, päällekkäiset työvaiheet ja kolmivuorotyö edellyttivät työturvallisuuden äärimmäisen huolellista suunnittelua ja toteutusta. Työmaalla ei tapahtunutkaan ainuttakaan vakavaa tapaturmaa. •



Paula Osenitus



13

Ville Hakala



14

Ville Hakala



15

**12** Julkisivujärjestelmä on tuulettuva. Seinä- ja lattiapinnoissa on käytetty keraamista laattaa Marazzin Berici Cenere 120 × 120 cm.

**13** Arkkitehti Maurizio Varrattalle oli tärkeää saumojen jatkuva linja sekä pyöreän muodon toistaminen. Kaikki lattialaatat kaarteessa on leikattu säteen muotoon, joten ne muodostavat ikään kuin ison viuhkan. Lattiassa kaikki saumat jatkuvat tarkkaan vaaka- ja pystysuorissa linjoissa.

**14** Puolikaarevan näköalatasanteen käytävän betonirauhoitteet.

**15** Käytävä betonoitiin nopeasti pinnoitettavalla C33/35 betonilla.



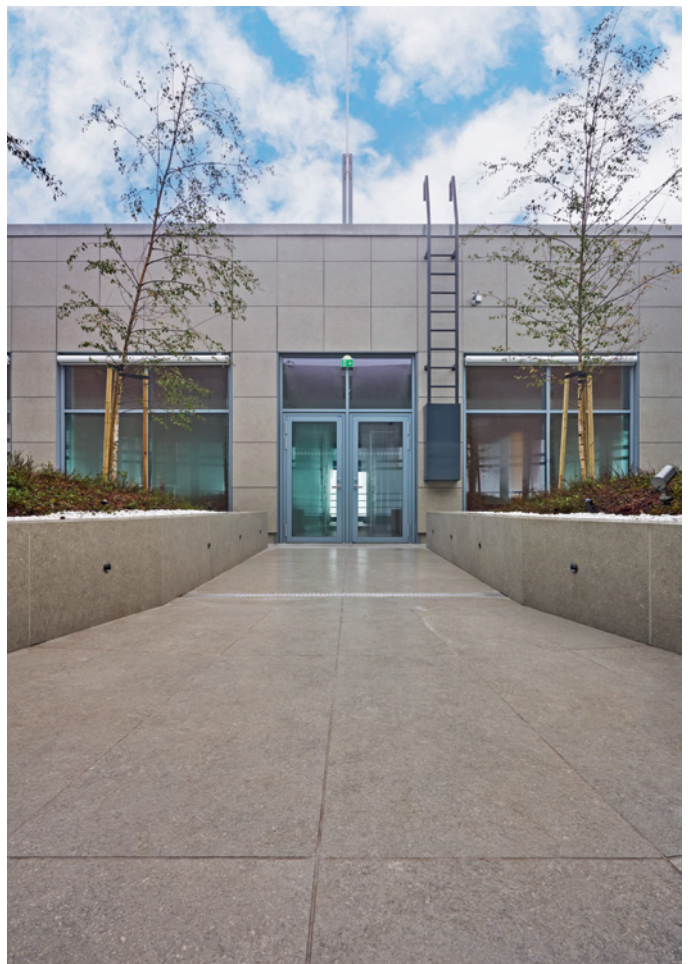
16



17



18



19

**16** Wc-tilan puupintaa muistuttava keraaminen laatta on Marazzin Naturalia Canneto 3D-Rovere 33 × 100 cm. Allastaso on tehty Bericistä.

**17** Hissiaulan korotettu laattalattia on tehty Marazzin järjestelmällä 60 × 60 cm:n laattalla. Johdot ja putkukset kulkevat lattian alla. Mikäli tulipalo syttyisi ja sprinklerit menisivät päälle, vesi pääsisi poistumaan laattojen alla oleviin lattiakaivoihin saumojen läpi. Erikoisrakennuksen vaatimukset täyttävän hissin toimitti Kone.

**18** Vain tornin kahdella ylimmällä tasolla on varsinaisia oleskelutiloja.

**19** Saumojen jatkuva linja luo harmoniaa lattialaatoissa ja julkisivussa. Keraaminen laatta on Marazzin Berici Cenere 120 × 120 cm.

**20** Uusi 185 metriä korkea merikaapelien valmistukseen tarkoitettu torni rakennettiin Prysmian Groupin tehdasalueelle Kirkkonummella.



20

### Prysmian Sky Project, Kirkkonummi

- Valmistunut 2025
- Rakennuttaja: Prysmian Group Finland Oy
- Arkkitehti: Stephen Kemppainen, Arkkitehtitoimisto Design Team Oy sekä arkkitehti Maurizio Varrata
- Rakennesuunnittelija: Claes Hellsten, Ramboll Finland Oy
- Urakoitsija: YIT Infra Oy
- Suomen korkein rakennus
- Korkeus merenpinnasta: n. 185 m
- Ukkosenjohtimen korkolukema + 200,236
- Torni painaa: n. 30 000 tonnia
- Vulkanointitornin halkaisija: 24 metriä
- Ulkoseinän paksuus: noin 600 mm
- Ulkohalkaisija: 24,6 m
- Betonia: n 16 000 m<sup>3</sup>
- Betonierästä: 1,65 Mkg
- Betonin toimittajat: Peab Industri Oy, Swerock (paikallavalu) Lujabetoni Oy, (elementit) Betonipumppaus Laatikainen Oy, Ruskon Betoni Oy, Alistron Oy (portaat).
- Urakan arvo n. 70 M€

#### Prysmian Suomessa

Prysmian valmistaa mm. sähkön siirtoon ja jakeluun tarkoitettuja maa- ja merikaapelijärjestelmiä. Suomessa sillä on tehtaat Kirkkonummella ja Oulussa. Kirkkonummen Pikkalan tehdas on koko Prysmian konsernin suurjännitteisten XLPE-merikaapeleiden kansainvälinen osaamis- ja tuotekehityskeskus. Suomen tehtaillaan Prysmian työllistää noin 700 henkilöä.

Uusi kaapelitorni edustaa kaapelivalmistuksen edistyksellisintä teknologiaa ja mahdollistaa entistä vaativampien suurjännitekaapeleiden valmistuksen entistä tehokkaammin.

Pisimmillään Kirkkonummella on mahdollista valmistaa 130 kilometrin mittaisia yhtenäisiä suurjännitekaapeleita. Kaapelit voivat olla läpimitaltaan jopa 30-senttisiä ja painaa 130 kiloa metriä kohden.

Investointikokonaisuudella Prysmian vastaa globaalien energiamurroksen ja siihen liittyvän teknologian vauhdittamaan maa- ja merikaapeleiden kysynnän rajuun kasvuun. Pikkalassa valmistettuja suurjännitekaapeleita käytetään laajasti muun muassa suurten merituulivoimapaistojen sähkönsiirtoon Suomen ja Pohjois-Euroopan alueilla. Suurjännitekaapeleiden globaalien markkinan odotetaan jatkavan kiihtyvää kasvuaan.

*The Prysmian Sky Project in Kirkkonummi involves the construction of a 185-metre-high cable tower for Prysmian Group's submarine cable production facility, making it the tallest building in Finland. The tower enables the installation of a new, state-of-the-art vertical vulcanization line used in the manufacturing of high-voltage submarine cables, a critical technology for modern power transmission. The building houses two vertical vulcanization lines and requires exceptional structural stability.*

*The tower was constructed using slipform casting technology, allowing continuous work around the clock. Construction was heavily influenced by weather conditions, particularly wind speeds, which imposed strict limits on both crane operations and the casting process. The project site was extremely confined within an active factory area, and production at the adjacent facilities continued uninterrupted throughout construction. Successful delivery required close cooperation between the client, the constructor YIT, and multiple partners.*

*Beyond the cable tower, the investment also included four new hall extensions and a new material storage facility, bringing the total new floor area to approximately 26,000 square metres. The project involved demanding foundation works as well as extensive concrete, steel, and technical building services construction.*

*Prysmian's investment in Kirkkonummi supports growing demand for land and submarine power cables driven by the energy transition, particularly projects such as offshore wind farms.*

# Lattiapinnoitukset oppilaitoksiin ja urheilutiloihin

**Martti Matsinen**, dipl.ins.  
martti.concretia@gmail.com

Arkkitehtoniset betonilattiat erityyppisillä käsittelyillä tai tuotteilla ovat yleisiä oppilaitosten kovan kulutuksen alueilla (ks. artikkeli *Betoni* 1–23-lehdessä). Tällaisia tiloja ovat mm. aulatilat sekä kahviot ja ruokalat. Myös raskaamman kulutuksen koulu- luokat, kuten teknisen työn tilat, on usein jätetty betonipinnalle erilaisin pintakäsittelyin.

Tässä artikkelissa kerrotaan pinnoitusvaihtoehdoista tiloihin, joissa betonipinta ei välttämättä ole paras ratkaisu. Samalla käsitellään myös urheilutilojen ratkaisuja, joita voi varsinaisten urheiluhallien lisäksi olla myös oppilaitoskohteissa.

## **Vaatimuksia lattiapinnoitteelle oppilaitoskohteissa**

Lattiapinta on rakenneosia, jota käytetään eniten. Perinteisesti lattiapinnoite valitaan teknisten vaatimusten pohjalta. Kouluissa ja päiväkodeissa on kuitenkin useita vaatimuksia, joita esimerkiksi teollisuuden lattiapinnoitteilta ei vaadita. Siksi näissä kohteissa on hyvä miettiä pinnoitevalintaa eri tavalla kuin teollisuuskohteissa.

Vaatimukset vaihtelevat luonnollisesti tilojen käytön mukaan. Betonilattian voi käsitellä ja jättää betonilattiaksi kovimman kulutuksen tiloissa, mutta muissa tiloissa on vaatimuksia, joihin perusbetonilattia ei välttämättä ole paras ratkaisu.

### *Turvallisuus*

Turvallisuus on tärkeä, ehkä tärkein, vaatimus ja korostuu vielä enemmän päiväkodeissa ja alaluokkien tiloissa.

- Lattiapinta ei saa olla liukas kuivana eikä kosteana
- Pinnan tulee olla tasainen, ei kompastumisvaaraa, saumoja mahdollisimman vähän
- Pinnan tulee olla riittävän pehmeä ja joustava vaimentamaan kaatumisvaurioita
- Materiaalin tulee olla M1-hyväksytty

### *Hygienia*

Lattiapinnan tulee olla helposti puhdistettava ja sellainen, ettei se kerää likaa ja pölyä. Pesuaineiden ja -menetelmien osalta pinnoitetoimittajalta tulee pyytää hyvät ohjeet loppukäyttäjälle – huomioiden myös tilan käyttö ja sen aiheuttama likaantuminen eli mitä tilassa tehdään ja millaisia materiaaleja siellä käsitellään. Puhtaanapito on päivittäistä, mikä asettaa omat vaatimuksensa sekä pinnoitteille että puhtaanapidolle.

### *Kestävyys*

Lattiapinnalla tulee olla hyvä kulutuksenkestävyys. Tilassa liikkuu päivittäin paljon ihmisiä, liikkuminen voi tapahtua märissä vaatteissa ja ulkokengät jaloissa, tiloissa siirrellään pulpetteja ja tuoleja – kaikki nämä vaikuttavat pinnan kestävyteen ja tulee huomioida sekä puhtaanapidossa että huolloissa. Kestävyteen liittyy myös pinnoitusmenetelmän kyky kestää alustan liikkeitä ja mahdollista halkeilua. Tärkeää on, että mahdolliset huoltokorjaukset on helppo ja nopea toteuttaa häiritsemättä tilojen normaalia käyttöä (tai tehdä lomien aikana).

### *Mukavuus ja akustiikka*

Pinnoitteen äänenvaimennusominaisuudet ovat tärkeitä, sillä melutaso oppilaitoksissa on

1 Urheilulattia, Conipur HG, pistejoustava polyuretaanijärjestelmä. Kärjen koulu, Seinäjoki.





muutoinkin yleensä melko korkea ja rauhallinen oppimisympäristö parantaa myös oppimistuloksia. Erityisesti tämä koskee askeläänien vaimennusta – kova kopina kovilta pinnoilta häiritsee hiljaisemmassa tilassa olevia.

Koululuokissa ja erityisesti päiväkodeissa pinnoitteen on hyvä olla lämmin ja miellyttävä jalan alla, mikä lisää mukavuutta olla tilassa pitkiä aikoja.

### Mikä olisi oikea materiaali lattiapinnoituksiin

Oppilaitoskohteissa käytetään arkkitehtonisten betonilattioiden lisäksi pinnoitettuja betonilattioita raaka-aineenaan yleisimmin epoksi tai polyuretaani (PU). Alla on hieman vertailua em. raaka-aineista ja niiden sopivista käyttökohteista. On kuitenkin huomattava, että on tuotekohtaisia eroja myös raaka-ainetyyppien sisällä – joten kannattaa aina varmistaa tuotetoimittajalta tuotteen sopivuus ko. tilaan.

- **Mekaanisissa ominaisuuksissa** merkittäv in ero tulee materiaalin joustavuudessa ja elastisuudessa. PU on elastinen, silloittaa hyvin pientä halkeilua ja kestää iskuja. Epoksi taas on kova ja jäykkä, eikä siedä alustan halkeilua samalla tavalla.
- **Käyttömukavuuden ja turvallisuuden** osalta keskeinen mittari on Shore-kovuus,

jolla kuvataan materiaalin pintajäykkyyttä ja elastisuutta. Mukavuuslattioissa käytetään tyypillisesti Shore A-asteikkoa, joka soveltuu joustaville materiaaleille paremmin kuin kovemmille materiaaleille tarkoitettu Shore D-asteikko. Shore A80-luokan PU:lla saavutetaan hyvä tasapaino kulutuskestävyyden ja kävelymukavuuden välillä. Se on riittävän kimmoisa äänenvaimennuksen kannalta, mutta samalla hyvä kestä- mään koulujen ja päiväkotien runsasta käyttöä, puhtaanapitoa ja kalusteiden siirtelyä. Liian kova pinta rasittaa jalkoja ja selkää enemmän kun taas liian pehmeä painuu ja kuluu epätasaisesti ja voi hankaloittaa kalusteiden siirtelyä. A80-tasoinen PU onkin useimmissa koulu- ja päiväkotitiloissa paras valinta. PU on myös epoksia turvallisempi kaatumistilanteissa, mikä päiväkotikohteissa on ykköstärkeysluokkaa.

- **Sisäilman** kannalta molemmista pinnoitetyypeistä löytyy kattavasti hyviä, MI-hyväksytyjä ratkaisuja
- **Hygienia ja puhtaanapito** on molemmilla tuotetyypeillä helppoa hoitaa – kunhan muistetaan oikeat menetelmät
- **Elinkaarikustannusten** vertailu riippuu tilan käytöstä. Epoksi on alkuinvestointina edullisempi, mutta tilan rasi- tusten ollessa suuri mahdollisten halkeilujen ja murtu-

mien korjaaminen lisää sen elinkaarikustannuksia. Kokonaiskustannuksissa PU on yleensä perusteltu ratkaisu.

Yhteenvetona vertailussa voisi todeta, että epoksi on hyvä valinta teknisiin tiloihin, konehuoneisiin ja varastoihin. PU taas luokkatiloihin, käytäville, monitoimitiloihin ja päiväkotien tiloihin.

### Vaatimuksia liikunta- ja urheilutilojen lattiapinnoitteelle

Liikunta- ja urheilutiloissa tulee lisää vaatimuksia edellisiin verrattuna. Standardi SFS-EN 14904 ja siihen pohjautuva RT-kortti 84-10958 antavat hyviä ohjeita lattiapinnan suunnitteluun. Tähän listaukseen on koottu tärkeimpiä asioita.

- **Lattiapinnan kitka** on merkittävä asia turvallisuuden kannalta. Pieni kitka aiheuttaa liukastumisvaaran ja suuri kitka taas tuo riskin lihas- ja nivelvaurioille nopealiikkeisissä lajeissa. Kitkan on oltava vakio koko alueella ja siinä on myös huomioitava esimerkiksi eri lajien vaatimat rajateippaukset.
- Oikea **iskunvaimennuskyky** suojaa liikku- jia kaatumistapauksissa ja säästää myös nivelvaurioilta. Tähän liittyy myös pinnoitteen pystysuuntainen **muodonmuutos**.

**2** Päiväkoti Korento Helsingin Maunulassa. Lattian kuvio "Satujen palatsit", suunnittelijana taiteilija Tatu Tuominen, 2020. Lattian pinnoitteena Viasol Elastic polyuretaanijärjestelmä.

**3-4** Kytöpuiston koulu Vantaalla. Lattian pinnoitteena Conifloor LPC polyuretaanijärjestelmä luokahuoneessa ja Conifloor LPC+LI käytävillä. Pinnoite on elastinen ja matalapäästöinen polyuretaani-pinnoitusjärjestelmä nestemäisellä mattokerroksella. Järjestelmä on askelääntä vaimentava.

**5** Kärjen koulu Seinäjoella. Lattian pinnoitteena Conifloor LPC polyuretaanijärjestelmä.



Master Chemicals Oy



Master Chemicals Oy



Master Chemicals Oy



Master Chemicals Oy



Master Chemicals Oy

6

7



Master Chemicals Oy

8

6 Mustasaaren sivistyskampus, Conifloor LPC+LI akustoiva (16 dB) polyuretaanijärjestelmä.

7 Mustasaaren sivistyskampus, Conifloor LPC+LI akustoiva (16 dB) polyuretaanijärjestelmä.

8 Vähärauman koulu Porissa. Lattian pinnoitteena Viasol Elastic polyuretaanijärjestelmä.

Taulukko 1

## (RT-kortti 84–10958) Joustavuustyyppien sopivuus eri urheilulajeihin

Huom! taulukossa oppilaitoksien liikuntahallit voidaan tulkita harrastetasolle, ellei niissä pidetä suurempia kilpailuja

- 1 soveltuu
- 2 mahdollinen (lapsille suurempi vaimennus)
- 3 mahdollinen, mutta suurempi vaimennus olisi parempi
- 4 mahdollinen, muttei suositeltava
- 5 ei sovellu

| Urheilulaji  | Pistejoustava                        | Liitto- tai yhdistelmäjoustava | Aluejoustava                         |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| salibandy  | 3                                    | 1                              | 2 (harrastetaso)<br>1 (kilpailutaso) |
| lento-, käsi- ja kori- ja sulkapallo                                       | 3 (harrastetaso)<br>5 (kilpailutaso) | 1                              | 2 (harrastetaso)<br>1 (kilpailutaso) |
| tanssi ja kilpavoimistelu (aerobic, telinevoimistelu, rytmisen voimistelu) | 5                                    | 5                              | 1                                    |
| harrastevoimistelu   | 3                                    | 1                              | 2                                    |
| miekkailu  | 1                                    | 1                              | 1                                    |
| kamppailulajit   | 4                                    | 1                              | 1                                    |

Pinnan tulee joustaa, mutta se ei saa olla liian joustava, ettei liikkuminen muodostu epävakaaksi ja vaikuta myös esimerkiksi pallon käyttäytymiseen. Iskunvaimennuskyvyn osalta tulee valita, millainen vaimennuskyky vaaditaan. Vaaditaanko pistemäistä vai alueellista joustavuutta (näistä myöhemmin tässä artikkelissa).

- Eri urheilulajien osalta pinnoitteen valinnassa on huomioitava mm. pallon pysykympöisyys, lattian iskunkestävyys, kulutuksenkestävyys ja painumakestävyys. Muita yleisiä **teknisiä vaatimuksia** ovat pyöräkuorman kestävyys, kosteusvaihtelujen kestävyys, tasaisuus sekä pinnan kiiltoaste – lattia ei saa olla liian kiiltävä.
- **Eriyisryhmien** asettamia vaatimuksia ovat mm. pölyttömyys ja vedottomuus lattiapinnassa, koska lattialla liikutaan paljon istuen. Lisäksi tulee huomioida erilaisten apuvälinen käyttö, kuten pyörätuolit, kepit ja rollaattorit.

Joustavuusvaatimukset vaikuttavat merkittävästi pinnoitusmateriaalin valintaan. **Aluejoustavassa** urheilulattiassa suuri rasitus kohdistuu laajalle alueelle. Tällainen lattiatyypin

sopii paremmin kohteisiin, joissa käyttäjien massa ja liike-energia ovat suuria. Oppilaitosten lattioissa näin suuria vaatimuksia ei yleensä ole. **Pistejoustavassa** urheilulattiassa pienetkin pistekuormat aiheuttavat painumia. Tällaisessa lattiassa on yleensä yksi joustinkerros, jonka päälle tulevat pintakerrokset ja se soveltuu hyvin lapsi- ja perheliikuntaan. **Liittojoustavassa** urheilulattiassa pistejoustavaan lattiaan on lisätty yksi jäykkyyttä lisäävä kerros. Lattia joustaa silloin laajemmalla alueella ja soveltuu hyvin sekä aikuisten että lasten liikuntaan. **Yhdistelmäjoustava** urheilulattia on aluejoustava lattia, johon on lisätty pistejoustava pintakerros. Tällöin jäykempi aluslevy ottaa vastaan suuremmat kuormat ja pistejoustava pintakerros auttaa pienemmillä kuormilla.

Taulukossa 1 on esitetty eri joustavuustyyppien suosituksia eri urheilulajeille käyttäen polyuretaanipinnoitetta, joka on paras raaka-aine näihin lattiatyyppeihin.

**Mitä pinnoitevalinnassa tulee huomioida**

Yhteenvedona voidaan todeta jo alussa mainittu – lattiapinta on sekä oppilaitos- että urheilurakentamisessa kulutetuina rakenneosia.

Pinnoitetyypin ja materiaalin valinnassa valittavan usein merkittävin valintakriteeri on euro. On kuitenkin muistettava, että näitä kohteita rakennetaan pitkäksi ajaksi ja yleisemminkin lattiarakenteen korjaaminen on aina vaativa tehtävä. Lisäksi korjausaika poikkeuksetta rajoittaa korjattavan tilan käyttöä sen oikeaan käyttötarkoitukseen.

On myös huomattava, että erityisesti urheilurakentamisessa lattiapinnoitteen valinta on paitsi lattian kestävyys, niin myös käyttäjien terveyden ja turvallisuuden kannalta avainasemassa. Ei ole mitään syytä valita tuotetta tai menetelmää, joka aiheuttaa terveys- tai loukkaantumiseriskiä käyttäjille. •

# Yleinen seinäelementtien pystyliitosten vaijerilenkkiohje

## Aki Kemppainen

Suunnittelupäällikkö, Sweco Finland Oy  
aki.kemppainen@sweco.fi

Betonielementtiteollisuus ry:n elementtijaos on laatinut *Yleisen seinäelementtien pystyliitosten vaijerilenkkiohjeen*. Ohjekortin laatimiseen on osallistunut asiantuntijaryhmä, jonka aktiivisia jäseniä ovat olleet *Tonja Tynys* (Peikko), *Antti Lääkkö* (Semtu), *Pasi Salmela* (Parma), *Janne Kihula* (RTT) sekä *Kim Johansson* (BY). Ohjekortin on kirjoittanut *Aki Kemppainen*, ja taustalaskelmia on tehnyt *Tiago Magnus* (Sweco).

Ohjeen tavoitteena on mahdollistaa eri valmistajien samankaltaisten vaijerilenkkituotteiden keskinäinen vaihdettavuus ja ristikkäiskäyttö. Suomessa vallitsevan käytännön mukaan elementtisuunnitelmissa määritellyjä vaijerilenkkituotteita ei saa vaihtaa toisen valmistajan vastaaviin tuotteisiin ilman suunnittelijan hyväksyntää, eikä eri valmistajien tuotteita ole saanut käyttää keskenään ristiin. Suunnittelija mitoittaa lisäksi vaijerilenkkien määrät saumakohtaisesti suunnitelmissa esitetyn valmistajan kestävyysarvojen perusteella. Koska valmistajien välillä esiintyy eroja kestävyysarvoissa, tämä on vaikeuttanut entisestään teknisesti samankaltaisten vaijerilenkkituotteiden keskinäistä vaihdettavuutta.

Nyt julkaistu vaijerilenkkiohje määrittelee samankaltaisten vaijerilenkkituotteiden mitoitusperiaatteet, yhteensopivuusvaatimukset sekä pystysuuntaisen leikkauskestävyyden  $V_{Rd}$  eri valmistajien välillä. Tämä mahdollistaa vaijerilenkkituotteiden vaihdettavuuden ja ristikkäiskäytön elementtitehtailla ilman

1 Kuva peltisestä vaijerilenkkikotelosta.

2 Vaijerilenkkitiitos elementissä.



rakennesuunnittelijan erillistä hyväksyntää, edellyttäen että vaijerilenkit on merkitty suunnitelmiin vaijerilenkkiohjeen mukaisesti ja käytettävät vaijerilenkkituotteet täyttävät ohjeessa asetetut vaatimukset.

Vaijerilenkkiohje on saatavilla ja ladattavissa [Elementtisuunnittelu.fi](http://Elementtisuunnittelu.fi)-sivustolta.

### Mitä vaijerilenkillä ohjeessa tarkoitetaan?

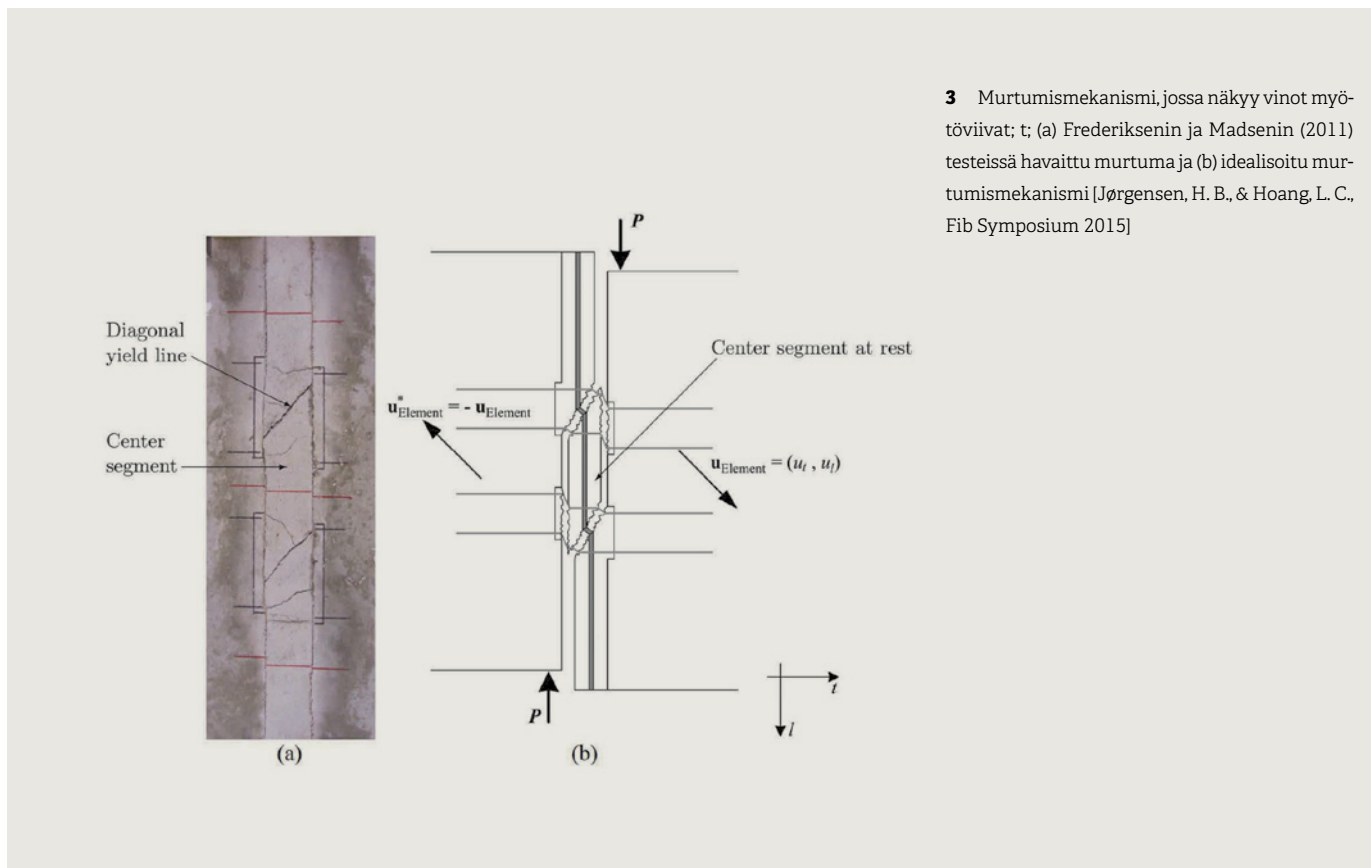
Vaijerilenkeillä tarkoitetaan yksilenkkisiä vaijerilenkkikoteloita, jotka koostuvat vaar-nakotelosta ja sen läpi pujotetusta korkealujuuksisesta teräsvaijerista. Vaijerilenkkejä käytetään betonielementtien pystysuuntaisissa liitoksissa, joissa elementtien välisessä liitoksessa edellytetään leikkausvoiman siirtoa. Ohje käsittelee vaijerilenkkien toimintaa betonielementtien pituussuuntaisen leikkaus-

voiman siirrossa, eikä siinä tarkastella muita liitostyyppisiä tai kuormitustilanteita.

Betonielementtien pystysaumoissa käytettävä elementtiliitostyyppi määritetään saumaan kohdistuvien kuormitusten perusteella. Liitostyyppi on valittava siten, että se kykenee luotettavasti siirtämään liitokseen syntyvät voimat. Elementtiliitoksissa on kuitenkin suositeltavaa suosia standardoituja ja vakioituja liitosratkaisuja, jotta elementtien valmistus säilyy kustannustehokkaana sekä asennusprosessin ennakoitavuus ja elementtiasennuksen sujuvuus voidaan varmistaa.

Käytettävät saumamuodot on esitetty [Elementtisuunnittelu.fi](http://Elementtisuunnittelu.fi)-sivustolla julkaistuissa betonielementtien vakioliitospirustuksissa. Piirustukset ovat saatavilla sekä DWG- että PDF-muodossa.





3 Murtumismekanismi, jossa näkyy vinot myötöviivat; t; (a) Frederiksenin ja Madsenin (2011) testeissä havaittu murtuma ja (b) idealisoitu murtumismekanismi [Jørgensen, H. B., & Hoang, L. C., Fib Symposium 2015]

### Vaijerilenkkien mitoitusperiaate

Vaijerilenkkiohjeessa käytetään tanskalaista vaijerilenkkien mitoitusohjetta *BEF Bulletin No. 2*, joka perustuu Jørgensen H.B.:n, Hoang L.C.:n ja Hagsten L.G.:n tekemiin laajoihin tutkimuksiin. Ohjeen on julkaissut tanskalainen betoniyhdistys, ja sen laatimiseen ovat osallistuneet edellä mainitut tutkijat.

Vaijerilenkkiliitoksen kapasiteetti perustuu sauman leikkaukskapasiteettiin, jonka laskentamenetelmä on kehitetty huomioimaan kaksi mahdollista murtomuotoa: suoraleikkauksmurto ja diagonaalinen leikkauksmurto. Vaijerilenkkiliitosten leikkaukskapasiteetti perustuu kokeellisesti havaittuihin murtomekanismeihin. Molemmissa murtotapauksissa vaijerilenkin on oltava liitoksen vahvin osa, jotta liitoksen murtotapa on sitkeä.

Korkealujuusvaijerilenkit ovat erittäin lujia mutta hauraita, eivätkä ne käyttydy plastisesti. Tämän vuoksi ne voivat katketa äkillisesti ilman ennakkovaroitusta. Mitoituksen lähtökohtana on, että murtuminen tapahtuu ensisijaisesti saumalaastissa eikä vaijerilenkeissä. Näin varmistetaan, että liitoksen murtomekanismi on sitkeä, eli saumassa tapahtuu merkittävää muodonmuutosta ennen murtumista.

### Liitoksen toimintaperiaate

Pystysaumaliitoksen pituussuuntainen leikkauksvoima jakaantuu sauman kuormitustilanteessa vaarnan vaikutusalueella vinoon

puristuskomponenttiin ja vaakasuoraan vetokomponenttiin.

Leikkauksvoiman vino puristuskomponentti välittyy vaarnojen muodostamien vaarnojen betoni-betoni-liitos- ja tartuntapintojen välityksellä liitettävälle betonielementeille.

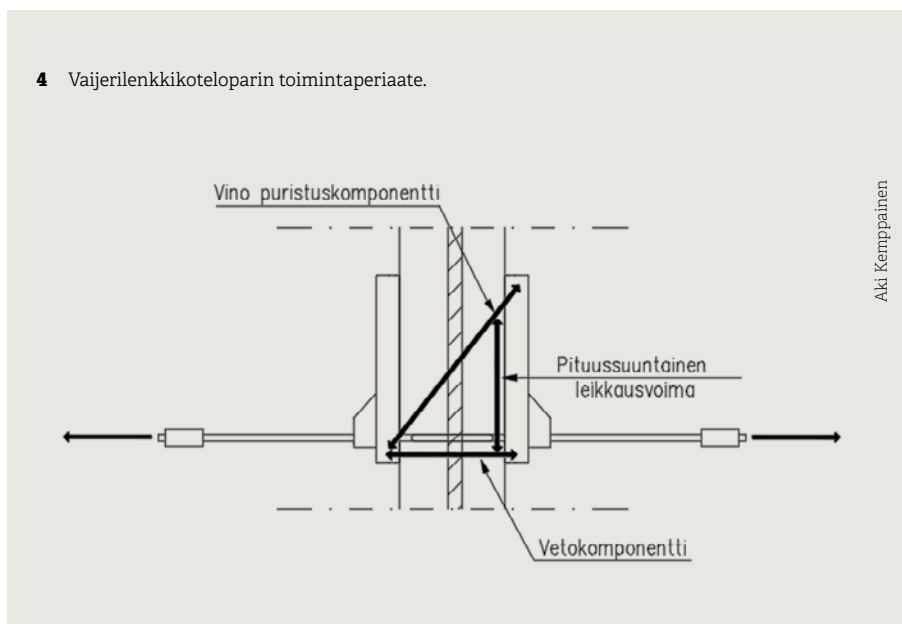
Leikkauksvoiman vaakakomponentti siirtyy elementin saumaan betonin ja vaijerilenkin suoran osuuden ja puristeholkin tartunnan välityksellä. Leikkauksvoiman vaakakomponentti siirtyy elementtien välisessä saumassa

vetoliitoksena, jonka muodostavat vastakkaisen elementtien vaijerilenkit. Lenkkien läpi asennetaan harjaterästanko ja koko elementtisauma täytetään huolellisesti saumabetonilla.

### Pystyliitoksien voimien määrittäminen

Elementtisaumoihin vaikuttavien voimien määrittäminen voidaan suorittaa joko käsilaskennan menetelmin tai hyödyntämällä rakennelaskentamallia, joka perustuu elementtimenetelmään (FEM). Kuitenkin ele-

4 Vaijerilenkkikoteloparin toimintaperiaate.



Aki Kempainen

5 Vaijerilenkkejä elementeissä.



Lipa-Betoni Oy

5

menttisaumaan kohdistuva pystysuuntainen leikkausvoima oletetaan jakautuvan kerroksittain yksittäisessä saumassa tasan saumassa olevien vaijerilenkkikoteloparien kesken.

Taulukossa 1 on esitetty yleisesti käytettävän vaijerilenkkikoteloparin pystysuuntainen leikkauskestävyys  $V_{Rd}$ .

Ohjeessa on määritelty myös onnettomuus-tilanteen pystysuunnainen leikkauskestävyys.

**Kuormien jakautuminen rakennelaskentamallissa**

Rakennelaskentamallin on vastattava mahdollisimman hyvin rakenteen todellista käyttäytymistä. Elementtiliitokset tulee mallintaa oikein, ja nivel-liitosten momenttijäykkyys on vapautettava, jotta vältetään epärealististen

voimien siirtyminen muihin rakenteisiin.

Pysty- ja vaakasaumojen leikkausrasitukset voidaan ottaa suoraan rakennelaskentamallista ja mitoittaa Eurokoodin mukaisesti. Linearisessa analyysissä suurimmat leikkausvoimat esiintyvät yleensä noin kolmanneksen korkeudella rakenteen kokonaiskorkeudesta. Saumojen osittainen plastisoituminen voidaan huomioida rasitusten jakautumisessa, mutta täydellistä plastisoitumista ei tule olettaa ilman erillistä analyysyä. Elementtisaumaan kohdistuva pystysuuntainen leikkausvoima oletetaan jakautuvan kerroksittain yksittäisessä saumassa tasan saumassa olevien vaijerilenkkikoteloparien kesken.

Rakennelaskentamallit eivät yleensä huomioi vaiheittaista rakentamista, vaan lisäävät

kuormat kerralla valmiille rakenteelle. Tällöin kuormat jakautuvat jäykkyyden perusteella ja keskittyvät jäykempiin osiin, mikä voi poiketa merkittävästi todellisesta tilanteesta. Kerros kerrallaan etenevässä rakentamisessa kuormitukset ja rakenteiden jäykkyydet muuttuvat työn edetessä, ja tämä tulisi huomioida rakennelaskennassa.

Kun vaiheittainen rakentaminen jätetään huomioimatta, pystykuormat (omapaino ja hyötykuormat) voivat aiheuttaa rakenteisiin ylimäärisiä ja epärealistisia rasituksia. Runkoa käsitellään yhtenä kokonaisuutena, mikä voi johtaa muodonmuutoksiin, joissa ylemmät kerrokset ikään kuin riippuvat alemmista. Tämä voi synnyttää ei-toivottuja leikkausvoimia erityisesti jäykistävässä seinissä.

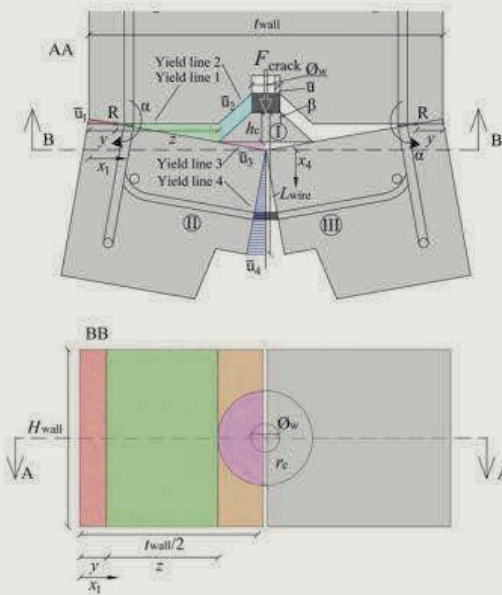
Rakennelaskentamallin tulosten oikea tulkinta edellyttää asiantuntemusta ali ja ylimitoituksen välttämiseksi. Saumatyypeissä tulisi suosia rakenteellisesti selkeitä ja yksinkertaisia ratkaisuja, jotka tukevat tehokasta suunnittelua, valmistusta ja asennusta. Rakennelaskennassa esiintyvät singulariteetit voivat aiheuttaa epärealistisia jännityshuippuja, mutta niiden vaikutuksia voidaan vähentää huolellisella ja tarkoituksenmukaisella mallinnuksella.

**Taulukko 1**

Pystysuuntainen leikkauskestävyys  $V_{Rd}$  (kN/vaijerilenkkikotelopari)

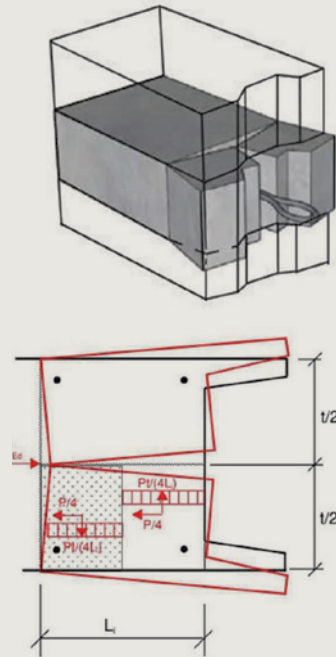
| Betoniluokka | C25/30 | C30/37 | C35/45 | C40/50 | C45/55 | C50/60 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| YVL 80-120   | 11,5   | 12,7   | 13,9   | 14,8   | 15,9   | 16,8   |

6 Idealisoitu murtumamekanismi ja halkeaman muodostuminen.



BEF Bulletin No. 8

7 Kuvaus paikallisesta lohkoutumismurtumasta ja siirtymästä, johon liittyy vaakasuora halkeama.



BEF Bulletin No. 8

## Betonielementtien vaijerilenkkipäiden raudoitus

Betonielementtien reuna-alueet, joissa käytetään vaijerilenkkejä, tulee raudoittaa. Liitosta mitoitettaessa on kuitenkin huomioitava, että eurokoodien mukaisilla laskentakaavoilla tarkasteltuna betonielementin reunan kapasiteetti voi tietyissä tilanteissa olla riittävä myös ilman reuna-alueen raudoitusta.

Vaijerilenkkiliitoksen mitoitus on kuitenkin haastavaa. Eurokoodien laskentakaavat perustuvat yksinkertaistettuihin malleihin, jotka eivät kaikilta osin kuvaa vaijerilenkkiliitoksen todellista käyttäytymistä eivätkä ota suoraan huomioon väsyttäviä tai sykliisiä kuormia. Vaijerilenkkiliitokselta edellytetään rakenteellista sitkeyttä sekä kuormien uudelleenjakautumiskykyä, eikä näitä ominaisuuksia voida luotettavasti varmistaa raudoittamattomassa betonirakenteessa.

Vaijerilenkkiohjeeseen ollaan kevään 2026 aikana lisäämässä liite 4, jossa annetaan tarkempi ohjeistus betonielementtien reuna-alueiden eli vaijerilenkkien ankkurointi-alueiden raudoituksesta.

Ohjeistus perustuu Tanskan betonielementtiyhdistyksen keväällä 2026 julkaisemaan ohjeeseen *BEF Bulletin No. 8 Wiresøjfers forankringskapacitet i vægkanter*.

## Käyttö ja rajoitteet

Valmistajalla tulee olla kansallinen tuotehyväksyntä, mikäli tuote ei kuulu CE-merkinnän piiriin. Tuotehyväksyntä voidaan osoittaa tyyppihyväksynnällä, varmennustodistuksella tai

rakennuspaikkakohtaisella varmentamisella. Rakennuspaikkakohtaisena varmentamisdokumenttina voidaan käyttää vapaaehtoista tuotesertifikaattia, jonka on myöntänyt kyseisen tuoteryhmän osalta ympäristöministeriön valtuuttama toimielin.

Betonielementtien tuotehyväksyntä edellyttää komponenttien jäljitettävyyttä, mikä korostaa tehtaiden dokumentaation sekä tuotekohtaisten tunnisteiden merkitystä erityisesti tilanteissa, joissa vaijerilenkkituotteiden vaihto ja ristikkäiskäyttö on mahdollista.

Vaijerilenkkejä saa käyttää ainoastaan valmistajien käyttöohjeiden mukaisesti. Yleisesti vaijerilenkkejä ei saa käyttää missään olosuhteissa nosto-osina, kiinnityspisteinä, dynaamisesti kuormitetuissa liitoksissa, momenttijäykissä liitoksissa tukimuurien tai vastaavien maanpainerasitetuissa seinäliitoksissa.

Vaijerilenkkiohje ei mahdollista kahden vierekkäisen vaijerilenkin käyttöä eli yksilenkkisiä vaijerilenkkikoteloita ei saa käyttää ns. tuplavaijerilenkkiliitokseen, koska kyseistä liitosta ei ole kokeellisesti varmennettu ja yksilenkkisen vaijerilenkkikotelon laskentamennelmä perustuu kokeellisesti varmennettuun mitoitusmalliin.

## Miten ohjekorttia käytetään

Suunnittelija määrittelee yleisen vaijerilenkin betonielementtisuunnitelmaan. Saumassa käytettävä vaijerilenkkijako määräytyy saumaan kohdistuvan pystysuuntaisen leikkausvoiman perusteella. Vaijerilenkin vakio pituus 80/100/120 määräytyy käytettävän saumaty-

pin mukaan. Yleisestä vaijerilenkistä käytetään lyhennettä YVL.

## Yleisen vaijerilenkin määrittely

1. Suunnittelija laskee betonielementtisaumoihin kohdistuvat pystysuuntaiset leikkausvoimat.
2. Suunnittelija määrittää saumassa käytettävän vaijerilenkkijaon. Jako perustuu saumaan kohdistuvaan pystysuuntaiseen leikkausvoimaan sekä yleisen vaijerilenkkikoteloparin pystysuuntaiseen leikkauskestävyyteen. Pystysuuntaisen leikkausvoiman oletetaan jakautuvan kerroksittain yksittäisessä saumassa tasaisesti saumassa olevien vaijerilenkkikoteloparien kesken.
3. Vaijerilenkin pituus määräytyy käytettävän saumatyypin mukaan siten, että vaijerilenkin limititys ja asento ovat ohjeistuksen mukaiset.
4. Suunnittelija merkitsee elementtisuunnitelmaan yleisen vaijerilenkin, vaijerilenkkijaon ja vaijerilenkin pituuden, esimerkiksi YVL80k400. Lisäksi elementtipiirustukseen mitoitetaan vaijerilenkkien sijainnit elementin reunoista sekä vaijerilenkkijako.
5. Elementtivalmistaja voi käyttää saumassa yksilenkkistä vaijerilenkkituotetta, joka täyttää vaijerilenkkiohjeen vaatimukset, kun elementtipiirustukseen on merkitty yleinen vaijerilenkki.
6. Vaijerilenkit asennetaan elementtitehtaalla muotteihin vaijerilenkkivalmistajien ohjeiden mukaisesti.



8

8 Betonielementtien vaijerilenkkisauma.

9 Pystysauman pumppaus.

10 Uuden julkaisun Yleinen seinäelementtien pystyliitosten vaijerilenkkiohjeen kanssi. Vaijerilenkkiohje on saatavilla ja ladattavissa [Elementtisuunnittelu.fi](https://www.elementtisuunnittelu.fi)-sivustolta.



9



10

### Toteutus työmaalla

Työturvallisuus on keskeistä betonielementtiliitosten suunnittelussa. Liitokset tulee pyrkiä asentamaan rakennuksen sisältä ilman nostoapuvälineitä ja välttää työskentelyä ulkopuolella tai kuiluissa. Nämä periaatteet on esitettävä selkeästi betonielementtiasennussuunnitelmissa.

Suunnittelussa on huomioitava asennusaikeiset kuormitukset, kuten tuuli, toispuoleiset asennukset ja työnaikaiset jäykistysvoimat, jotka voivat poiketa lopullisista kuormituksista. Liitokset toteutetaan kerros kerrallaan kantavan rungon etenemisen mukaan, eikä useamman kerroksen asentaminen työnaikaisella tuennalla ole sallittua.

Ennen seuraavan kerroksen asennusta on varmistettava betonin ja laastien riittävä lujuus, erityisesti kylmissä olosuhteissa ja

kapeissa saumoissa. Lujuuden kehitystä voidaan seurata lämpötilaloggereilla. Saumojen toteutuksessa noudatetaan BY65-normeja ja toteutuseritelmaa käyttäen olosuhteisiin soveltuvia materiaaleja ja työmenetelmiä.

Saumojen pumppauksen on oltava täysin onnistunut, jotta sauma täyttyy kokonaan betonilla ja toimii rakenteellisesti suunnitellulla tavalla. Tyhjätkohdat heikentävät sauman kestävyyttä. Jos pumppauksen luotettavuudesta on epäilystä, suositellaan vaihtoehtona sauman pystyvalua juotosbetonilla, erityisesti rakenteellisesti haastavissa liitoksissa, kuten T-liitoksissa. •

**Lisätietoja:** Yleinen seinäelementtien pystyliitosten vaijerilenkkiohje on saatavilla ja ladattavissa [Elementtisuunnittelu.fi](https://www.elementtisuunnittelu.fi)-sivustolta.

# Pakkasprojekti25

## – Edistystä betonin pakkasenkestävyyden tutkimisessa

**Teemu Ojala**, TkT, tutkijatohtori  
Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos  
teemu.ojala@aalto.fi

**Jouni Punkki**, TkT, professori (POP)  
Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos  
jouni.punkki@aalto.fi

### Taustaa

Betonin pakkasenkestävyys on äärimmäisen tärkeä säilyvyysominaisuus Suomen ilmast-  
to-olosuhteissa. Vuosikymmenten kuluessa  
pakkasenkestävän betonin valmistus on opittu  
hallitsemaan varsin hyvin, mutta betoni muut-  
tuu jatkuvasti. Sementit sisältää aikaisempaa  
enemmän seosaineita, lisäaineet ovat kehiti-  
tyneet ja pumppauksen myötä betoneista on  
tullut selvästi notkeampia kuin parikymmentä  
vuotta sitten.

Betonin laatuvaatimukset pakkasenkestä-  
vyyden suhteen perustuvat betoneihin, jotka  
eivät enää täysin vastaa nykypäivän betoneita.  
Tämä ei välttämättä aiheuta ongelmia, mutta  
korostaa testaamisen merkitystä. Esimerkiksi  
kun uusi sementti otetaan käyttöön, tulisi  
meidän tietää, miten se mahdollisesti vaikut-  
taa betonin pakkasenkestävyyteen.

Pakkasenkestävyyttä testataan Suomessa  
pääosin kahdella testausmenetelmällä: huoko-  
sanalyyseillä [1] ohuthie- tai pintahienäytteistä  
rasitusluokissa XF1 ja XF3 sekä teknisen spe-  
sifikaation mukaisella laattatestillä eli "laat-  
takokeella" [2] rasitusluokissa XF2 ja XF4 sekä  
infrabtoneilla [3]. Molempiin mainittuihin  
testausmenetelmiin liittyy merkittäviä haas-  
teita, ja haasteiden rooli korostuu entisestään  
siirryttäessä entistä enemmän seostettuihin  
sideaineisiin. Laattakokeessa keskeisiä ongel-  
mia ovat:

**Vaikka Suomessa ei varsinaisesti ole ongelmia betonin pakkasenkestävyyden kanssa, pak-  
kasenkestävyyden testaamisen kanssa on haasteita. Siten nähtiin tarpeelliseksi käynnis-  
tää projekti betonin pakkasenkestävyyden laadunvarmistuksen kehittämiseksi. Vuosina  
2023–2024 toteutettiin esiselvitys, jossa kartoitettiin pakkasenkestävyyden potentiaalisia  
testimenetelmiä sekä vertailtiin pakkasenkestävyyden vaatimustasoja eri maissa. Pakkas-  
projektin esiselvitys on esitelty Betoni-lehdessä 3–2024, sivuilla 42–47.**

**Vuonna 2025 käynnistettiin Pakkasprojekti25, jossa keskityttiin betonin pakkasenkes-  
tävyyden laadunvarmistuksen kehittämiseen. Projektissa selvitettiin olemassa olevien  
rakenteiden rapautumista laattakokeessa, tehtiin toimenpiteitä laattakokeen hajonnan pie-  
nentämiseksi ja esitettiin ehdotuksia pakkasenkestävyyden laadunvarmistuskäytäntöjen  
päivittämiseksi. Hankkeen merkittävin saavutus oli laattakokeen uusittavuuden selkeä paran-  
tuminen: laboratorioden välinen variaatiokerroin laski vuoden 2024 tasokokeen 82 %:sta  
34 %:iin. Tulokset antavat nykyistä paremman perustan betonin pakkasenkestävyyden  
laadunvarmistukselle.**

- suuri hajonta erityisesti laboratorioden välillä [4],
- menetelmän epäselvä yhteys rakenteissa havaittuun pakkasenkestävyyteen [5],
- nykyisten vaatimustasojen soveltuvuus uusille seossementeille [6] ja
- kokeen hitaus laadunvalvonnassa.

Laattakokeessa särmältään 150 mm:n kuu-  
tiokoelehdeltä sahataan 50 mm paksu  
koelehdeltä niin, että testipintana toimii valu-  
pintaan nähden kohtisuora sahapinta. Ennen  
varsinaisen testin aloittamista testipinnan  
annetaan hieman kuivua ja karbonatisoitua  
kosteushuoneessa. Esikäsitteilyvaiheen aikana  
laattanäytteet veden- ja lämmöneristetään.  
Tämän olosuhdesäilytyksen jälkeen laattanäyt-  
teiden pinta kyllästetään vedellä uudelleen.

Laattanäytteiden testipinta altistetaan  
jäädetykskammiossa toistuvalla jäädetyks-sula-  
tusrasitukselle (kuva 1). Jäädetyks-sulatuskoe  
aloitetaan heti vesikyllästyksen jälkeen, jolloin  
betoni on 31 vrk:n ikäistä. Koe tehdään siten  
varsin nuorelle betonille, ja erityisesti seos-  
sementtejä käytettäessä betoni ei välttämättä ole  
riittävästi hydratoitunut ennen kokeen alkua.  
Suola-pakkaskestävyyttä arvioitaessa annos-  
tellaan testattavalle pinnalle 3 %:n NaCl-suola-  
laliuosta (kuva 2). Rapautuneen materiaalin  
määrä mitataan 7, 14, 28, 42 ja 56 syklin jälkeen.

**1** Kuvituskuva. Vuosikymmenten kuluessa pakka-  
senkestävän betonin valmistus on opittu hallitsemaan  
varsin hyvin, mutta betoni muuttuu jatkuvasti.



**Kuva 1** Laattakokeessa betoniin kohdistetaan kiihdytetysti jäädytys-sulatusrasitusta.

Yksi sykli kestää vuorokauden ja lämpötila vaihtelee  $-20\text{ °C:n}$  ja  $+20\text{ °C:n}$  välillä. Tulokset esitetään rapautuneen materiaalin massana pinta-alaa kohden.

Testaustilanne on huomattavan ankara, pyritäänhän todellisuudessa välttämään rakenteita, joiden päällä seisoi jatkuvasti suolavettä ja vesi pääsisi jäätymään. Kiihdytetyssä kokeessa simuloidaan kuitenkin betonin 50 tai jopa 100 vuoden käyttäytymistä vain muutamassa kuukaudessa, joten rasituksen on oltava luonnonolosuhteita merkittävästi rajumpaa.

Laattakokeen toistettavuus eli yhden laboratorion sisäinen hajonta on yleensä hyväksyttävällä tasolla, mutta uusittavuus eli laboratorioden välinen hajonta on osoittautunut ongelmaksi. Vuoden 2024 tasokokeessa [4] laboratorioden tulokset vaihtelivat  $30\text{...}515\text{ g/m}^2\text{:n}$  välillä, ja uusittavuuden variaatiokerroin oli 82 %. Tämä arvo on lähes kaksinkertainen teknisen spesifikaation viitearvoon (45 %) verrattuna. Käytännössä tulokset tarkoittavat, että kahden laboratorion tulosten ero saattoi olla kaksinkertainen verrattuna rapaumatuloksen.

Vastaavia hajontaongelmia on havaittu myös huokosanalyyseissä. Esimerkiksi tasokokeessa 2023 [7] huomattiin hajonnan olevan liian korkealla tasolla erityisesti, kun huomioidaan menetelmän käyttö osana betonin laadunvarmistusta. Pintahaiden osalta vaihtelua kasvattivat vielä erilaiset analyysimenetelmät.

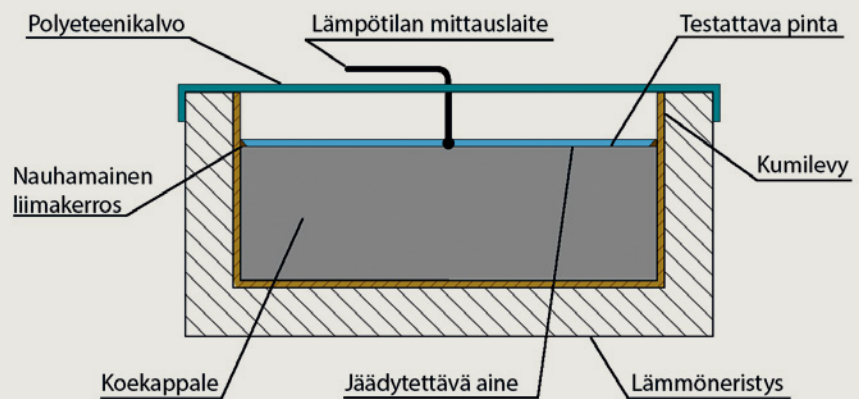
### Kansallinen pakkasprojekti

Edellä kuvattujen testimenetelmien hajontaongelmat olivat lähtölaukaus kansalliselle pakkasprojektille. Betonin pakkasenkestävyyden arvioiminen on hyvin vaikeaa, jos testimenetelmät eivät anna luotettavia tuloksia. Vuosina 2023–2024 toteutetussa esiselvityksessä kartoitettiin käytössä olevia testimenetelmiä, vertailtiin vaatimustasoja eri maissa ja laadittiin alustava tutkimussuunnitelma suurempaa koesarjaa varten. Esiselvityksen jälkeen oli kuitenkin selvää, että ennen varsinaisen pakkasprojektin käynnistämistä on tarpeen selvittää useita perustavanlaatuisia kysymyksiä. Näin käynnistettiin Pakkasprojekti25, jonka tuloksia



Teemu Ojala

**Kuva 2** Laattanäytteen testipinnalle annosteltu jäädytettävä aine aiheuttaa toistuvan jäädytys-sulatusrasituksen teknisen spesifikaation CEN/TS 12390-9 [2] mukaisesti.



**Taulukko 1**

## Pakkasprojekti25:n osaprojektien lähtökohdat ja tavoitteet.

| Osaprojekti                              | Lähtökohdat  | Tavoitteet  |
|--|--|---|
| OP1 Olemassa olevien rakenteiden testaus | Laattakokeen korrelaatio todelliseen pakkasenkestävyyteen on epäselvä.   | Selvittää hyvin säilyneiden rakenteiden rapautuminen laattakokeessa ja arvioida jatkotutkimusten mahdollisuuksia.   |
| OP2 Laattakokeen hajonnan pienentäminen  | Laattakokeen hajonta on suuri erityisesti testausyksiköiden välillä. Siten testi soveltuu nykyisellään huonosti laadunvarmistukseen.                           | Kartoittaa ja yhtenäistää testauskäytäntöjä sekä laatia kansallinen tarkennettu ohje hajonnan pienentämiseksi.  |
| OP3 Laadunvarmistuksen kehittäminen      | Nykyiset vaatimukset ovat monimutkaisia ja testausmenetelmät soveltuvat huonosti laadunvarmistukseen: tulokset tulevat viiveellä ja niissä on paljon hajontaa. | Kehittää laadunvarmistuskäytäntöjä kustannustehokkaammiksi kuitenkin luotettavuudesta tinkimättä. Lisäksi arvioidaan talo- ja infrarakentamisen yhtenäistämismahdollisuuksia. |

tarkastellaan tässä artikkelissa. Projekti koostui kolmesta varsin erilaisesti osaprojektista (taulukko 1).

### Osaprojekti 1 – Olemassa olevien rakenteiden testaus

Laattakokeen ja todellisen pakkasenkestävyyden välistä yhteyttä lähestyttiin testaamalla viidestä siltarakenteesta porattuja koekappaleita. Sillat olivat valmistuneet vuosina 1960–2001, joten kaikki tutkitut rakenteet ovat valmistettu käyttäen vain kohtuullisen vähän seostettuja sementtejä (esimerkiksi Yleis-sementtiä). Rakenteet olivat hyväkuntoisia, ja näkyvää rapaamaa silloissa ei havaittu. Poikkeuksena oli yksi rakenne (reunapalkki), jota oli jo jouduttu korjaamaan noin 17 vuoden ikäisenä. Kolmen rakenteen osalta koekappaleet porattiin kansilaatan alapinnasta, joten betoniin kohdistuva kloridirasitus oli ollut hyvin pieni.

Jokaisesta porakoekappaleesta sahattiin sekä karbonatisoitunutta (a-näyte) että karbonatisoitumattomaa betonia (b-näyte) laattakoe varten (kuva 3). Muiden näytteiden (c...e) avulla selvitettiin betonin koostumusta. Nuorelle betonille tehtävissä laboratoriokeissa karbonatisoituminen kasvattaa rapauma-arvoa, karbonatisoitumisella on erityisen voimakas vaikutus kuonasementeillä. Kokeessa haluttiin selvittää, miten karbonatisoituminen vaikuttaa rapaumatason todellisissa rakenteissa.

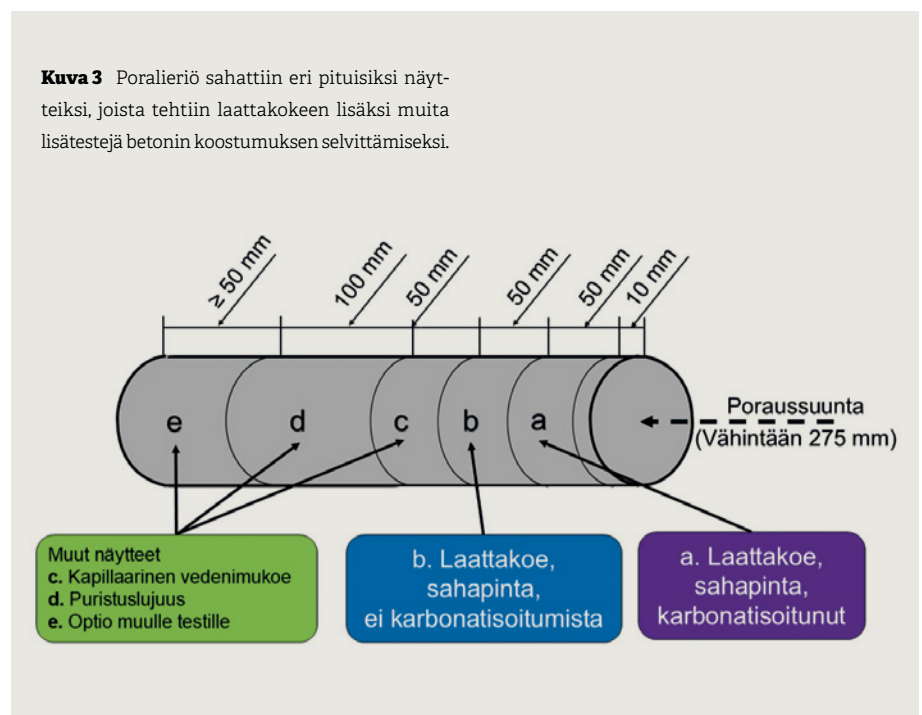
Tulokset olivat odottamattomat kahdessa suhteessa. Ensinnäkin ulkonäöltään samankuntoiset rakenteet (ei mitään näkyviä vau-

rioita) antoivat laattakokeessa hyvin erilaisia rapauma-arvoja. Kokonaisrapaumat vaihtelivat noin 300 g/m<sup>2</sup>:stä 22 000 g/m<sup>2</sup>:ään, ja rakenteiden sisäinen variaatiokerroin oli keskimäärin 61 %. Pienimmät rapaumat saatiin rakenteista, jotka olivat huokostettu hyvin tai joiden lujuustaso oli korkea (alhainen vesi-sideainesuhde). Toiseksi karbonatisoituneet a-näytteet rapautuivat pääosin vähemmän kuin syvemältä poratut karbonatisoitumattomat b-näytteet, mikä on vastoin tyyppillisiä laboratoriotuloksia [8, 9]. Havainto ei kuitenkaan ole suoraan

yleistettävissä nykyisille seossementeille, koska tutkitut rakenteet olivat valmistettu käyttäen vähemmän seostettuja sideaineita.

Olemassa olevien rakenteiden testaus osoittautui hyödylliseksi keinoksi selvittää laattakokeen ja todellisen pakkasenkestävyyden suhdetta, mutta yksi koesarja ei tähän riitä. Jatkossa testausta kannattaa laajentaa kloridirasitettuihin ja kuonasementtirakenteisiin, käynnistää pitkäaikaisia kenttäkokeita ja selvittää erikseen karbonatisoitumisen vaikutus todellisissa rakenteissa.

**Kuva 3** Poralieriö sahattiin eri pituisiksi näytteiksi, joista tehtiin laattakokeen lisäksi muita lisätestejä betonin koostumuksen selvittämiseksi.



**Taulukko 2**

## Tasokokeessa käytettyjen betonien tiedot ja ominaisuudet

| Betonikoodi | Betonilaatu | Notkeus (mm) | Ilmamäärä (%) | Tiheys (kg/m <sup>3</sup> ) | Sylinteripuristuslujuus (MPa) | Laskennallinen P-luku | Sallittu rapauma (g/m <sup>2</sup> ) |
|-------------|-------------|--------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| P30         | C30/37-P30  | 150          | 4,5           | 2371                        | 58,8                          | P41                   | 411                                  |
| P50         | C35/45-P50  | 160          | 6,3           | 2342                        | 61,1                          | P60                   | 201                                  |

### Osaprojekti 2 – Laattakokeen hajonnan pienentäminen

Hankkeen tärkein kokonaisuus oli laattakokeen hajonnan saaminen hyväksyttävälle tasolle, koska se on toimivan laadunvalvonnan sekä jatkotutkimusten edellytys. Osaprojekti rakentui neljästä vaiheesta: aikaisempien koetulosten analysoinnista, testauskäytäntöjen kartoituksesta laboratorioissa, tarkennetun ohjeen laadinnasta ja lopuksi tasokokeesta, jossa ohjeen vaikutus mitattiin. Kaikki vaiheet tehtiin tiiviissä yhteistyössä seitsemän testauslaboratorion ja Aalto-yliopiston kesken.

### Virhelähteiden tunnistaminen

Osaprojekti aloitettiin yhteisellä laboratoriopäivällä Aalto-yliopistossa, jonka jälkeen Aalto-yliopiston edustaja vieraili jokaisessa projektiin osallistuneessa testauslaboratoriossa. Vierailujen aikana käytiin läpi laattakokeen kaikki vaiheet koekappaleiden vastaanotosta tulosten esittämiseen. Samalla kerättiin historiatietoa testausmääristä, olosuhdesäilytyksen olosuhteista ja jäädytyskammioiden lämpötiloista.

Virhelähteiden merkittävyyden selvittämisessä hyödynnettiin *Ahmad Farazin* Aalto-yliopistossa tehtyä diplomityötä [10], jossa tutkittiin laattanäytteiden olosuhdesäilytyksen vaikutusta rapaumatuloksiin. Diplomityön tulokset osoittivat sahauskseen jälkeisen karbonatisoitumisen kriittisen merkityksen: kun laattanäytteet suojattiin muovin heti sahauskseen jälkeen, rapautuminen oli erittäin vähäistä, kun taas kiihdytetty karbonatisoituminen 3 %:n CO<sub>2</sub>-kammiossa nosti rapauksen 8–12-kertaiseksi referenssimenetelmään verrattuna.

Vaikka laboratoriot noudattivat teknisen spesifikaation peruseräaatteita, menettelytapoissa ja välineissä oli selviä eroja. Selvityksen perusteella virhelähteet ryhmiteltiin neljään kokonaisuuteen.

#### 1. Koekappaleiden valmistus ja toimitus.

Koekappaleiden valupäivä määrittelee koko laattakokeen aikataulun, ja huonosti valittu valupäivä lyhentää käytännössä tarkoin määri-

teltyä olosuhdesäilytysaikaa. Joskus koekappaleet olivat saapuneet testauslaboratorioon niin, että ne olivat seisonneet ulkona usean päivän ennen niiden vastaanottoa. Lisäksi osa koekappaleista oli vastoin teknistä spesifikaatiota tiivistetty tärysauvalla, joka oli johtanut betonin erottumiseen testipinnan kohdalta.

**2. Olosuhdesäilytys.** Käytetyt kosteushuoneet ja -kaapit vaihtelivat merkittävästi kooltaan. Lisäksi menettely- ja mittaustavat, joilla olosuhteita hallitaan, erosivat huomattavasti toisistaan. Vaihtelut kosteushuoneen CO<sub>2</sub>-pitoisuudessa nähtiin keskeiseksi virhelähteeksi karbonatisoitumisjakson aikana. Laboratorioden ilmoittama tyyppilinen ilman CO<sub>2</sub>-pitoisuus oli 420 ± 44 ppm. Teknisen spesifikaation mukainen sallittu vaihteluväli on hyvin laaja, 300...1000 ppm. Kuitenkin yksittäisiä alituk- sia oli tapahtunut vuoden 2024 aikana. Myös ilman lämpötilassa, suhteellisessa kosteudessa ja haihtumisnopeudessa oli eroja, jotka vaikuttavat betonin kuivumiseen ja karbonatisoitumiseen.

**3. Laattanäytteiden valmistelu.** Koekappaleiden sahausikä ja sitä seuraava laattanäytteiden testipinnan karbonatisoitumisjakson pituus saattoi vaihdella. Lisäksi veden- ja lämmöneristyksessä käytettiin erilaisia materiaaleja ja menettelytapoja. Kokemusten perusteella testipinnan ja vedeneristyksen välinen saumaprofiili vaikuttaa jäätyvän liuoksen kerrospaksuuteen ja vuotoriskiä, joten sen yhtenäistäminen tunnistettiin tärkeäksi. Myös valmistamista ja annostelua testipinnalle pidettiin keskeisenä.

**4. Jäädytys-sulatuskoe:** Jäädytyskammioiden toteutuneissa aika-lämpötilakäyrissä oli eroja erityisesti jäätymis- ja sulamisnopeuksissa. Lisäksi jäädytyskammioiden maksimi- ja minimilämpötilat vaihtelivat erityisesti muutamassa testauslaboratoriossa. Suurin osa laboratoriosa oli säätänyt jäädytys-sulatusohjelmaa, koska kammio ei käyttöönnoton jälkeen noudattanut lämpötilarajoja. Jäädytyskammion täyttöaste osoittautui merkittäväksi

tekijäksi lämpötilan hallinnassa, koska alempi lämpökuorma korostaa lämpötilan muutosnopeuksia. Toisaalta liian suuri lämpökuorma heikensi kammion ilmankiertoa johtaen lämmön epätasaisempaan jakautumiseen ja hitaisiin lämpötilamuutoksiin.

**Tarkennettu soveltamisohje** virhelähteiden pohjalta laadittiin tarkennettu soveltamisohje "By 72 Betonin laadunvarmistus Osa 5 – Ohje betonin laattakokeen suorittamiseen" [11], joka julkaistiin Suomen Betoniyhdistys ry:n verkkojulkaisut-sarjassa. Ohje laadittiin testauslaboratorioiden ja Aalto-yliopiston yhteistyönä. Ohje täydentää teknistä spesifikaatiota CEN/TS 12390-9:2016 antaen tarkempia vaatimuksia ja suosituksia laattakokeen työvaiheisiin. Ohje noudattaa teknisen spesifikaation lukunumerointia, mikä helpottaa dokumenttien rinnakkaista käyttöä.

### Tasokoe 2025

Tasokokeen tavoitteena oli määrittää tarkennetun ohjeen vaikutus laattakokeen hajontaan ja arvioida ohjeen käytännön toimivuutta. Testauslaboratorioita ohjeistettiin noudattamaan sekä teknistä spesifikaatiota että tarkennettua ohjetta. Lisäksi tasokokeen aikana tehtiin normaalia laajemmat olosuhde- ja lämpötilamittaukset. Tasokokeeseen osallistui seitsemän testauslaboratoriota, joihin kuului kuusi suomalaista sekä yksi ruotsalainen testauslaboratorio. Testauslaboratorioita käsiteltiin anonyymisti.

Tasokokeessa testattiin kahta P-lukubetonia, jotka toimitettiin valmisbetonina Aalto-yliopistoon. Valetut koekappaleet satunnaistettiin ositetusti testauslaboratorioille (kuva 4). Molemmissa betonilaaduissa sideaineena oli Oiva-sementti (CEM II/B 52,5 N), kiviaineksen maksimiräekoko oli 16 mm ja tavoitteenotkeusluokka oli S3. Betonien tiedot ja ominaisuudet ovat esitetty taulukossa 2. Laboratoriot sahsivat jokaisesta kuutiokoekappaleesta kaksi laattanäytettä, joten kukin laboratorio testasi yhteensä neljä testisarjaa eli 16 laattanäytettä.

Testatut betonilaadut poikkesivat odotetusti rapaumatasoltaan toisistaan (kuva 5).

**Kuva 4** Kuutiokoeappaleita säilytettiin vesihautauskammiossa 7 vrk:n ikään saakka, jonka jälkeen ne toimitettiin testauslaboratorioihin.

Betoni P30 laboratoriokohtainen kokonaisrapauma oli 88–274 g/m<sup>2</sup> (keskiarvo 209 g/m<sup>2</sup>) ja betonilla P50 vastaavasti 41–147 g/m<sup>2</sup> (keskiarvo 97 g/m<sup>2</sup>). Laboratorioiden sisäiset variaatiokerroimet olivat keskimäärin 15 % (P30) ja 21 % (P50). Kuvasta 5 havaitaan, että betonilla P30 vain yksi laboratorio sai merkittävästi muita alhaisemman rapauksen. Betonilla P50 tätä poikkeavuutta ei voida pitää merkittävänä, vaikka saman laboratorion rapaumatulos oli myös alhaisin.

Kuvasta 5 huomataan myös, kuinka P30-betonin rapautuminen painottui kokeen alkuvaiheeseen. Ensimmäisten 14 jäädytys-sulatussyklin aikana kertyi keskimäärin 154 g/m<sup>2</sup> eli noin 74 % kokonaisrapaumasta, jonka jälkeen tahti hidastui. Laboratorioiden väliset erot syntyivät siis pääosin kokeen alussa ja pysyivät sen jälkeen vakaina. P50-betonilla rapauksen kehittyminen oli puolestaan verrattain lineaarista ja laboratorioiden väliset erot kasvoivat kokeen edetessä. Kokeen loppuvaiheessa rapautumisnopeus oli samaa suuruusluokkaa molemmilla betonilaaduilla. Tuloksien perusteella voidaan todeta, että testausolosuhteiden pienetkin erot korostuvat matalammalla rapaumatason.

Tasokokeen 2025 rapaumatuloksia verrattiin tasokokeeseen 2024 ja teknisen spesifikaation tarkkuustietoihin (taulukko 4). Luvut osoittivat merkittävää parannusta verrattuna

aikaisempaan. Uusittavuuden variaatiokerroin parani 82 %:sta P30-betonilla 34 %:iin ja P50-betonilla 42 %:iin. Molemmat betonilaadut alittivat lasketun 45 %:n viitearvon, joka saadaan keskimääräisellä 200 g/m<sup>2</sup>:n rapaumatason. P50-betonilla variaatiokerroimet ovat suurempia kuin P30-betonilla johtuen alhaisemmasta keskiarvosta. Toistettavuuden variaatiokerroimeksi saatiin 15 %, joka on myös pieni parannus verrattuna vuoden 2024 tasokokeeseen.

Laboratorioiden tulosten yhdenmukaisuutta arvioitiin myös tilastollisilla Mandelin *h*- ja *k*-tunnusluvulla, joissa *h* mittaa laboratorion keskiarvon poikkeamaa kokonaiskeskiarvosta ja *k* vertaa laboratorion sisäistä hajontaa kaikkien laboratorioiden yhteiseen sisäiseen hajontaan. Tunnuslukujen mukaan rapaumatuloksien yhdenmukaisuus oli pääosin hyväksyttävällä tasolla. Ainoa tilastollisesti

merkittävä poikkeama oli yhden laboratorion *h*-arvo P30-betonilla, joka viittaa systemaattisesti muita alhaisempaan rapaumatason.

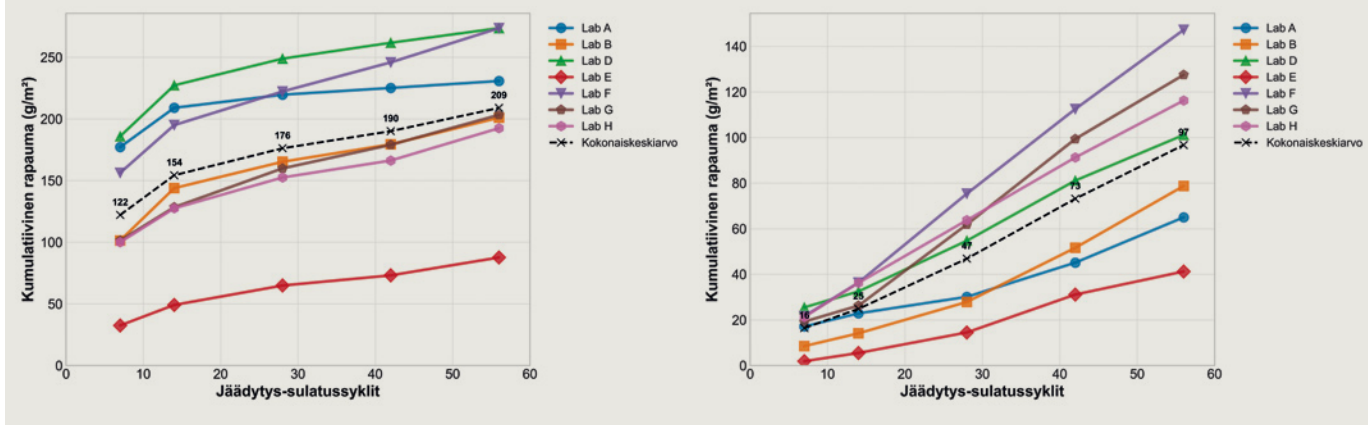
Olosuhdedata kertoi, että olosuhdesäilytyksessä noudatettiin varsin hyvin sekä teknistä spesifikaatiota että tarkennettua ohjetta. Suurimmat hankaluudet koettiin käytännössä mittausjärjestelyissä ja mittausdatan esittämisessä. Tulosten perusteella testauslaboratorioissa oli eroavaisuuksia säilytysolosuhteissa, mutta ne täyttivät pääosin tarkennetun ohjeen kireämmät vaatimukset. Lisäksi jäädytyskammioissa noudatettiin tarkemmin lämpötilan raja-arvoja, ja siten tulokset olivat selvästi yhdenmukaisempia kuin projektin alussa. Selkeää virhelähdettä poikkeavalle rapaumatulokselle P30-betonilla ei löytynyt, joten alhainen tulos johtui todennäköisesti usean eri tekijän summasta.



4

**Taulukko 4** Tasokokeissa 2024 ja 2025 saavutetut tarkkuusluvut ja teknisestä spesifikaatiosta lasketut variaatiokerroimet 200 g/m<sup>2</sup>:n keskimääräiselle rapaumalle.

| Tunnusluku                                   | Yksikkö          | Tasokoe 2024 | Tasokoe 2025 P30 | Tasokoe 2025 P50 | CEN/TS |
|--|------------------|--------------|------------------|------------------|--------|
| <b>Yleiskeskisarvo <math>\bar{m}</math></b>  | g/m <sup>2</sup> | 220          | 209              | 97               | 200    |
| <b>Toistettavuus <math>s_T</math></b>        | g/m <sup>2</sup> | 39           | 32               | 18               | –      |
| <b>Uusittavuus <math>s_R</math></b>          | g/m <sup>2</sup> | 181          | 70               | 41               | –      |
| <b>Variaatiokerroin <math>CV(s_T)</math></b> | %                | 18           | 15               | 19               | 25     |
| <b>Variaatiokerroin <math>CV(s_R)</math></b> | %                | 82           | 34               | 45               | 45     |
| <b><math>r = 2,8s_T</math></b>               | g/m <sup>2</sup> | 109          | 90               | 50               | –      |
| <b><math>R = 2,8s_R</math></b>               | g/m <sup>2</sup> | 507          | 196              | 114              | –      |

**Kuva 5** Kumulatiivinen rapauma betonilaaduille P30 (vasemmalla) ja P50 (oikealla) laboratorioittain.

### Osaprojekti 3 – Laadunvarmistuksen kehittäminen

Osaprojektin 3 tavoitteena oli tehdä ehdotuksia betonin pakkasenkestävyyden laadunvarmistuksen kehittämiseksi. Osaprojektissa tehtiin vain ehdotuksia, ehdotusten käytäntöön panosta päättää Tukiryhmä Betoni ja infrabetonien osalta Väylävirasto. Olennaista ehdotusten taustalla on myös osaprojektissa 2 saavutettu laattakokeen parantunut luotettavuus.

#### Infrabetonit

P-luku koetaan varsin toimivaksi parametriksi arvioitaessa betonin pakkassuolakestävyyttä. Kuitenkin kokonaisuutena P-lukumenettely koetaan varsin monimutkaiseksi ja jäykäksi. Uusien betonien käyttöönotto on hidasta johtuen laattakokeen pitkästä kestosta. Myös laattakokeen hajonta aiheuttaa hämmennystä. P-luku johtaa myös usein huomattavaan yli-tiluuteen, mikä puolestaan kasvattaa betonin hydrataatiolämpötilaa, halkeiluriskejä, kustannuksia ja CO<sub>2</sub>-päästöjä. Jotta edellä mainittuja haasteita voitaisiin lieventää, P-lukubetonien osalta ehdotetaan seuraavia muutoksia:

- siirtymistä arvosteluerämenettelyyn myös infrabetonien osalta, jossa samankaltaiset betonit arvostellaan ryhmänä yksittäisten reseptien sijaan
- sementtien erillishyväksyntämenettelyn uudistamista. Erillishyväksynnän voisi korvata sideaineiden ennakkokokeet
- betonin pakkassuolakestävyyden keventämistä, kun sideaine on testattu etukäteen
- laattakokeen hieman yksinkertaistettuja vaatimustasoja:
  - P30-betoni: 500 g/m<sup>2</sup>
  - P50-betoni: 250 g/m<sup>2</sup>
- pieniä muutoksia ilmamäärän mittaustaajuuksiin työmaalla sekä tunnistuskoekappaleiden määriin.

Arvosteluerät muodostettaisiin pääosin sideaineen perusteella ja betonien suola-pakkasenkestävyyttä testattaisiin arvosteluerittäin. Näin uusien betonilaatujen käyttöönotto arvosteluerän sisällä on olisi helpompaa, laattakokeita uudelle betonille ei tarvittaisi. Myös erillishyväksyntämenettely edellyttää uusia. Ehdotetaan että erillishyväksyntä korvautuisi sideaineiden ennakkotestaamisella. Kun sementti olisi testattu kattavasti vakioresepteillä tehdyillä ennakkokokeilla, betonin valmistaja tekemää testaamista laattakokeella voitaisiin vähentää. Eli käytännössä betonien testaaminen vähenisi nykyisestä, mutta toisaalta sementtejä testattaisiin nykyistä enemmän. Laattakokeen vaatimustasot tulee tarkistaa lähitulevaisuudessa. Tarkistuksia varten tarvitaan enemmän systemaattisia testauksia ja siten tässä vaiheessa tehtäisiin vain pieniä yksinkertaistuksia vaatimustasoihin.

#### Rasitusluokkien XF1 ja XF3 betonit

Rasitusluokan XF1 osalta ehdotetaan huokosjakovaatimuksen poistamista betonien koostumusvaatimusten säilyessä ennallaan. Eli jatkossakin edellytettäisiin huokostusta rasitusluokassa XF1, mutta betonilla ei olisi vaatimusta huokosjaon osalta. Perusteluna muutokselle on:

- Huokosjaon ja pakkasenkestävyyden välillä ei ole kiistatonta näyttöä.
- Suojahuokostuksen määrä ja vesi-sideainesuhde ovat merkittävimmät tekijät pakkasenkestävyyden osalta.
- Naapurimaissa, esimerkiksi Ruotsissa, ei vaadita huokostusta rasitusluokassa XF1. Siten ehdotus jättäisi edelleenkin Suomen vaatimustason varsin tiukaksi.

Rasitusluokan XF3 osalta harkittiin myös huokosjakovaatimuksen poistamista, mutta

työryhmässä päädyttiin säilyttämään se tässä vaiheessa. Tähän voidaan palata, kun saadaan kokemuksia XF1:n osalta. Rasitusluokan XF3 koostumusvaatimukset ehdotetaan pidettävän ennallaan, mutta huokosjakovaatimukseen ehdotetaan pientä lievennystä.

#### Talo- ja infrapuolen yhtenäistäminen

Talo- ja infrapuolella on varsin erilaisia käytäntöjä sekä betonin puristuslujuuden että pakkasenkestävyyden testaamisen osalta. Myös betonin koostumusvaatimukset poikkeavat talo- ja infrarakentamisen välillä. Käytännön yhtenäistämiseksi nähdään selviä hyötyjä, mutta toisaalta pelätään sekaantumismahdollisuuksia. Nykyisellään P-luku kertoo selkeästi, että kyseessä on infrabetoni. Siten yhtenäistämiseen suhtaudutaan hieman ristiriitaisin mielipitein. Yhtenäistäminen voitaisiin tehdä eri tasoilla, voitaisiin yhtenäistää vain betoniasemalla tehtävä testaaminen tai toisessa ääripäässä voitaisiin siirtyä käyttämään samoja betonilaatuja sekä talo- että infrakohteissa. Työmaalla tehtävissä testauksissa voisi edelleenkin olla eroja talo- ja infrarakentamisen kesken.

Mikäli siirryttäisiin käyttämään samoja betonilaatuja sekä talo- että infrarakentamisessa, tulossa olevat eurooppalaisen standardoinnin mukaiset säilyvyysluokat antaisivat siihen hyvät mahdollisuudet. Pakkaskestävyyden osalta tarvittaisiin vajaa kymmenen eri säilyvyysluokkaa ja suunnittelija valitsisi kohteeseen sopivan säilyvyysluokan rasituksen ja käyttöiän perusteella. Betonin ominaisuudet ja testaaminen olisi samat riippumatta siitä käytetäänkö betonia talo- vai infrarakentamisessa. Pakkaskestävyyden säilyvyysluokat antaisivat vaatimukset vesi-sideainesuhteelle ja ilmamäärälle sementtityypeittäin. Näin myös P-luvusta voitaisiin luopua, koska säilyvyysluokat sisältäisivät samat tekijät kuin mitä käytetään P-luvussa.

## Johtopäätökset

Pakkasprojekti25 tuotti kokonaiskuvan laattakokeen nykytilasta Suomessa ja konkreettisia toimenpide-ehdotuksia. Hankkeen keskeiset tulokset ja johtopäätökset olivat:

- Osaprojektissa 1 havaittiin, että laattakoe antoi hyvin erilaisia rapauma-arvoja (300–22 000 g/m<sup>2</sup>) ulkonäöltään samantasoisista siltojen rakenteista. Karbonatisoituneet näytteet rapautuivat pääosin vähemmän kuin karbonisoitumattomat, mikä poikkeaa seossementtibetoneilla tehdyistä laboratoriokokeista. Tulosten perusteella olemassa olevien rakenteiden testaamista kannattaa jatkaa.
- Osaprojektissa 2 tunnistettiin laattakokeen kriittisimmät virhelähteet: karbonisointusjakson vaihtelu, kosteushuoneen CO<sub>2</sub>-pitoisuus sekä jäädytyskammion lämpötilakäyrän toteutuminen. Tunnistettujen virhelähteiden pohjalta julkaistiin tarkennettu kansallinen soveltamisohje (By 72, Osa 5).

- Tasokokeessa 2025 laattakokeen uusittavuus parantui merkittävästi: uusittavuuden eli testauslaboratorioiden välisen hajonnan variaatiokerroin laski 82 %:sta 34 %:iin, jonka keksimääräinen rapaumataso on noin 200 g/m<sup>2</sup>. Molemmat tutkitut betonilaadut alittivat teknisen spesifikaation viitearvot, ja parannus johtui ensisijaisesti laboratorioiden välisen toiminnan yhdenmukaistamisesta.
- Tarkennetun ohjeistuksen käyttöönotto kaikissa laattakokeita suorittavissa laboratorioissa on keskeinen jatkotoimenpide. Laattakokeen ja todellisen pakkasenkestävyyden välisen korrelaation osoittaminen sekä vaatimustasojen sideainekohtainen päivittäminen edellyttävät laajempia jatkotutkimuksia.
- Osaprojektissa 3 esitettiin ehdotuksia laadunvarmistuksen kehittämiseksi, kuten siirtymistä infrabetonien arvosteluerämenetelyyn sekä rasiusluokan XF1 huokosjakovaatimuksen poistamista.

## Pakkasprojekti25 – developing the quality assurance of frost-resistant concrete

A national frost project has been launched in Finland to renew the quality assurance of the frost resistance of concrete. The Pakkasprojekti25 (Frost Project 25) was implemented during 2025 and contained three subprojects. Subproject 1 examined the scaling of existing bridge structures in the slab test, revealing wide variability (300–22 000 g/m<sup>2</sup>) and rather unexpected carbonation effects. Subproject 2, the largest part of the project, identified critical error sources in the slab test through laboratory visits, surveys, and research, and produced a detailed national application guide (By 72, Part 5) to complement technical specification CEN/TS 12390-9:2016. A new round-robin test demonstrated that the coefficient of variation for reproducibility improved from 82 % to 34 % (P30 concrete) and 42 % (P50 concrete), both within the reference values. The improvement was achieved primarily through harmonisation of practices between laboratories. Subproject 3 proposed developments in quality assurance practices of frost resistance, including simplified limit values and removal of the spacing factor requirement for exposure class XF1.

## Viitteet:

1. By 72. Betonin laadunvarmistus Osa 1 – Betonin ilmahuokosparametrien määrittäminen ohuthiessä, Suomen Betoniyhdistys ry, Helsinki, 2020. Saatavilla: [https://www.expressmagnet.eu/pub/336/by72\\_Betonin\\_laadunvarmistus\\_osa1\\_2painos/#p=1](https://www.expressmagnet.eu/pub/336/by72_Betonin_laadunvarmistus_osa1_2painos/#p=1)
2. CEN/TS 12390-9:2016:fi. Kovettuneen betonin testaus. Osa 9: Jäädytys-sulatuskestävyys jäänsulatusaineilla. Pintarapautuminen, Standardisoimisliitto SFS, Helsinki, 2016.
3. Infrabetonien valmistus, Väyläviraston ohjeita 41/2020, Helsinki, 2020. Saatavilla: [https://aineistot.vayla.fi/api/file/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo\\_2020-41\\_infrabetonien\\_valmistus\\_web.pdf](https://aineistot.vayla.fi/api/file/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-41_infrabetonien_valmistus_web.pdf)
4. Punkki, J. 2025. Pakkaskestävyyden laattakokeen tasokoe 2024, Betoni-lehti 1/2025. Saatavilla: <https://betoni.com/lehti/2025/03/10/testauslaboratorioiden-tasokokeet-2024/>
5. Müller, M. Salt-Frost Attack on Concrete - New Findings Regarding the Damage Mechanism. Väitöskirja, Bauhaus-Universität Weimar, Weimar, 2021. Saatavilla: <https://doi.org/10.25643/bauhaus-universitaet.4868>
6. Helsing, E. Review of Frost Requirements on Concrete; RISE Report 78; RISE Research Institutes of Sweden, Borås, 2025. Saatavilla: <https://urn.fi/urn:nbn:se:ri:diva-78776>
7. Punkki, J. Testauslaboratorioiden tasokokeet 2023, Betoni-lehti 2/2024. Saatavilla: <https://betoni.com/lehti/2024/06/10/testauslaboratorioiden-tasokokeet-2023/>
8. Iqbal, A.; Ojala, T.; Punkki, J. Effect of carbonation on salt-frost scaling of concrete with different binders. Nordic Concrete Research, 2024. Saatavilla: <https://doi.org/10.2478/ncr-2024-0012>
9. Iqbal, A.; Ojala, T.; Punkki, J. Salt-frost scaling of concrete: the role of carbonation and binder type. Concrete and Building Materials, 2026. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2026.145772>
10. Faraz, A. Influence of concrete's preconditioning on salt-frost scaling in the slab test. Diplomityö, Aalto-yliopisto, Espoo, 2025. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202508186214>
11. By 72. Betonin laadunvarmistus Osa 5 – Ohje betonin laattakokeen suorittamiseen, Suomen Betoniyhdistys ry, Helsinki, 2026. Saatavilla: [https://www.expressmagnet.eu/pub/336/by72\\_Betonin\\_laadunvarmistus\\_osa\\_5/](https://www.expressmagnet.eu/pub/336/by72_Betonin_laadunvarmistus_osa_5/)

## Hanketiedot:

**Hanke:** Pakkasprojekti25 – Projekti pakkasenkestävän betonin laadunvarmistuksen kehittämiseksi  
**Toteutusaika:** 1.1.2025–31.12.2025  
**Koordinoiti:** Aalto-yliopisto (professori Jouni Punkki, Tkt Teemu Ojala)  
**Raportin kirjoittajat:** Teemu Ojala ja Jouni Punkki, Aalto-yliopisto  
**Rahoittajat:** Väylävirasto, Finnsementti Oy, Betonteollisuus ry, Suomen Betoniyhdistys ry, Schwenk Suomi Oy, Mitta Oy, Mitta Engineering Oy, XAMK/KymiLabs, Suomen GPS-Mittaus Oy, Eurofins Contesta Oy, Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy  
**Osallistuneet testauslaboratoriot:** Aalto-yliopisto, Eurofins Contesta Oy, Mitta Oy (Helsinki ja Oulu), Suomen GPS-mittaus Oy, XAMK/KymiLabs, RISE Research Institutes of Sweden  
**Keskeinen julkaisu:** By 72 Betonin laadunvarmistus, Osa 5 – Ohje betonin laattakokeen suorittamiseen 2026, Suomen Betoniyhdistys ry  
**Raportti:** Ojala, T. & Punkki, J. 2026. Pakkasprojekti25. Aalto University publication series.

# Innovatiivinen vähähiilinen kierrätyskiviainesbetoni



**Mika Tulimaa**, TkL, Rudus Oy  
mika.tulimaa@rudus.fi

**Anna Koivu** DI, Rudus Oy  
anna.koivu@rudus.fi

**Hassan Ahmed**, TkT, Rudus Oy  
hassan.ahmed@rudus.fi

Rudus Oy:n tutkimuksessa *Innovatiivinen vähähiilinen kierrätyskiviainesbetoni* saatiin uutta tietoa betonin raaka-aineiden ja valmistuksen hiilidioksidikuormituksen pienentämiseksi. Samalla kehitettiin käytäntöjä, jotka tukevat näiden ratkaisujen hyödyntämistä rakennusallalla. Kokonaistavoitteena oli lisätä tietotaitoa ja edistää laajemmin vähähiilistä betonirakentamista.

Tutkimuksessa saavutettujen tulosten valossa kierrätyskiviaineksen (kierrätyskiviaineksella tässä tutkimuksessa tarkoitetaan SFS-EN 206 mukaista tyyppin A kierrätyskiviainesta, joka on jalostettu murskatusta betonista) käytölle kiviaineksena betonissa nähdään potentiaalia neitseellisen kiviaineksen korvaajana. Kokonaisuuksena laadun osalta tullaan kierrätyskiviainesten laadunvalvontaa tarkastelemaan ja ohjeistamaan kansallisesti, jotta niiden käyttö olisi turvallisesti mahdollista. On oleellista, etteivät standardit tulisi kestäväen kehityksen esteeksi vaan uusien luontoa säästävien materiaalien käyttö mahdollistetaan. Uusien materiaalien käyttöönotossa kannattaa kuitenkin edetä maltillisesti ja hankkia ensin kokemusta materiaalien toimimisesta betonissa pienillä suhteellisilla käyttömäärillä.

Kierrätyskiviaineksena tutkimuksessa käytettiin purkutyömailta kierratettyä ja Ruduksen kierrätyskiviainespisteissä murskattua

betonia (tyyppi A), jonka osuutta uusiobetonissa ja sen toimivuutta uusiobetonissa tutkittiin laajasti. Betonimurskeen jätestatus (Ei Enää Jätettä – asetus) päättyi 2022, mikä on helpottanut käytäntöjä ja edistänyt betonteollisuudessa ja rakennustyömailla syntyvän purku- ja ylijäämäbetonin jatkokäyttöä. Jätestatuksen poistuttua asetuksen mukaisia kierrätyskiviaineksia voidaan käyttää pitkälti luonnonkiviaineksen tapaan ilman aiemmin jäteluonteeseen liittyviä hyväksymismenettelyjä. Sen sijaan betonin kiviainesten standardit SFS-EN 12620 ja SFS 7003 rajoittavat kierrätyskiviaineksen käyttömahdollisuuksia standardien kiviaineksille asettamien korkeiden laatuvaatimusten takia.

Tämä tutkimus on saanut tukea ympäristöministeriöltä Vähähiilisen rakennetun ympäristön -ohjelmasta, jonka rahoitus tulee EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä (The Recovery and Resilience Facility (RRF))

**1** Ympäristönäkökulmasta Betoroc®-murske on ympäristöystävällinen tuote: säästyy sekä päästöjä että neitseellisiä luonnonmateriaaleja.

**2** Ruduksen kehittämä Betoroc®-murske on testattu, laadukas ja CE-merkitty tuote betoni- ja maanrakentamiseen. Se korvaa luonnonkiven sekä teknisesti toimivasti että kustannustehokkaasti.

**3** Betoroc®-murske on myös tutkitusti vahvasti hiilinegatiivinen tuote. LCA Consulting Oy on tutkinut Betoroc®in hiilijalanjäljen. Esimerkiksi Betoroc® 0/90 -murskeen hiilijalanjälki on -18,6 kg CO<sub>2</sub>-ekv/m<sup>3</sup>, kun kalliomurskeen on 6,1 kg CO<sub>2</sub>-ekv/m<sup>3</sup>. VTT on verifioinut LCA Consultingin tekemät laskelmat.



Rudus Oy

1



2

3





Rudus Oy

4

#### Hankkeen tausta ja tavoitteet

Kiviainesmarkkinan muutos tulevaisuudessa on väistämätön myös Suomessa, kun pyritään noudattamaan EU-lainsäädännön ja YK:n kestävän kehityksen tavoitteita. Nämä tavoitteet koskevat erityisesti neitseellisten raaka-aineiden käytön vähentämistä ja hiilineutraaliuuden pyrkimistä. Kierrätyskiviaineksen materiaalivirta on kasvava, joten neitseellisiä luonnonvaroja voidaan potentiaalisesti säästää yhä enemmän. Vaikka sementti on keskeinen ainesosa betonin valmistuksessa, sen osuus betonista on 10–15 paino-%. Suurin materiaalikulutus muodostuu runkoaineista, karkeasta ja hienosta kiviaineksesta, joiden lisäksi tarvitaan vielä puhdasta vettä ja betonin lisäaineita. Vaikka kierrätyskiviainesta jo käytetään betonituotannossa korvaamalla osa karkeasta luonnonkiviaineksista tietyissä betonituotteissa, nykyinen käyttö on rajoitettu tiettyihin määrä-, laatu- ja raekorajoihin. Tämä on toistaiseksi vähentänyt niiden hyödyntämistä verrattuna niiden mahdollisuuksiin.

Hankkeen pääfokus oli kiertotalousraaka-aineiden ja vähähiilisten valmistusprosessien mahdollistama betonin päästövähennys ja kiertotalouden yleinen edistäminen kierrätyskiviainesta sisältävien uusien betonireseptien kehittämiseksi, valmistamiseksi ja käyttöön ja säilyvyysominaisuuksien selvittämiseksi.

Betoninen kierrätyskiviaines eroaa luonnonkiviaineksesta pääasiassa sen sisältämän alkuperäisen betonin sementtikiven takia, jota on kiinnittynyt kiviainesrakeisiin. Sen määrä vaihtelee riippuen betonin lujuudesta ja murskausprosessista riippuen. Sementtikivi

aiheuttaa kiviaineksen pintaan huokoisen rakenteen, mikä alentaa murskatun aineksen tiheyttä ja aiheuttaa suuremman vedenimun verrattuna luonnonkiviaineksen käyttöön. Lisäksi vanha sementtikivi vähentää betonin puristuslujuutta, koska se on heikompaa kuin puhdas luonnonkiviaines ja heikentää uuden sementtikiven tartuntaa kiviainekseen tarttuen osaksi aiempaan sementtikiveen luoden matriisiin uuden rajapinnan. Mahdolliset kierrätyskiviaineksessa olevat epäpuhtaudet ja alkuperäisen betonin lujuusluokka ja kosteudenkestävyys voivat myös vaihdella alkuperän mukaan, mikä vaikuttaa betonin lopullisiin ominaisuuksiin.

Rakentaminen käyttää noin 40 prosenttia maailman raaka-aineista, aiheuttaa 21–37 prosenttia globaalista CO<sub>2</sub>-päästöistä (riippuen siitä, lasketaanko kaikki kasvihuonekaasut vain energiaan liittyvät päästöt) ja synnyttää 30 % maailman jätteestä. Onkin tarkoituksen mukaista, että mahdollisimman suuri osa kiviaineksesta voidaan korvata kierrätyskiviaineksella ilman, että betonimassan työstettävyys tai kovettuneen betonin ominaisuudet heikkenevät.

Nykytietämyksen mukaan karkeaa kiviaineksesta voidaan korvata jopa 30 % kierrätyskiviaineksella, jos mitään muita muutoksia ei tehdä. Tämän ylittävää osuus on monissa aiemmissa kokeissa johtanut heikompalaatuihin ja vaikeammin työstettävään betoniin. Ongelmia ovat aiheuttaneet mm. käytetyn betonin murskauksessa syntynyt hienoaines ja kierrätysbetonien vaihteleva laatu verrattuna luonnon kiviainekseen.

#### 4 Kierrätysbetonia, murskaamattomana.

5 Betonimurskeen käyttö on lisääntynyt erityisesti maa- ja infrarakentamisessa. Ensimmäisiä laajamittaisia hankkeita oli uuden Espoonväylän ensimmäinen, 1,3 kilometriä pitkä osuus, joka valmistui marraskuussa 2021. Sen rakentamisessa käytettiin Betoroc®-mursketta noin 35 000 tonnia. Samalla säästettiin hiilidioksidipäästöjä saman verran kuin niitä aiheutuisi ajettaessa henkilöautolla kolme miljoonaa kilometriä.

Perinteisissä betoneissa sideaineena käytetyn sementtiklinkkerin valmistus on merkittävä hiilidioksidilähde. Hankkeessa perehdyttiin päinvastaiseen ilmiöön eli karbonatisoitumiseen, jossa hiilidioksidi sitoutuu sementtikiven yhdisteiden kanssa muodostaen kalsiumkarbonaattia. On tunnettua, että betoni murskattuna ja sijoitettuna olosuhteisiin, joissa se on tekemisissä ilman kanssa, karbonatoituu jopa 60–80 %:sti sitoen itseensä jopa lähes 50 % sen valmistuksen aikana kalkkikivestä vapautuneesta hiilidioksidista (jos sementtikivi on täysin klinkkeripohjainen ja karbonatisoituminen tapahtuu 100 prosenttisesti). Siksi murskeen varastoiminen ja käyttö ovat merkittäviä ilmastonmuutoksen torjuntajoukkoja: betonimurskeesta muodostuu hiilinielu.

#### Kierrätyskiviaineksen kuvaus

EN-standardit asettavat laatuvaatimukset kierrätyskiviaineksen käytölle betonissa. SFS-EN 12620 määrittelee betonin kiviaineksille tekniset vaatimukset ja kansallinen soveltamisstandardi tuo kansalliset tarkennukset kiviaineksen käyttöön.

Kierrätyskiviaineksen osalta keskeisiä haasteita ovat alkalireaktiivisuus, puhtaus (orgaaniset epäpuhtaudet, sulfaatit, kloridit) sekä vaihtelu mekaanisissa ominaisuuksissa (kovuus, pakkasenkestävyys ja vedenimu).

Nykytilassa lainsäädäntö ei ole este, vaikkakin standardit rajoittavat kierrätyskiviaineksen käyttöä betonissa määrällisesti ja laadunvarmistusvaatimukset tekevät käytöstä vaikeaa. Tähän on vastattava kehittämällä laatuvaatimustarpeisiin soveltuvia ratkaisuja, jolloin ehkäistään



5

sitä, etteivät standardit tulisi kierrätyskiven käytön esteeksi tulevaisuudessa.

Tutkimuksissa käytettiin CE-merkittyä betonimursketta, Betoroc®. Murske oli peräisin purkutyömailta. Ruduksen kierrätyspisteellä murskattuna betonimurske sai Ei-Enää-Jätettä (EEJ) -statuksen. Kokeita varten murskeesta seulottiin hienoaines pois, jolloin käytännössä tutkimuksiin on saatu karkean kiviaineksen korvaaja, raekooltaan 5–16 mm. Tämä auttoi optimoimaan reseptejä, sillä aiemmin on havaittu, että betonin murskauksessa muodostuva pöly ja muu hienoaines vaikeuttavat toimivia betonimassoja, koska hienoaines nostaa vedentarvetta ja siten vaikuttaa vesi-sementtisuhteeseen ja siten lujuuteen.

Betoroc® pystyy parhaimmillaan sitomaan 30–35 % sementin valmistuksessa kalkkikivestä vapautuneesta hiilidioksidipäästöstä, (teoreettisesti lähes puolet, jos sementti on täysin klinkkeripohjainen), mikä tekee murskeesta hiilidioksidinielun ja todennetusti hiilinegatiivisen tuotteen<sup>1</sup>.

#### Kierrätyskiviaines hiilinieluna

Useilla tekijöillä on vaikutusta kierrätyskiviainesbetonissa käytettävän betonimurskeen itseensä sitoman hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>) määrään. Karbonatisoituminen riippuu mm. murskeen hienoudesta, betonin koostumuksesta, iästä ja ympäristöolosuhteista, kuten lämpötilasta,

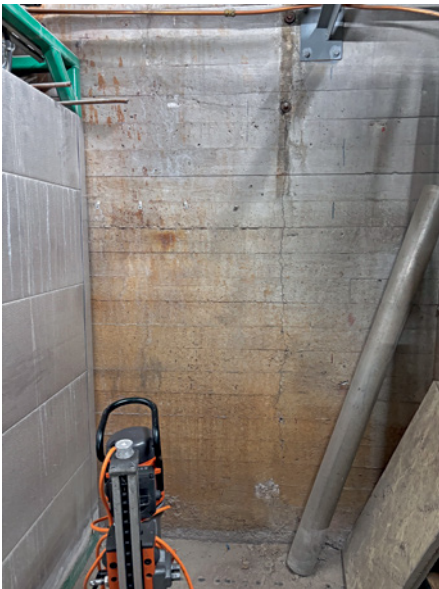
kosteudesta ja ilman hiilidioksidipitoisuudesta, jossa betonirakenne sijaitsee. Lisäksi sementtikiven kemiallinen rakenne vaikuttaa karbonatisoitumispotentiaaliin.

Betonin sementtikivi on pääasiassa kalsiumhydroksidia ja kalsiumsilikaattihydraatteja ja muita kalsiumiin sitoutuneita yhdisteitä. Näistä kalsiumhydroksidi (Ca(OH)<sub>2</sub>) on voimakkaasti alkalinen yhdiste, joka reagoi ympäröivästä ilmasta betoniin kulkeutuvan hiilidioksidin (CO<sub>2</sub>) kanssa. Hiilidioksidin sitoutuminen noudattaa perusreaktiota  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , jossa kalsiumhydroksidi sitoo hiilen pysyvästi takaisin kalsiumkarbonaatiksi (CaCO<sub>3</sub>).

Betonin pinnalta alkava karbonatisoituminen etenee yleensä nopeasti lähellä pintaa, mutta hidastuu ajan kuluessa, koska muodostuva kalsiumkarbonaatti täyttää betonin huokosia, mikä vaikeuttaa hiilidioksidin kulkeutumista syvemmälle rakenteeseen. Karbonatisoitumisen etenemisen rakenteessa on verrannollinen ajan [t] neliöjuureen,  $k\sqrt{t}$ . Ajan ohella kaavassa on kerroin [k], jonka arvo riippuu betonin laadusta (lujuus, tiiviys, vesi-sementtisuhte), pinnasta, pinnoituksesta, kosteudesta ja kosteudelle (sateelle) altistumisesta kuten myös ilman suunnasta ja ilmavirrasta (tuuli). Kun betonirakenne murskataan, karbonatisoitumaton betonin ominaispinta-ala jopa 1000-kertaistuu. Tämä mahdollistaa murskatun betonin karbonatisoitumisen kertaluokkia nopeammin verrattuna murskaamattomaan rakenteeseen.

<sup>1</sup> Betoroc®-betonimurskeen hiilikädenjälki infrarakentamiskohteessa raporttiversion 1.1.2021-07-07

Tutkimuksessa tutkittiin vanhoja ja uusia betonirakenteita sekä kiihdytettyjä hiilen-



6a



6b



6c

**6a-c** Sisärakenne vuodelta 1965 (vasemmalla), josta poratut koekappaleet (keskellä ja oikealla). Oikeassa kuvassa näkyy betonin karbonatisoitumisraja pH-indikaattorilla ilmaistuna. Sisärakenteen pinnassa oli n. 2,5 cm kerros karbonatisoitunutta betonia.

sidonnan kokeita. Neljäkymmentä vuotta vanhan Konalan kiviainestaskun suunnittelulujuus oli C25/30. Muiden suunnittelulujuutta ei saatu selvitettyä mutta, koska kyseessä on 1960-luvun betoni, on lujuusluokka samaa luokkaa kuin Konalan betonilla. Kaikille kolmelle betonille koestettiin keskiarvolujuus noin 70 N/mm<sup>2</sup>. Eli vuosikymmeniä vanha rakenne on saavuttanut huomattavan lujuuden, vaikka sitä ei todennäköisesti oltu alun perin tavoiteltu. Neljäkymmentä vuotta vanhan rakenteen lujuus on todennäköisesti kehittynyt lentotuhkan ansiosta, ja samalla on betonista muodostunut tiivistä. Karbonatisoituminen on ollut siten erittäin hidasta, mikä oli analyyseissä hyvin havaittavissa. Kuusikymmentä vuotta vanhat rakenteet ovat puolestaan todennäköisesti olleet karkeaa puhdasta tai lähes puhdasta portlandsementtiä, mikä on mahdollistanut pitkään jatkuneen lujuudenkehityksen ja siten korkean lujuuden. 1960-luvun sementtivalikoima oli varsin kapea. Selvityksessä löytyi kaksi varsinaista betoniin tarkoitettu sementtiä, Portlandsementti ja Rapidsementti. Se onko tutkimusten 1960-luvun betonien kohdalla betonin valmistaja seostanut betoneja jää arvailujen varaan.

#### Betonirakenteiden karbonatisoitumistutkimukset

Tutkimuksessa perehdyttiin uusien betonien rakenteiden lisäksi vanhojen, käytössä pitkään olleiden betonirakenteiden hiiliinielupotentiaalin selvittämiseen. Analyysit teetettiin Oulun

yliopiston Kuitu- ja partikkelitekniiikan laboratoriossa.

Tutkimuksia varten olemassa olevista rakenteista porattiin näytteitä betoniin sitoutuneen hiilidioksidimäärän selvittämiseksi. Kaksi rakenteista oli noin viisi vuotta vanhoja koerakenteita. Lisäksi otettiin näytteet neljäkymmentä vuotta vanhasta käytössä olevasta kiviainestaskusta Helsingin Konalassa sekä arviolta kuusikymmentä vuotta vanhoista betoniseinistä Lahdessa ja Porvoossa. Uudet rakenteet olivat alttiina ulkoilmalle ja ajoittaiselle sateelle. Kivitaskusta ja Porvoossa betoniseinistä porattu betoni oli suorassa yhteydessä ulkoilmaan, mutta ne eivät käytön aikana pääosin olleet altistuneet suoralle kastumiselle. Lahden betonit olivat sekä sisäpinnasta että ulkopinnasta.

Karbonatisoitumissyvyudet analysoitiin pH-indikaattorilla ja termogravimetrianalyysillä (TGA) analysoitiin betonin karbonatisoitumisasteet eri syvyyksillä betonirakenteissa.

TGA:lla voidaan erottaa lämpötilan funktiona eri kemiallisten yhdisteiden hajoamisreaktiot esimerkiksi kalsiumhydroksidin ja kalsiumkarbonaatin hajoaminen  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ . Varsinaiset karbonatisoitumissyvyudet ja -määrät jäävät erillisen tutkimusjulkaisussa julkaistavaksi, mutta tässä voidaan todeta, että vanhoissa rakenteissa karbonatisoituminen oli vaihtelevaa. Kuivassa sisätilassa varsin syväälle edennyttä ja ulkona erittäin vähäisestä karbonatisoitumisesta aina pidemmälle edenneeseen karbonatisoitumiseen. Mm. rakenteen

ilmansuunnalla vaikuttaa olleen tässä merkitystä.

#### Betonin laskennallinen hiilidioksidimäärä

Vapautuvan hiilidioksidin määrä ja siten karbonatisoitumisaste voidaan laskea sementtikeemian kaavoilla, kun tiedetään betonin resepti. Menetelmä ei ole tarkka vaan suuntaa antava. Jotta laskelmat olisivat tarkkoja, pitäisi käytetty sementti ja sen klinkkerin koostumus ja seosaineet ja niiden määrät, tietää tarkasti.

Neljäkymmentä vuotta vanhan betonin osalta laskennan perusteena käytettiin tiedossa olevaa 1980-luvun perusreseptiä. Tuolloin käytössä oli klinkkeripohjaista sementtiä (n. 180–200 kg/m<sup>3</sup>) ja betoniin sekoitettiin erikseen lentotuhkaa (n. 120 kg/m<sup>3</sup>). Vettä sekoitettiin n. 180 kg/m<sup>3</sup>. Analyyseissä 1960-luvun betonin sementin oletettiin olevan puhtaasti klinkkeripohjainen. Koska vanhojen betonien alkupe-  
räisistä suhteuksista ei ole tarkkaa tietoa, ei tulosten tarkkuudenkaan oleteta olevan tarkkoja, mutta on toki suuntaa antavia. Uusien betonien valmistusreseptit ja sideaineet ovat tiedossa.

Laskennallisesti saatiin tulokseksi, että vanhan betonin pinta oli karbonatisoitunut lähes täysin ja rakenteen sisältä betoni oli karbonatisoitunut vain vähän (>20 mm syvyydellä pinnasta). Uudet betonit olivat karbonatisoituneet vastaavasti pinnaltaan kokonaan, mutta sisäosaltaan eivät lainkaan. Tarkemmat tulokset julkaistaan erillisessä artikkelissa myöhemmin.

**Taulukko 1**

## Kimmo- ja Poisson-luvun tulokset

| Betoni   | Lujuus, 91 vrk<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Kimmo-kerroin<br>[GPa] | Poisson-luku | Sementtimäärä<br>[kg/m <sup>3</sup> ] | Vesi-sementti-suhde | Ilmamäärä<br>[%] |
|--|--|------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------|------------------|
| Vertailubetoni<br>CEM II/B                     | 47,4                                   | 35,6                   | 0,213        | 320                                   | 0,6                 | 1,8              |
| CEM II/B<br>50 % karkea<br>kierrätyskiviaines  | 41,8                                   | 31,5                   | 0,239        | 320                                   | 0,6                 | 1,8              |
| CEM II/B<br>100 % karkea<br>kierrätyskiviaines | 37,4                                   | 28                     | 0,205        | 320                                   | 0,6                 | 2,2              |
| CEM III/B                                      | 49,2                                   | 37                     | 0,224        | 320                                   | 0,58                | 1,5              |
| CEVO-betoni*                                   | 45,5                                   | 33,4                   | 0,229        | –                                     | –                   | 1,2              |

\*CEVO-betonin suhteustietoja ei ilmoiteta

Kierrätyskiviaineksen rakeisuus oli 8–16 mm. Luonnonkiviaines oli graniitista murskattua ja luonnon muovaamaa kiviainesta.

Edellä mainituille betoninäytteille tehtiin Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun Kymilabsissa nopeutettu hiilidioksidivanhennus, ts. rinnakkaistutkimus, jossa näytteet karbonatoitiin laboratoriossa hiilidioksidilla ennen TGA-analyysejä. Tällöin saatiin ulkopinnan betonille ja sisärakenteen betonille täysi karbonatoituminen, ja tätä arvoa voitiin käyttää referenssinä määrittäessä rakenteen varsinaista karbonatoitumisastetta. Pintabetonien osalta ei laboratoriossa tehty karbonatoituminen oleellisesti lisännyt sitoutuneen hiilidioksidin määrää betonissa. Sen sijaan sisärakenteen karbonatoitumisaste kasvoi käsittelyssä selvästi.

Analyysit osoittavat selkeästi betonin merkittävän hiilidioksidin sidontakyvyn ja sen, että se ei ole marginaalinen ilmiö tapahtui se sitten rakenteen elinaikana tai sen jälkeen. Parhaimmillaan tästä saadaan hyöty kierrättämällä vanhojen rakenteiden betoni ja murskaamalla se sopiviin raekokoihin, jolloin hiilidioksidinsitoutuminen on nopeaa ja tehokasta.

Koska analyyseissä käytettiin todellisia rakenteita, on analyyseissä mukana kiviaines ja tämä tuo epätarkkuutta tuloksiin. Betonista on suurin osa kiviainesta ja sen määrä saattaa paikallisesti vaihdella. Niinpä ei pystytä tarkasti määrittämään näytteen eri kemiallisten materiaalien osuuksia näytteessä. Kehittämällä näytteen valmistusta on mahdollista saada lisätarkkuutta analyyseihin.

### Kierrätyskiviaineksesta valmistetuille betoneille ja CEVO-betoneille tehdyt tutkimukset

Kierrätyskiviaineksesta valmistettiin betoninäytteet seuraavia koesarjoja varten: puristus-, taivutus- ja vetolujuus, pakkasenkestävyys, suola-pakkasenkestävyys, kimmo-kerroin ja Poissonin-luku. Myös Ruduksen vähähiilinen CEVO-betoni oli tässä osassa tutkimusta mukana. CEVO-betonin hiilidioksidipäästöt ovat merkittävästi pienemmät verrattuna referenssibetonin päästöihin. CEVO-betonin etuna on sen nopea lujuudenkehitys verrattuna perinteisiin seosainebetoneihin. CEVO-betoni on tarkoitettu rasitusluokkiin X<sub>0</sub> ja X<sub>C1</sub> eli lähinnä sisätilojen rakenteisiin.

### Mekaaniset ominaisuudet

#### Kimmo- ja Poisson-luvun määrittäminen

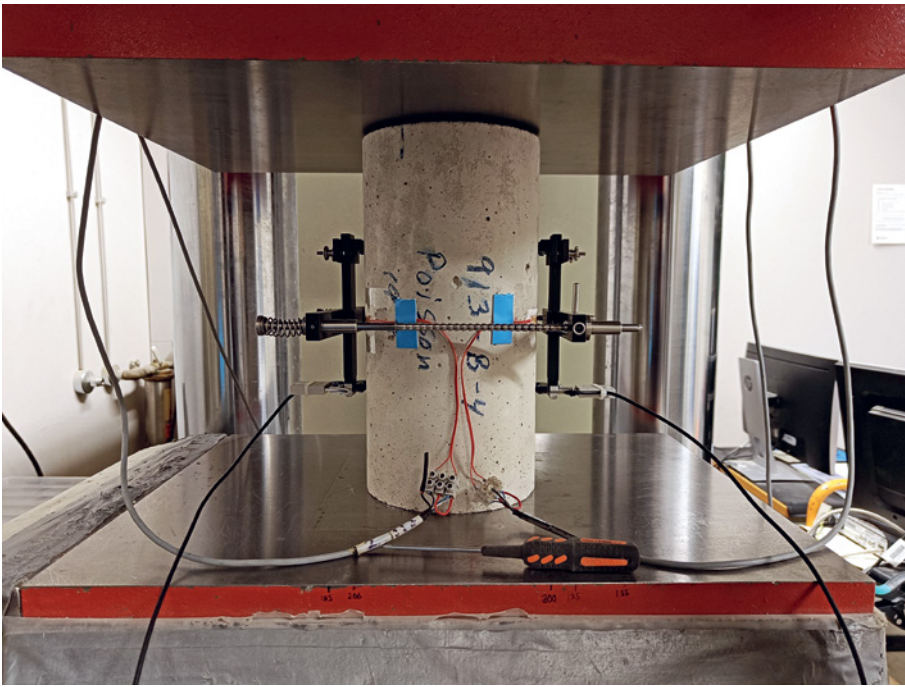
Puristuslujuus, kimmo-kerroin (Young's modulus E) ja Poissonin luku (Poisson's ratio  $\nu$ ) ovat keskeisiä materiaalin mekaanisia ominaisuuksia kuvaavia suureita, jotka ovat rakennesuunnittelijoille tärkeitä tietoja mm. rakenteiden pitkäaikaismuodonmuutosten arvioinnissa. Määrittäminen tehtiin koekappaleista, jotka olivat 150 × 300 mm lieriönäytteitä. Kimmo-kerroimen määrittäminen tehtiin standardin SFS-EN 12390-13 mukaisesti. Kimmo-kerroin ja Poissonin-luku määritettiin 91 vuorokauden ikäisille näytteille, joiden kiviaineskoostumus on kuvattu taulukossa 1.

Kimmo- ja Poisson-luvun määrittäminen tehtiin Aalto-yliopiston Rakennustekniikan laitoksella.

Poisson-luku määritettiin kimmo-kerroimen määrittämisen yhteydessä. Kuormituksen aikana mitattiin aksiaalista jännitystä eli kuormitusta pinta-alaa kohden ja aksiaalista venymää eli pituuden muutosta suhteessa alkuperäiseen pituuteen. Muodonmuutoksen mittaamiseen käytettiin venymäantureita, jotka asennettiin näytteen pinnalle pituus- ja poikittaissuunnassa. Mittaukset suoritettiin lineaarisen elastisuuden alueella, 10–40 % näytteen murtokeuhasta.

Kierrätyskiviainesta sisältävän betonin kimmo-kerroimen arvo oli pienempi kuin luonnonkiviaineksesta valmistetun. Lisäksi mitatut tulokset olivat matalampia kuin Eurocode 2 (EN 1992-1-1) standardin laskennallinen rakenteiden mitoitus varten kehitetty malli. Matalampi arvo saattaa johtua mm. siitä, että kierrätysmateriaalin vanha sementtikivi on huokoisempaa ja siten kokoonpuristuvampaa kuin uusi ja sen heikompi transiiovyöhyke mahdollistaa molekyyllitasolla rakenteiden liukumista ja uudelleenjärjestymistä, mikä mahdollistaa suuremman muodonmuutoksen. Poisson-luvut kaikilla betoneilla vastasivat betoneille tottua arvoa.

Mikäli kierrätyskiviainekseksi käytetään erittäin vaativissa rakenteellisissa kohteissa, on tärkeää, että arvioidaan erikseen, onko kimmo-kerroin määrittämiseen kokeellisesti tarvetta. Muuten saattaa olla hyvä käyttää



Aalto-yliopisto

## 7 Kimmokertoimen ja Poissonin-luvun määrittäminen.

**8a-b** Koebetonien virumatestaus käynnissä. Oikeassa kuvassa kutistumapalkkeja.

laskennallista tai taulukkoarvoa pienempää arvoa. Turvallinen arvio laskennallisen arvon pienennyskertoimelle voisi olla 0,8–0,9. Kun kierrätyskiviaineksen käyttömäärä rajataan standardin SFS-EN 206 suosituksiin ei tätä tarvitse huomioida tavanomaisissa rakenteissa.

### Virumatestaukset

Virumatestien tarkoituksena oli mitata näytteiden pitkäaikaista muodonmuutosta vakio-kuormituksen alaisena. Viruman tunteminen auttaa ennustamaan rakenteiden käyttäytymistä, ja arvoja hyödynnetään pyrittäessä estämään pitkäaikaisia vaurioita, kuten painumia ja halkeamia.

Betonin muodonmuutos voidaan jakaa eri tyyppeihin eli se koostuu eri osista: 1) Välitön elastinen muodonmuutos, joka syntyy heti kuormituksen asettamisen jälkeen. 2) Primääriäinen viruma, joka kehittyy nopeasti ensimmäisten viikkojen aikana. 3) Sekundäärinen viruma, joka hidastuu ajan myötä, mutta jatkuu vuosia. 4) Tertiäärinen viruma, joka tapahtuu, kun materiaali alkaa rappeutua ja lopulta murtuu. Viimeisin on harvinainen normaaleissa betonirakenteissa ja tavanomaisissa käyttöolosuhteissa. Joka tapauksessa tämä vaatii ajanjaksoa, joka on huomattavasti pidempi kuin oletettu käyttöikä.

Korkea viruma tarkoittaa suurempia muodonmuutoksia pitkäkestoisessa rasituksessa. Ilmiö on tärkeä rakenteellisessa suunnittelussa, erityisesti silloissa, pilareissa ja korkeissa rakennuksissa, sillä pitkäaikainen muodonmuutos vaikuttaa rakenteen stabiliteettiin, kantavuuteen ja säilyvyyteen.

Virumaan vaikuttavat betonin koostumus (sideaine, runkoaineet, lisäaineet, vesi ja sementin suhde), kovettumisolosuhteet (lämpötila, kosteus), ympäristöolosuhteet, kuormitustaso ja kuormituksen kesto. Mitä pidempi on kuormituksen kesto, sitä suurempi on kumulatiivinen viruma.

Testejä varten valmistettiin lieriömäiset (Ø100 mm × 200 mm) näytteet, jotka oli kovetettu standardoiduissa olosuhteissa ennen kuormituksen aloittamista.

Näytteet asetettiin pitkäaikaiseen kuormitukseen ja niiden muodonmuutosta seurattiin ajan suhteen. Näytteisiin kohdistettiin pysyvä vakioitu aksiaalinen puristuskuorma, joka oli hieman alle 40 % betonin puristuslujuudesta.

Viruman mittaaminen on pitkäkestoinen koe. Tutkimuksessamme mittaukset kestivät lähes vuoden eli 343 vrk. Mittaukset lopetettiin, kun viruman voitiin todeta tasaantuneen, eikä odotettavissa ollut enää merkittävää muutosta ajan suhteen.

Virumakoe tehtiin seuraaville betoneille: Vertailubetoni, jossa ei ollut lainkaan kierrätyskiviainesta sekä betonit, joissa karkea kiviaines oli korvattu 50 % ja 100 % kierrätyskiviaineksellä. Lisäksi viruma mitattiin myös CEVO-betonille ilman ja kierrätyskiviaineksen kanssa. Lisäksi mitattiin yksi GWP:55 betoni, koska haluttiin koestaa yksi CEM III/B sementillä valmistettu vähähiilinen betoni. GWP:55 betoni viruma ja kutistuma oli selvästi pienempi kuin muilla betoneilla, mutta tulos on viitearvojen sisällä. GWP:55-betonin kutistuma oli pieni, ja tämä vahvistaa aiempaa käsitystä vähähiilisten betonien käyttäytymisestä.

Taulukossa 2 esitetään kokonaisvirumat ja kutistumat. Jännitystaso määritettiin 91 vrk:n lujuustasosta.

Yhteenvetona voidaan todeta, että virumat kaikilla koebetoneilla olivat aavistuksen verran korkeammat kuin vertailubetonilla. CEVO-betonia ei voi verrata referenssibetonin sen eri koostumuksen takia, mutta CEVO-betonien kesken oltiin hyvin tarkasti samassa suuruusluokassa ja kierrätyskiviaines ei merkittävästi vaikuttanut virumaa lisäävästi.

### Pakkasenkestävyys kierrätyskiviainesbetonille

Pakkasenkestävyyden tutkimuksissa selvitetiin betoninäytteiden kestävyttä toistuvaa jäädytystä ja sulamista vastaan. Laattakoe tehtiin ionivaihdetulla eli makealla vedellä sekä 3 %:lla NaCl-liuoksella. Jälkimmäisiä tuloksia ei tässä käsitellä, koska betonit eivät kestäneet kloridiympäristössä eli tulokset ylittivät XF2:lle ja XF4:lle asetetut kansalliset raja-arvot.

Pakkasenkestävyykskoeket tehtiin laattakokeina (CEN/TR 14177, TS-12390-9). Jäädytys-sulatussykliä määrää teknisen spesifikaation määrittelemä 56 jaksoa.

Analyysit teetettiin kahdessa eri kaupallisessa laboratorioissa. Tuloksissa on eroa laboratorioiden kesken, mutta menetelmän tarkkuus huomioiden, voidaan tulosten todeta olevan yhteneväiset.

Suhteellinen dynaaminen kimmomoduuli oli kaikilla betoneilla 56 jakson jälkeen yli 100, joten sisäisiä vaurioita ei koebetoneihin syntynyt. FT-0-betonin rapautuminen oli lähes olematonta ja käytännössä samoin FT-50 betonin



8a



8b

**Taulukko 2**

## Eri betonien viruma-arvot

| Tutkittava betoni                 | Lujuus N/mm <sup>2</sup><br>91 vrk | Viruma<br>[mm/m] | Kutistuma<br>[mm/m] | Sementtimäärä/<br>vesi-sementtisuhde | Ilma [%] |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---------------------|--------------------------------------|----------|
| Vertailubetoni (CEM II/B), C30/37 | 37,7                               | 3,0              | 0,44                | 310/0,6                              | 2,5      |
| Kierrätyskiviaines 50 %, C30/37   | 39,3                               | 3,3              | 0,50                | 310/0,59                             | 1,6      |
| Kierrätyskiviaines 100 %, C30/37  | 37,8                               | 3,9              | 0,75                | 310/0,6                              | 3,8      |
| CEVO*                             | 55,4                               | 4,8              | 0,45                | –                                    | 0,7      |
| CEVO kierrätyskiviaines 50 %*     | 55,0                               | 4,5              | 0,60                | –                                    | 1,4      |

\*CEVO-betonin suhteitustietoja ei esitetä

Kierrätyskiviaineksen rakeisuus oli 8–16 mm. Luonnonkiviaines oli graniitista murskattua ja luonnon muovaamaa kiviainesta.

**Taulukko 3**

## Betonien pakkasenkestävyys, pakkasenkestävien kierrätysbetonien suhteitus

| Betoni  | FT-0  | FT-50 | FT-100 |
|---|-------|-------|--------|
| Sementti (CEM II/B (Oiva)) [kg/m <sup>3</sup> ]       | 334   | 334   | 335    |
| vesi-sementtisuhde                                    | 0,54  | 0,54  | 0,54   |
| Kiviaines, kaikki [kg/m <sup>3</sup> ]                | 1367  | 1370  | 1373   |
| Kierrätyskiviaines (karkea 8–16) [kg/m <sup>3</sup> ] | 0     | 368   | 736    |
| Ilmamäärä [%]   | 6,4   | 6,3   | 5,8    |
| Suhteellinen dynaaminen kimmomoduuli [%]*             | 113   | 104   | 105    |
| Rapauma, kahden analyysin [kg/m <sup>2</sup> ]*       | 0,005 | 0,023 | 0,047  |

\*Kahden analyysin keskiarvo

Kierrätyskiviaineksen rakeisuus oli 8–16 mm. Luonnonkiviaines oli graniitista murskattua ja luonnon muovaamaa kiviainesta.

kohdalla. FT-100-betoneissa oli pientä rapautumista (FT-0 vertailu, FT-50 ja FT-100, karkeasta kiviaineesta korvattu 50 ja 100 % kierrätyskiviaineeksella), Näiden tulosten perusteella FT-0-, FT-50- ja FT-100-betoni täyttävät rasitusluokkien XF1 ja XF3 pakkasenkestävyysvaatimukset sadalle vuodelle.

Makealla vedellä tehtyjen pakkasrasituskokeiden tulosten mukaan kierrätyskiviaineesta valmistettu betoni soveltuu kloridittoman ympäristön pakkasrasitukseen. Pinnat eivät näkyvästi rapautuneet eikä betoneihin muodostunut myöskään sisäisiä vaurioita. Sen sijaan kloridiympäristössä niihin syntyi ulkoisia rapautumisvaurioita kierrätyskiviaineen yhteyteen niihin kohtiin, joissa oli vanhaa sementtikiveä. Näihin paikkoihin alkoi kehittyä jäätyminen vaikutuksesta selviä kuoppia.

Tehtyjen testien perusteella ei kloridiympäristössä siis voida pitää soveltuvana murskatusta betonista tehdyille näytteille.

### Tulosten hyödyntäminen

Betonin merkittävä vahvuus kestävän rakentamisen näkökulmasta on pitkä käyttöikä, mikä tekee siitä hyvin soveltuvan kiertotalouden periaatteita tukevaan rakentamiseen. Merkittävä haaste kiertotalouden vakiinnuttamisessa on kuitenkin se, ettei sen käytöstä ole ollut pitkäaikaisia kokemuksia. Kiertotalouden ratkaisut voivat alentaa rakennuksen elinkaari päästöjä ja Betoroc®-murskeella on kaiken mahdollisuus saavuttaa merkittäviä kustannushyötyjä perinteiseen kiviainekseen verrattuna.

Karbonatisoitumisen synnyttämä hiilinielu on nouseva tutkimusaihe, mutta rakenteiden elinkaaren aikaista hiilen sitomiskykyä on toistaiseksi tutkittu varsin vähän. Vaikka elinkaaren aikana tapahtuva hiilensidonta on huomattavasti vähäisempää kuin betonin murskaamisen jälkeinen karbonatisoituminen, se on silti yksinkertainen ja kustannustehokas keino vähentää päästöjä. Uudisrakennusten osalta betonin murskaaminen ja sitä seuraava

karbonatisoituminen tulevat ajankohtaisiksi vasta mahdollisesti kymmenien mahdollisesti yli sadan vuoden kuluttua. Tästä syystä olisi jatkossakin tärkeää tutkia keinoja, joilla voitaisiin edistää karbonatisoitumista jo rakennuksen käyttöiän aikana.

Kierrätyskiviaineen, lähinnä betonimurskeen, valmistus, käyttö ja sen asettamat vaatimukset betonin kiviaineeksena ovat tällä hetkellä monella toimijalla selvityksessä. Nyt saadut tulokset osoittavat, että reseptit toimivat murskeen kanssa, kun hienoaines on seulottu pois. Murskeen muodolla on niin ikään tärkeä vaikutus: pyöreä kiviaines toimii hyvin eri tavalla kuin murskattu kulmikas. Betoni onkin suhteitettava huolella, jotta saavutetut hyödyt eivät mene hukkaan liiallisella sementin käytöllä. Suhteitus itsessään vastaa hyvin paljon murskatun kiviaineen suhteitusta, mutta suhteituksessa ja valmistuksessa on huomioitava kiviaineen vedenimu.

Hankkeessa saadut tulokset osoittavat, että kierrätyskiviaineen käyttö vähähiilisessä betonirakentamisessa on teknisesti mahdollista ja tarjoaa kestäviä ratkaisuja.

Haasteiksi nähdään se, että vaikka tutkimuksen tulokset ovat lupaavia, materiaalin ja sen laadun välistä pitkäaikaiskestävyyttä eri ympäristöolosuhteissa ei ole vielä täysin selvitetty. Erityisesti on mietittävä, voidaanko kierrätyskiviaineksesta valmistettu betoni hyväksyä pakkasenkestävyyttä vaativiin olosuhteisiin (XF1 ja XF3). Pelkästään tämän tutkimuksen perusteella sitä ei voi todeta vaan asia vaatii lisätutkimusta. Kloridiympäristö (XF2 ja XF4) vaikuttaa olevan kierrätyskiviaineksesta valmistetulle betonille liian vaativa. Muuten mekaanisissa ominaisuuksissa ei ilmennyt poikkeavaa verrattuna tavanomaiseen betoniin. Joitain ominaisuuksia voi olla vaativissa kohteissa testata erikseen, mutta tavanomaisissa rakenteissa kierrätyskiviaineksesta tehty betoni on turvalista käyttöä. Myöskään CEVO-betonin ja vähähiilisen betonin kohdalla ei havaittu ongelmia mekaanisten

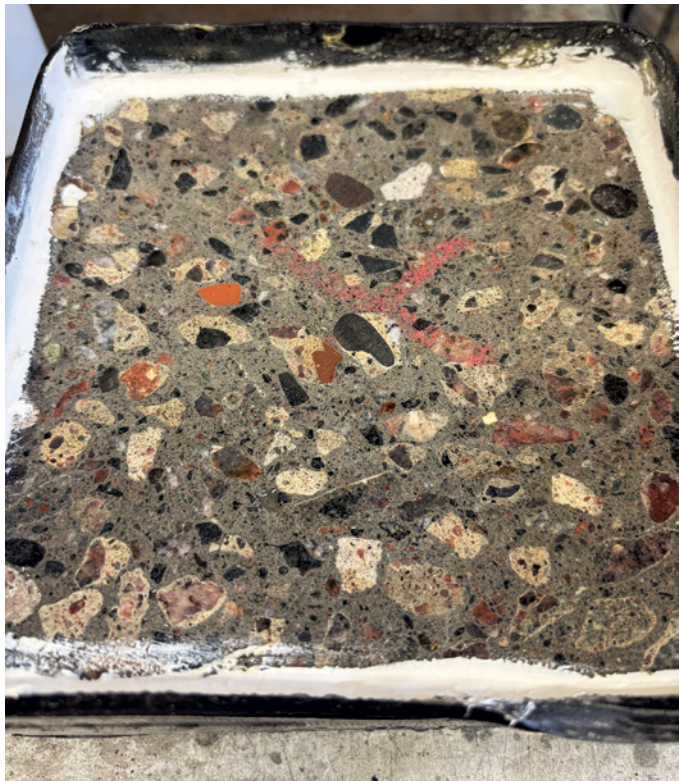
ominaisuuksien suhteen. Kierrätyskiviaineksen alkuperä vaikuttaa betonin lopullisiin ominaisuuksiin, mikä edellyttää vastaanotettavan betonin tarkkaa laadunhallintaa ja materiaalin esikäsittelyä.

Kasvava paine vähähiiliseen rakentamiseen ja resurssitehokkuuteen kannustaa rakennusteollisuuden toimijoita ja urakoitsijoita etsimään uusia ratkaisuja. Julkinen sektori ja suuret rakennuttajat voivat toimia edelläkävijöinä ja käyttää kierrätysmateriaaleja osana ympäristötavoitteitaan sekä ottaa kierrätysmateriaalit rohkeasti osaksi omia vähähiilisyys- ja kierrätystavoitteitaan. Myös koulutusta, teknistä tukea ja osaamista on lisättävä, jotta rakennusalan toimijat oppivat käyttämään uutta materiaalia tehokkaasti.

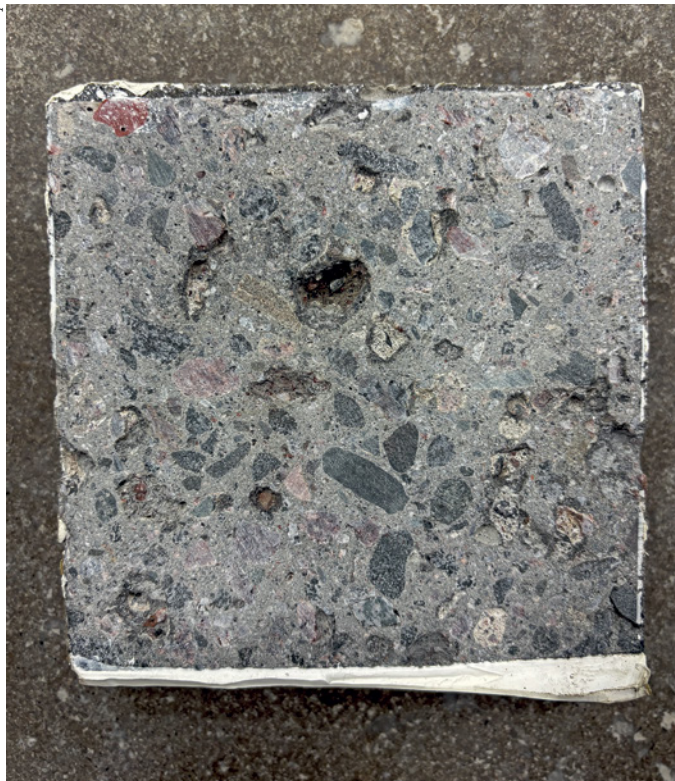
Tutkimuksen tulokset osoittavat, että kierrätyskiviaineen käyttö vähähiilisessä betonirakentamisessa on lupaava vaihtoehto, joka osaltaan edistää rakennusalan siirtymää kohti kestävämpiä ratkaisuja. Poliittinen ja kasvava lainsäädännöllinen paine luovat hyvät edellytykset teknologian kehitykselle, mutta lisätutkimuksia tarvitaan erityisesti pitkäaikaiskestävyyden, laadunhallinnan ja markkinoiden hyväksynnän osalta.

Tutkimuksessa ei suositella kuinka paljon luonnonkiviainesta voidaan korvata kierrätyskiviaineksella. Tutkimuksen betonien karkean kiviaineen osuus vaihteli mutta kaikilla korvausmäärillä saatiin valmistettua betoneja, joiden mekaaniset ominaisuudet olivat lähellä luonnonkiviaineksesta valmistettuja referenssibetoneja. Vaikka tulokset ovat lupaavia, on varmasti hyvä hankkia ensin kokemusta kierrätyskiviaineksesta korvaamalla luonnonkiviainesta pienempiä määriä eli noudattaa standardin SFS-EN 206 Betoni-standardin ohjeistusta 30 %:n korvausmäärästä karkeasta kiviaineksesta (tyyppi A).

Hankkeen tutkimusosuus toteutettiin pääosin Ruduksen Konalan laboratoriossa. Tutkimukseen liittyi osia, jotka toteutettiin



9a



9b

betonituote- ja valmisbetonitehtailla sekä ostopalveluna ulkopuolisissa laboratorioissa.

Tutkimuksen yhteydessä valmistui kaksi AMK-lopputyötä ja yksi kandidaatintyö. AMK-lopputyöt käsittelivät kierrätyskiviaineksen vaikutusta betonin pakkaskestävyyteen ja Sadgroven lujuudenkehityskaavan käyttämistä vähähiilisen betonin kypsytyden arvioinnissa. Aalto-yliopiston kandidaatintyönä tehty kirjallisuuskatsaus toi puolestaan valoa kierrätyskiviaineksen käyttöön betonivalmistuksessa maailmalla.

Tutkimuksen tuloksia on julkaistu myös Nordic Concrete Research -lehdessä (NCR 72, 1/2025) artikkelissa "Assessing the Mechanical Properties and Frost Resistance of Recycled Coarse Aggregate Concrete in Finland" (Tulimaa et al.) •

**9a–b** Kierrätyskiviainesbetonin laattakokeen koe-kappaleita. Vasemmassa kuvassa makeanveden testi (XF1/XF3) ja oikeassa kuvassa suola-pakkaskokeen testi (XF2/XF4). Vasemmanpuoleisessa kuvassa oleva betoni ei ole rapautunut silmämääräisesti ollenkaan. Oikeanpuoleisesta kuvasta näkee, miten kierrätyskiviaines on irronnut betonista rasituksen seurauksena. Tämä johtunee siitä, että kierrätyskiviaineksen pinnalla oleva sementtikivi ei kestä pakkasrasitusta vaan hajoaa ja kiviainesrakeen tartunta betoniin katoaa ja rae irtoaa sen seurauksena betonista.

### **Innovative low-carbon recycled aggregate concrete**

Rudus Oy's project has produced new research knowledge on low-carbon raw materials and methods for concrete construction, while developing practical applications to support their use in the construction industry. The aim is to increase know-how and promote low-carbon concrete construction more widely in Finland and globally.

The study investigated recycled aggregate sourced from crushed concrete collected from demolition sites and processed on Rudus premises. The 2022 End-of-Waste Status classification streamlined practices by enabling recycled aggregates to be used similarly to natural aggregates, eliminating previous waste-related approval procedures. Based on the findings, recycled aggregates demonstrate significant potential as a viable alternative to virgin aggregates, with concrete workability, structural strength development, and ultimate performance optimizable for a wide range of applications.

The aggregate data complements previous research on low-carbon binders and processes, enabling a more holistic approach to identifying low-carbon potential across all construction areas. While standardization's strict quality requirements have somewhat slowed adoption of recycled materials in novel concretes, ensuring these standards do not hinder sustainable development is critical.

The findings indicate that concrete made with recycled aggregates exhibit sufficient properties within their designated exposure classes. The use of recycled aggregates does not significantly compromise elastic properties, and long-term deformation can be effectively managed. However, broader adoption requires extended monitoring tests and durability simulations, particularly concerning freeze-thaw resistance.

The experiments could inform the development of a national aggregate standard in Finland, producing concrete with optimal lifecycle durability while advancing circular economy principles. This is best achieved by utilizing only tested and approved aggregates and generating research data that clarifies both the limitations and opportunities of recycled aggregates.

The project's results demonstrate that recycled aggregates in low-carbon concrete construction offer a promising alternative, contributing significantly to the construction industry's transition toward sustainable solutions. Political demand and increasing legislative requirements create favorable conditions for technological advancement, though further research is needed to expand practical applications.

This research was partially funded by the European Union's Recovery and Resilience Facility (RRF), coordinated by the Ministry of the Environment.

# Vaihtoehtoiset polttoaineet vähentävät sementin valmistuksen päästöjä

**Minna Saano**, toimittaja

**Ursula Kääntee**, kestävän kehityksen päällikkö, Finnsementti Oy  
ursula.kaantee@finnsementti.fi

**Ulla Leveelahti**, vastuullisuusjohtaja, Finnsementti Oy  
ulla.leveelahti@finnsementti.fi

Finnsementti korvaa sementin valmistuksessa fossiilisia polttoaineita, kuten öljyä, hiiltä ja petrokoksia, vaihtoehtoisilla polttoaineilla (AF, alternative fuels). Vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö on rinnakkaisprosessointia, jossa hyödynnetään energian lisäksi myös materiaalit. Jätteen palamattomat osat päätyvät osaksi klinkkeriä.

Esimerkiksi rengasrouheessa kumi toimii polttoaineena, kun taas renkaan palamattomat metalliosat sulavat klinkkeriin ja korvaavat raaka-aineena käytettävää rautalähdettä.

Finnsementti pystyy hyötykäyttämään sellaisiakin jätteitä, jotka eivät kelpaa kierrätykseen tai muuhun käsittelyyn. Tällaisia ovat esimerkiksi erittäin likaiset muovit tai pahvit.

Sementin valmistuksessa ne voidaan käyttää järkevästi. Esimerkiksi vettyneen ja likaisen, kierrätykseen kelpaamattoman pahvilaatikonkin avulla voimme valmistaa klinkkeriä.

## Useita mahdollisia jätelajeita

Finnsementin pääasiassa käyttämät vaihtoehtoiset polttoaineet ovat SRF (Solid Recovered Fuel), autonrenkaat ja tuotteistettu kierrätysöljy.

Vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö aloitettiin Finnsementillä jo vuonna 1997 murskatuilla autonrenkailla eli rengasrouheella. Niiden rinnalle on tulossa rakennuspurkuna tai teollisuuden ylijäämänä syntyvää kattohuovan bitumia, jota on kokeiltu, ja tulokset ovat olleet tyydyttäviä.

SRF sisältää kaupan, teollisuuden ja rakentamisen jätelajeita, kuten paperia, muovia,

Sementin valmistuksen hiilidioksidipäästöjä vähennetään korvaamalla fossiilisia polttoaineita vaihtoehtoisilla polttoaineilla. Kierrätykseen kelpaamattomien jättemateriaalien energiasisältö hyödynnetään valmistusprosessissa, ja palamattomat osat sitoutuvat osaksi klinkkeriä.

pahvia ja puuta, joita ei voida materiaalikierättää. SRF:n hiilidioksidipäästöt ovat fossiilisia polttoaineita huomattavasti pienemmät, minkä vuoksi Finnsementillä panostetaan erityisesti SRF:n käyttöön.

Kolmas merkittävä vaihtoehtoinen polttoaine on tuotteistettu kierrätysöljy. Muita käytettäviä polttoaineita ovat muun muassa niin sanottu kimura eli komposiittijäte, reunanauha ja energiapöly.

Jätteen energiasisällöstä riippuen polttoaineen korvaussuhde vaihtelee. Yhden fossiilisen hiilitonnin korvaamiseen tarvitaan 1,4 – 1,5 tonnia SRF:ää tai 0,87 tonnia rengasrouhetta.

Pitkäaikainen seuranta osoittaa, että vaihtoehtoiset polttoaineet soveltuvat erinomaisesti fossiilisten polttoaineiden korvaajiksi sementin valmistuksessa ja ettei niiden käytöstä muodostu kivihiihtä suurempia päästöjä. Päinvastoin vaihtoehtoiset polttoaineet vähentävät hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös polton typenoksidipäästöjä. Sementtiuunissa korkea lämpötila ja pitkä viipymäaika takaavat puhtaan palamisen kaikille käytettäville polttoaineille.

## Monivaiheinen laadunvarmistus

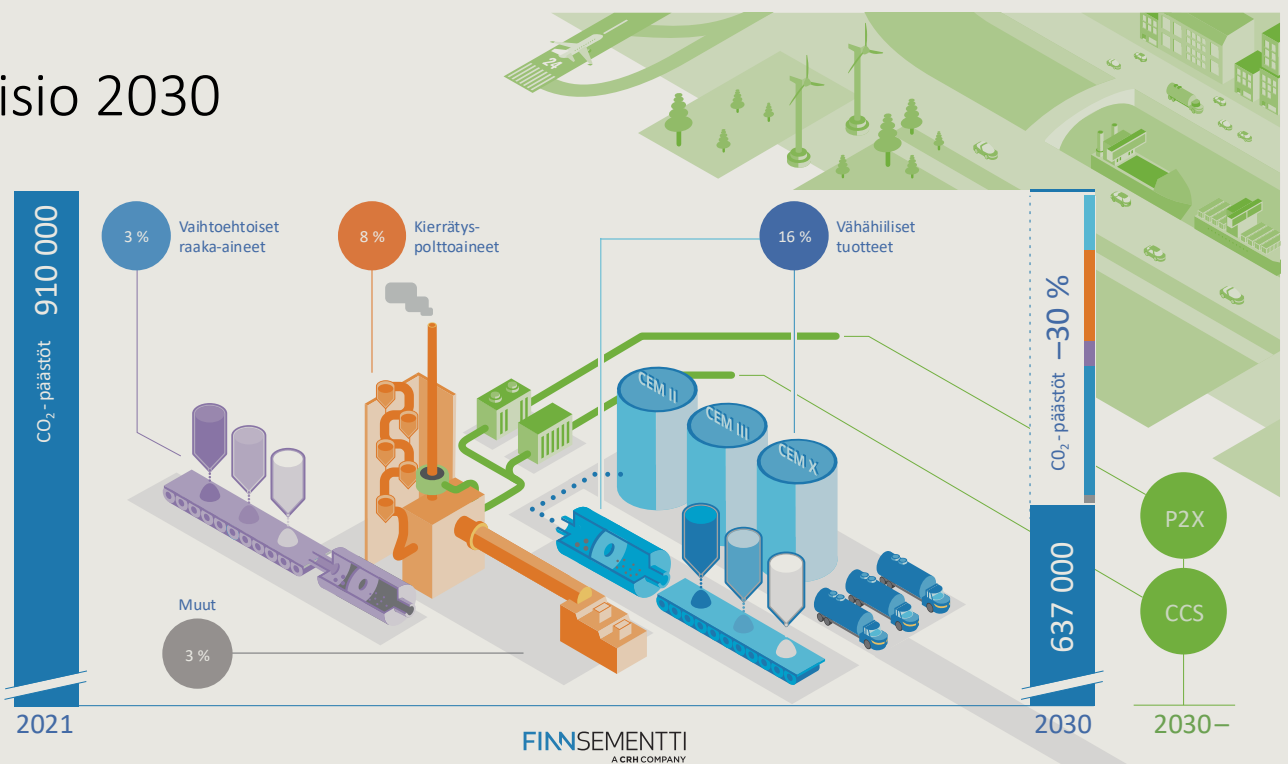
Finnsementillä kaikille polttoaineille, olivat ne sitten fossiilisia tai vaihtoehtoisia, tehdään aina perusteellinen laadunvarmistus. Sama periaate koskee myös kaikkia raaka-aineita. Uniini ei syötetä mitään ennen tarkistusta ja analysointia.

Vaihtoehtoisten polttoaineiden tarkastus alkaa visuaalisella arvioinnilla. Polttoainenäy-

**1** Sementin suurimmat päästövähennykset saavutetaan tuotteiden kautta. Finnsementti kehittää jatkuvasti uusia ratkaisuja, mutta merkittävin vaikutus syntyy tuotejakauman muutoksesta. Kaikki toimenpiteet päästövähennysten aikaansaamiseksi ovat kuitenkin tärkeitä.



## Visio 2030



### Finnsementin päästövähennystiekartta

Finnsementin ympäristötavoitteena on vähentää oman toimintansa suoria hiilidioksidipäästöjä 30 prosenttia vuoden 2021 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Tuohon tavoitteeseen pääseminen edellyttää aktiivista tuotekehitystä, kierrätyspolttoaineiden käytön lisäämistä ja tuotantomenetelmien uudistamista.

Finnsementin Paraisten tehtaalla otettiin keväällä 2024 käyttöön uusi, nykyaikainen arinajähdytin. Sen ansiosta tehtaan energiatehokkuus paranee, päästöt vähenevät ja prosessissa syntyvää lämpöä voidaan hyödyntää kaukolämpönä Paraisten kaupungille. Samassa yhteydessä uuniin asennettiin uusi

syöttölaitteisto, joka mahdollistaa kierrätyspolttoaineiden aiempaa laajemman käytön ja vähentää fossiilisten polttoaineiden tarvetta.

Suurimmat päästövähennykset saavutetaan tuotteiden kautta. Finnsementti kehittää jatkuvasti uusia ratkaisuja, mutta merkittävin vaikutus syntyy tuotejakauman muutoksesta: siirtymisestä perinteisistä CEM I -sementeistä CEM II -sementeihin ja edelleen CEM III -tyypin sementeihin.

Finnsementti lisää myös vaihtoehtoisten raaka-aineiden, kuten betonijätteen, käyttöä osana kiertotaloutta. •



2

2 Ajoneuvojen romurenkaista tehtävä rengasrouhe pystytään hyödyntämään sementtiuunin polttoaineena sataprosenttisesti.

3 Finnsementin Paraisten tehdas.

4 Lähikuva SRF-polttoaineesta. SRF sisältää kaupan, teollisuuden ja rakentamisen jätejakeita, joita ei voida materiaalikierrättää.

5 Betonimursketta. Koeluonteisesti testataan sementin valmistuksessa käytettävää kalkkikiveä korvaamalla se jäteperäisellä betonimurskeella.

6 Kuva valmiista Kolmossementistä.

tettä haistellaan ja tunnustellaan, jotta saadaan ensivaikutelma jätejakeen sopivuudesta polttoon. Seuraavaksi tarkastellaan partikkelikokoa, joka määrittää polttoaineen syöttöpaikan uunissa. Tämän jälkeen näyte valmistellaan tarkempaa analyysia varten.

Teknisessä analyysissä mitataan materiaalin kokonaiskosteus, tuhka ja haihtuvat sekä energiasisältö. Kaikki palamisesta muodostuva tuhka osallistuu klinkkerin valmistukseen. Haihtuvien aineiden osuus on tärkeä, sillä se määrää miten polttoaine saadaan syttymään.

Polttoaineelle suoritetaan myös alkuaineanalyysi. Näitä arvoja käytetään saapumistilan lämpöarvon laskennassa. Tuhkalle tehdään myös alkuaineanalyysi ja näiden tulosten perusteella tiedetään, täytyykö esimerkiksi raakajauhetta korjata kemiallisesti, jotta klinkkeristä muodostuu oikeanlaista. Mikäli polttoaineelle on olemassa standardi, on laadunvalmistus helpompaa.

Laadunvarmistuksen jälkeen siirrytään koeajoon, jossa selvitetään polttoaineen käytännön toimivuus, syötettävyyden sekä vaikutukset prosessiin ja päästöihin. Kun kaikki vaiheet näyttävät vihreää valoa, voidaan jäte-erää käyttää polttoaineena klinkkerin valmistuksessa.

Finnsementillä jätejakeiden käyttö polttoaineena on sataprosenttista hyötykäyttöä. Polttoprosessista ei jää jäljelle tuhkaa tai läjitettävää jätettä, vaan kaikkea uuniin syötetystä materiaalista valmistetaan klinkkeriä. •



3



4



5



6

## Betonimurskeesta sementin raaka-aine

Finnsementillä kalkkikivelle haetaan korvaavia materiaaleja, joiden avulla voidaan pienentää sementinvalmistuksen hiilidioksidipäästöjä. Jäteperäinen betonimurske on osoittautunut siihen hyvin soveltuvaksi.

Finnsementti on saanut betonimurskeelle kolmevuotisen koekäyttöluvan Paraisten ja Lappeenrannan tehtailla. Koeluonteisen toiminnan tarkoitus on osittain korvata sementin valmistuksessa käytettävää kalkkikiveä hyötykäyttämällä jäteperäistä betonimurskettä.

Betoniraaka-ainetta on kokeiltu jo jonkin aikaa, ja tulokset kertovat sen soveltuvan erittäin hyvin sementin valmistusprosessiin. Betonimurske on samankaltaista raaka-ainetta kuin sementin pääraaka-aine kalkkikivi. Sitä ei jauheta sementin joukkoon, kuten usein virheellisesti oletetaan, vaan se menee sementti-uunissa polton kautta osaksi klinkkeriä.

Finnsementin näkemyksen mukaan betoniraaka-aineen käyttö sementin valmistuksessa on aitoa kierrättämistä; materiaali menee uudelleen juuri siihen käyttöön, jossa se on alun perinkin ollut.

### Pienetkin jäte-erät hyötykäyttöön

Paraisten tehtaalla on parhaillaan käynnissä ympäristövaikutusten arviointimenettely, jossa pyritään saamaan betonimurskeen käytölle pysyvä lupa sekä lupa hyötykäyttöä

muitakin mineraalisia jätelajeita, kuten esimerkiksi kaivosjätettä, sementin valmistuksen raaka-aineina.

Sementtiuunin korkea lämpötila mahdollistaa monien erilaisten jätelajien hyödyntämisen raaka-aineina, kunhan ne sisältävät sementin valmistuksen kannalta oikeita alkuaineita: kalkkia, rautaa, piitä ja alumiinia. Alkuperäisellä jätelaadulla ei ole ratkaisevaa merkitystä, sillä uunin korkeassa lämpötilassa jättemateriaalit hajoavat alkuainetasolle, löytävät uudet kumppanit ja muodostavat yhdessä sementtiklinkkeriä.

Kun lupa myös muille jätelaaduille kuin betonimurskeelle saadaan, Finnsementti voi vastaanottaa mittakaavaansa nähden myös pieniä eriä erilaisia jätteitä. Esimerkiksi erään kerran tarjottu kananmunankuorierä olisi kalkkipitoisuutensa vuoksi soveltunut sementin raaka-aineeksi, mutta käytölle ei ollut ympäristölupaa eikä erillistä lupaa haettu byrokraattisen menettelyn vuoksi.

Kun Finnsementillä on käytössään selkeä lista kriteerit täyttävistä, sementin raaka-aineiksi soveltuvista jätelaaduista, menettely

selkeytyy ja erilaisten, myös pienten jätetierien vastaanottaminen on mahdollista. Polttoaineiksi soveltuvien jättemateriaalien lista on ollut osa Finnsementin ympäristölupia jo vuodesta 2018.

Finnsementiltä korostetaan, että sementitehdas ei ole jätteenkäsittelylaitos. Finnsementti on sementin valmistaja. Jätelajeet toimitetaan tehtaalle valmiiksi murskattuna, käyttövalmiina raaka-aineina. Tehtailla vastaanotetaan vain sellaisia materiaaleja, jotka soveltuvat korvaamaan jotakin neitseellistä raaka-ainetta. Vastaanotettava jäte arvioidaan aina huolellisesti, eikä siinä saa olla haitta-aineita, jotka häiritsevät prosessia, vaikuttavat valmistettavaan sementtiin tai aiheuttavat päästöjä.

### Käytännön ratkaisuja

Paraisten tehtaalla betonimurskeen käyttö on jo osa normaalia sementin valmistusprosessia. Tällä hetkellä selvitetään betonimurskeen optimaalista osuutta raaka-aineesta – esimerkiksi viiden tai kymmenen prosentin tasoa – sekä käytännön kysymyksiä, kuten tarvittavaa varastointitilaa, murskeen syöttöön käytettäviä laitteita ja materiaalin saatavuutta. Tavoitteena on tasainen käyttö koko ajan, viikot läpeensä ja 330 päivää vuodessa.

Koelupa on voimassa vuoteen 2028 asti ja kattaa vuosittain 30 000 tonnia betonimurskettä.

# Uudet sementit ja vähähiilisyystoimet SCHWENKillä

**Tia Härkönen**, toimittaja

Kestävä kehitys on keskeinen osa rakennusmateriaalikonserni SCHWENKin strategiaa. SCHWENKin tavoitteena on pienentää sementtituotannon CO<sub>2</sub>-päästöjä vähentämällä klinkkerin osuutta sementeissä, kehittämällä uusia sideaineita, parantamalla tuotantoteknologioita sekä ottamalla talteen prosessissa syntynyt hiilidioksidi.

Sementintuotannossa noin kolmasosa CO<sub>2</sub>-päästöistä tulee polttoaineista ja kaksi kolmasosaa kalkkikiven kalsinoinnista. SCHWENKin Brocenin sementtitehtaalla Latviassa on tehty pitkäjänteistä kehitystyötä vaihtoehtoisten polttoaineiden osalta ja näiden osuus tuotannon polttoaineista on jo nyt yli 97 %. Parhaillaan keskitytään CO<sub>2</sub>-talteenottoon prosessista. Tavoitteena on hiilineutraali sementtitehdas Brocenissa vuoden 2032 alussa. Tällä hetkellä tehtaalla on jo käytössä useamman tekniikan pilotoinnit ja lopullista investointipäätöstä odotetaan heti tulosten analysoinnin jälkeen.

SCHWENKin tavoitteena olevan klinkkerikertoimen merkittävä alentaminen tarkoittaa seostettujen sementtien yleistymisen markkinoilla. Tämä taas vaatii uusia tekniikoita jauhamiseen sekä kokonaan uusia seosaineita, jotta pystytään saavuttamaan nykyisin käytössä olevien sementtien ominaisuudet. Tämä on haaste paitsi sementinvalmistajille myös koko toimialalle. Vaihtoehtoisten seosaineiden saatavuus on rajallista, ja niiden käyttöönotto edellyttää laajoja testejä.

## **Pozzolaanisementit ovat varteenotettava vaihtoehto**

Pozzolaanisementit perustuvat luonnollisiin tai teollisiin pozzolaanisiin materiaaleihin, jotka toimivat sementin tavoin. Teollisista pozzolaaneista tunnetuimpia ovat masuunikuona, lentotuhka ja silika. Luonnonpozzolaaneja ovat puolestaan tulivuoren tuhka sekä sedimentti-

kivistä peräisin oleva Opoka.

SCHWENK Suomen toimitusjohtaja *Jussi Thureson* mainitsee juuri Opokan erityisen kiinnostavana sedimenttisenä pozzolaanina. SCHWENKillä on Liettuan puolella kaivosalue, josta Opokaa louhitaan Brocenin ja Akmeneksen sementtitehtaiden tarpeisiin. Tätä materiaalia riittää pitkälle tulevaisuuteen.

"Pozzolaanien keskeinen etu on niiden aktiivisuus. Ne tuottavat itsekseen jo lujuutta. Tämä mahdollistaa klinkkerin korvaamisen ilman, että betonin pitkäaikaislujuus tai kestävyys heikkenee. Lisäksi pozzolaanisementit parantavat useita muita betonin ominaisuuksia. Esiintymä on kerrostumina maassa. Louhimisen jälkeen se homogenisoidaan, murskataan ja jauhetaan jauheeksi lisättäväksi seosaineena sementteihin. Päästövähennyksen kannalta on merkittävää, että sitä ei siis tarvitse erikseen kalsinoida tai polttaa. Olemme testanneet Opokaa paljon ja sen käyttämisestä sementin seosaineena on saatu hyvä vastaanoton

**SCHWENK Suomi Oy** on Suomen suurin sementin maahantuoja ja se on osa saksalaista rakennustuotteita valmistavaa SCHWENK-ryhmää, joka on yksi Saksan vanhimmista perheomisteisista alan yrityksistä jo kuudennessa sukupolvessa. Yhtiö tuo ja markkinoi sementtejä Suomen markkinoille ryhmän omalta modernilta Brocenin sementtitehtaalta Latviasta.

Suomessa asiakastoimitukset tapahtuvat Loviisassa, Naantalissa ja Raahessa sijaitsevista laivaterminaaleista, joista irtosementti toimitetaan asiakkaille painesäiliöautoilla.



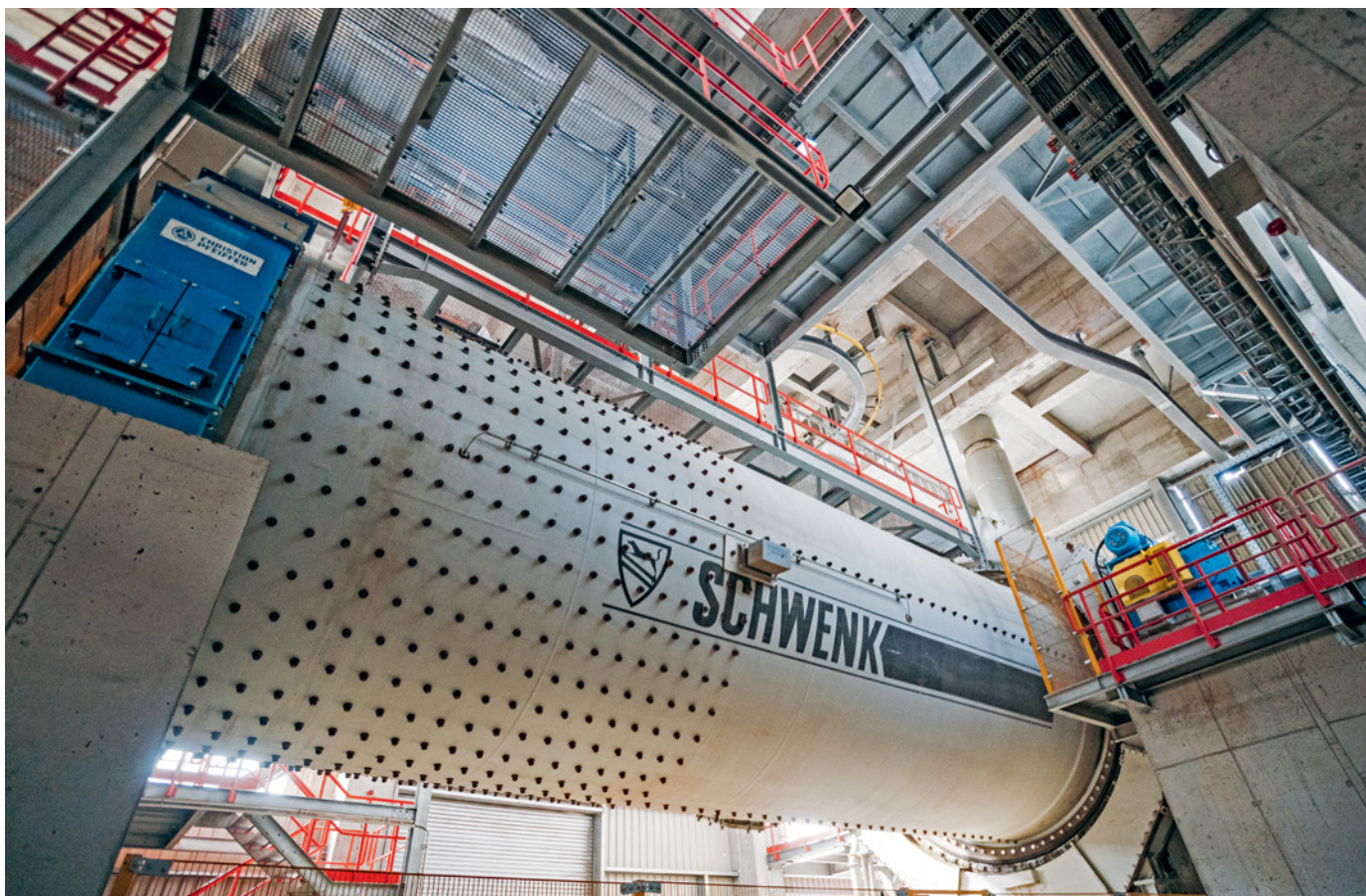
1

1 Brocenin tehdas on otettu käyttöön vuonna 2010.

2 Sementti kuljetetaan terminaalista asiakkaalle sementtirekalla.



2



3

markkinoilla. Toistaiseksi Opokaa sisältävää sementtilaattaa ei vielä Suomeen tuoda, mutta se hetki lähestyy koko ajan.”

Myös luonnon savia voidaan jalostaa aktiiviseksi joko polttamalla tai pelkäästään jauhamalla. SCHWENK on saanut yhdessä Polysiuksen kanssa maailmanlaajuisen patentin tekniikalle, jossa savi aktivoidaan pelkäästään mekaanisessa jauhamisprosessissa. Tämä on merkittävä kehitysaskel ja Saksaan SCHWENK:n Allmendingenin sementtitehtaalle valmistuukin vuoden 2026 aikana tätä tekniikkaa hyödyntävä tuotantolaitos.

#### Kestävän kehityksen strategia

Uudet sementit ovat vain yksi osa SCHWENK:n kokonaisuutta. Thuresonin mukaan kestävän kehityksen mukaiseen toimintaan kuuluu kolme pääpilaria, joilla yritys tavoittelee vähähiilisyttä. Nämä ovat uusien sementtien ja sideaineiden lisäksi uudet teknologiat, kuten hiilidioksidin talteenotto, uudelleenkäyttö ja varastointi, sekä olemassa olevien prosessien optimointi.

Strategian mukaisiin käytännön toimenpiteisiin kuuluvat muun muassa vaihtoehtoisten polttoaineiden osuuden kasvattaminen lähes 100 prosenttiin, energiatehokkaat jauhatusratkaisut, vihreän energian kuten aurinko- ja tuulivoiman hyödyntäminen tehtailla sekä hiilidioksidin talteenotto. Lisäksi konsernissa

kehitetään jatkuvasti uusia konsepteja, kuten esimerkiksi uusi hydraulinen sideaine Celitement ja aktivoitu savi Meca Clay.

”Saksassa Mergelstettenissä otetaan parhaillaan käyttöön Oxyfuel-tekniikkaan perustuvaa sementtitehdasta. Siinä polttoprosessiin syötetään puhdasta happea, joka mahdollistaa mahdollisimman puhtaan ja korkean konsentraation hiilidioksidin talteenoton”, Thureson sanoo. •

## Kohti hiilineutraalia sementtiä

SCHWENKillä kestävän kehityksen edistäminen nähdään koko toimialan yhteisenä tehtävänä.

”Kaikki tätä edistävät toimet, joita tehdään niin meidän, kilpailijoiden, asiakkaiden, viranomaisten tai muiden sidosryhmien puolelta, parantavat alan kilpailukykyä nyt ja tulevaisuudessa. Pitkän aikavälin tavoitteena on kehittää ratkaisuja, jotka palvelevat tulevia sukupolvia ja vauhdittavat koko rakennusalan siirtymää kohti vähähiilisyttä”, sanoo SCHWENK Suomen toimitusjohtaja Jussi Thureson.

”Sementtiteollisuuden vähähiilisyys ei perustu yhteen ratkaisuun, vaan useiden toimenpiteiden yhdistelmään. Hiilineutraalisuus ei myöskään synny itsestään ja ilman suuria investointeja. Hiilidioksidin talteenotto edellyttää myös laajempaa infrastruktuuria ja sääntelyä. Talteenotettu CO<sub>2</sub> tulee nesteyttää ja kuljettaa varastointia varten esimerkiksi putkistoja, laivoja tai juna-/maantiekuljetuksia hyödyntäen. Pohjanmerellä on parhaillaan kehitteillä useita hiilidioksidin varastointihankkeita. Kaikki nämä ratkaisut vaativat myös paikallisiin lakeihin päivityksiä ja ne ottavat oman aikansa”, hän toteaa.



4

**3** Brocenin tehtaalla vuonna 2022 käyttöön otettu energiatehokas sementtimylly, joka mahdollistaa ympäristöystävällisempien sementtilaatujen valmistuksen käyttämällä enemmän vaihtoehtoisia seosaineita.

**4** Sementtiteollisuuden vähähiilisyystoimet eivät perustu vain yhteen ratkaisuun, vaan useiden toimenpiteiden yhdistelmään.

**5** Vähähiiliset betonit ovat jo työmailla käytössä.



5

## Teräsbetonipaalujen vähähiilisyysluokitus tuli – oletko valmis?

### Ari Mantila

Jaospäällikkö (valmisbetoni, paalut, putket ja kaivot)  
Betoniteollisuus ry  
ari.mantila@rt.fi

### Miksi paalujen vähähiilisyys on ajankohtainen aihe?

Rakennusten ilmastovaikutusten tarkastelu on yleistynyt nopeasti. Kun käytönaikeiset päästöt ovat viime vuosina pienentyneet energiatehokkuuden parantuessa, samalla materiaalien valmistuksesta syntyvien päästöjen suhteellinen merkitys on kasvanut.

Monissa hankkeissa merkittävä osa rakennusmateriaaleista käytetään perusrakenteisiin ja paaluihin, jolloin myös niiden valmistuksen päästöillä on käytännön merkitystä, erityisesti suurissa ja vaativissa kohteissa. Paaluperustus muodostaa asuinkerrostalon rakentamisaikaisista hiilidioksidipäästöistä tyypillisesti noin 5–15 %, hankkeesta ja perustamisolosuhteista riippuen. Lyötävät teräsbetonipaalut ovat hiilijalanjäljeltään edullisin rakennusten perustamistapa heikosti kantavilla maapohjilla, lisäksi niiden pitkä suunniteltu käyttöikä alentaa myös rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälkeä.

**Teräsbetonipaaluille on nyt käytettävissä uusi vähähiilisyysluokitus, jonka tavoitteena on tukea rakennushankkeiden ohjaamista vähähiilisempään suuntaan. Uusi teräsbetonipaalujen vähähiilisyysluokitus tarjoaa rakennushankkeille helpon ja luotettavan tavan ohjata paalutusta vähäpäästöisempään suuntaan jo suunnittelun alkuvaiheessa – ilman perehtymistä elinkaarilaskennan yksityiskohtiin. Luokituksen avulla paalujen betonin päästövaihtokutuksia voidaan vertailla ja asettaa päästötavoitteita jo hankkeen alkuvaiheessa selkeällä ja yhtenäisellä tavalla.**

### Vähähiilisyysluokitus tukee ohjausta jo hankkeen alkuvaiheessa

Betonipaalujen päästöistä pääosa, noin 80 % syntyy paalun betonista. Tästä syystä luokituksen perusajatus on yksinkertainen: se tarjoaa yhteisen ja ymmärrettävän tavan tarkastella paalujen betonin ilmastovaikutuksia. Luokitusta voidaan hyödyntää esimerkiksi suunnitteluratkaisujen ja tuotevaihtoehtojen vertailussa sekä hankintavaatimusten määrittelyssä jo hankkeen alkuvaiheessa. Näin hanketta voidaan ohjata vähäpäästöisempiin ratkaisuihin jo ennen lopullisia toimittajavalintoja.

RT-Betonipaalut ovat kilpailukykyinen perusratkaisu ja vähähiilisyysluokituksen avulla myös näiden tuotteiden päästöjä pystytään helposti ohjaamaan edelleen alempaan suuntaan. Luokitus tekee päästötason selkeäksi ja auttaa asettamaan tavoitetason hankkeelle jo varhaisessa vaiheessa.

### Mitä GWP tarkoittaa paalujen yhteydessä?

Vähähiilisyysluokitus perustuu GWP-arvoon, joka kuvaa tuotteen sisältämän betonin valmistuksen ilmastovaikutusta.

Teräsbetonipaalujen vähähiilisyysluokituksessa tarkastellaan betonin elinkaaren alkuvaiheen päästöjä vaiheissa A1–A3: raakaaineiden tuotanto, kuljetukset tehtaalle ja paalun val-

mistus. Luokitus ei kata paalujen kuljetusta työmaalle, asennusta, käyttöä eikä purkua.

### Miten vähähiilisyysluokat muodostuvat?

Luokituksessa paalun betonin päästöjä verrataan tavanomaisten betonisten vakiopaalujen betonin keskimääräiseen hiilidioksidipäästötasoon Betoniyhdistyksen vähähiilisyysluokituksen yleisenä vertailuvuonna (2021). Kyseessä on suhteellinen vertailu, joka kertoo, kuinka paljon valittuun vähähiilisyysluokkaan kuuluvan paalun betonin päästöt poikkeavat tästä vertailutasosta.

Esimerkiksi vähähiilisyysluokka GWP.85 tarkoittaa, että paalun betonin valmistuksen hiilidioksidipäästöt ovat enintään 85 prosenttia paalutyypin keskimääräisestä päästötasosta. Tämän ansiosta hankkeessa voidaan asettaa tavoite, kuten "vähähiilisyysluokka GWP.85 ilman yksityiskohtaista perehtymistä laskentamenetelmiin.

Vähähiilisyysluokituksen luotettavuus perustuu valvottuun ja yhdenmukaiseen menettelyyn. Ulkopuolinen sertifiointilaitos varmistaa, että RT-Betonipaaluissa käytettävät betonin valmistusreseptit vastaavat ilmoitettuja vähähiilisyysluokkia ja että päästötiedot ovat vertailukelpoisia eri hankkeissa.



1

## Mitä paalujen GWP ja A-C-moduulit tarkoittavat?

Paalujen kohdalla GWP (Global Warming Potential, ilmaston lämpenemispotentiaali) ilmaisee, kuinka paljon hiilidioksidiekvivalenteja kasvihuonekaasuja syntyy paalun valmistuksesta yhtä paalumetriä kohden. Arvo ilmoitetaan yksikössä kg CO<sub>2</sub>e / paalumetri.

Rakennustuotteiden päästöt jaetaan elinkaaren vaiheisiin eli **A-D-moduuleihin**:

- **A-moduulit (A1–A3): tuotteen valmistus**

raaka-aineet, kuljetukset tehtaalle ja valmistus

→ RT-Betonipaalujen vähähiilisyysluokitus perustuu näihin vaiheisiin.

- **B-moduulit: käyttö**

käyttö, huolto ja mahdolliset korjaukset rakennuksen elinkaaren aikana.

- **C-moduulit: elinkaaren loppu**

purku, jätteenkäsittely ja loppusijoitus.

- **D-moduulit: elinkaaren ulkopuoliset hyödyt**

esimerkiksi teräksen kierrätyksestä saatava laskennallinen hyöty. Moduuli D raportoidaan yleensä erillisenä, eikä sitä pidä sekoittaa suoraan A-C-vaiheiden päästöihin.

Ilmastaselvitys on rakennuksen päästölaskelma, joka kertoo, paljonko rakennus aiheuttaa ilmastoa lämmittäviä päästöjä koko elinkaarensa aikana. Suomessa sitä on vaadittu vuoden 2026 alusta useimmilta uusilta rakennuksilta. Vähähiilisyysluokitus ja ilmastaselvitys palvelevat eri tarkoituksia: luokitus koskee ainoastaan paalun sisältämää betonia ja tukee hankkeen päästövähennysten ohjausta ja vertailua, kun taas ilmastaselvityksessä käytetään **koko** paalutuotteen hiilidioksidipäästöarvoja osana rakennuksen virallista hiilijalanjälkilaskentaa.

1 Perustusten hiilidioksidipäästöjä pienennetään vähähiilisten RT-Betonipaalujen ja vähäisen paaluhukan avulla.



2

### Teräsbetonipaalujen oma vähähiilisyysluokitus

Betoniyhdistyksen vähähiilisyysluokituksen periaatetta sovelletaan myös teräsbetonipaaluihin. Luokitus koskee nimenomaan paalun betonia ja sen valmistuksesta syntyviä päästöjä elinkaaren vaiheissa A1–A3.

Luokituksen ulkopuolelle jäävät raudotukset ja muut teräsosat sekä kuljetukset työmaalle ja paalujen asennus. Rajaus on hyvä pitää mielessä: vähähiilisyysluokitus ei kuvaa koko paalutuotteen hiilijalanjälkeä, vaan toimii betonin osalta suunnittelua ja hankintaa ohjaavana vertailuvälineenä.

Tällä hetkellä teräsbetonipaalujen vähähiilisyysluokitus kattaa luokat REF (= paalutyyppin päästöjen keskiarvotaso vertailuvuonna), GWP:85 ja GWP:70. Tätä vaativampia luokkia tullaan luokitukseen lisäämään tulevaisuudessa, mutta tällä hetkellä niitä ei voi käyttää.

### Saatavuus ja vaikutukset paalutusprosessiin

Vähähiilisyysluokkien saatavuus vaihtelee valmistajittain ja alueellisesti, joten se on syytä varmistaa hyvissä ajoin jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Näin voidaan huomioida mahdolliset vaikutukset paalutusprosessiin, aikatauluihin ja logistiikkaan ennen työmaan käynnistymistä.

### Paalutuksen rooli rakennuksen kokonaispäästöissä

Paalut muodostavat osan rakennuksen kokonaispäästöistä ja suurissa hankkeissa

2 Nykyään on tarjolla myös sähkötoimisia paalutus-koneita paalutustyön CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämiseksi.

## Teräsbetonipaalujen vähähiilisyysluokat

Teräsbetonipaalujen vähähiilisyysluokat kuvaavat, miten betonin valmistuksen hiilidioksidipäästöt vaihtelevat eri paalutyypeissä. Oheinen taulukko esittää tyyppisiä GWP-arvoja (kg CO<sub>2</sub>e / betoni-m<sup>3</sup>) teräsbetonipaalujen betonille betoni-m<sup>3</sup>:ä kohti eri vähähiilisyysluokissa.

Vähähiilisyysluokkien avulla eri teräsbetonipaaluja voidaan vertailla yhdenmukaisella tavalla ja ohjata valintoja hankkeen tavoitteiden mukaisesti jo suunnitteluvaiheessa.

Lisätietoa teräsbetonipaalujen vähähiilisyysluokista ja yleistä tietoa eri vähähiilisyysluokkien saatavuudesta löytyy osoitteesta: <https://vahahiilinenbetoni.fi>

**Taulukko 1** Teräsbetonipaalujen BY-Vähähiilisyysluokituksen paalutyyppit sekä luokkien raja-arvot. Arvot ovat GWP-total-arvoja sisältäen moduulit A1...A3 (yksikkö kg CO<sub>2</sub>e / betoni-m<sup>3</sup>).

| PAALUTYYPPI  | GWP.REF | GWP.85 | GWP.70 |
|--|---------|--------|--------|
| C40/50<br>Paalutyyppi RTB                            | 340     | 290    | 240    |
| C45/55<br>Paalutyyppi RTC                            | 360     | 305    | 255    |
| C40/50<br>Paalutyyppi RTB-SR<br>(sulfaatinkestävyys) | 350     | 300    | 245    |
| C45/55<br>Paalutyyppi RTC-SR<br>(sulfaatinkestävyys) | 370     | 315    | 260    |



70 miljoonaa testiä vuodessa vastuullisesti, laadukkaasti ja turvallisesti, RT-Betonipaalu®

niiden merkitys voi kasvaa huomattavaksi. Itse paalujen valmistuksen ja kuljetuksen aiheuttamien päästöjen lisäksi virheellisistä paalupituuksien ennakoarvioista syntyvät paalukannot tai muusta syystä aiheutuva paaluhukka kasvattavat paaluperustusten päästöjä ja samalla kustannuksia.

Hyvin suunniteltu ja johdettu paalutusprosessi ja eri osapuolten hyvä yhteistyö ja tiedonvaihto onkin sekä ilmastoteko että taloudellisesti järkevä ratkaisu.

#### Ilmastoselvitys ja uudet vaatimukset 1.1.2026 alkaen

Vuoden 2026 alusta useimmissa uudisrakennushankkeissa edellytetään rakennuksen käyttöönototarkastuksen yhteydessä esitettäväksi rakennuksen ilmastoselvitys ja rakennustuoteluettelo. Vaikka perustuksia ja paaluja ei tällä hetkellä lasketa mukaan rakennuksen sallittuihin päästörajoihin, ne on silti raportoitava osana ilmastoselvitystä.

Vähähiilisyyssuokitus ja ilmastoselvitys palvelevat periaatteessa eri tarkoituksia: luokitus tukee hankkeen alkuvaiheen ohjausta ja vertailuja, kun taas ilmastoselvityksen tai yleensäkin rakennushankkeen päästölaskelmissa käytetään koko paalutuotteen GWP-arvoja, joiden yksikkö on kg CO<sub>2</sub>e.

RT-Betonipaalujen vakiotuotteille on laadittu varmennettu standardin SFS-EN 15804 mukainen ympäristöseloste (LCA), jossa on esitetty normaalien RT-Betonipaalujen GWP-arvot. Näitä voi hyödyntää ympäristöselvityksen laskelmissa, sillä ne sisältävät paalun päästöt, sisältäen paalun raaka-aineiden ja teräsosien, näiden kuljetusten sekä paalun valmistuksen CO<sub>2</sub>-päästöt. Tämä elinkaariarvio löytyy [betoni.com-sivustolta kohdasta Betoni ja ympäristö](#) → [Ympäristöselosteet](#) → [Paalut](#).

Betoniteollisuus ry:n ympäristöselosteen mukaiset yleiset RT-Betonipaalujen vakiotuotteiden CO<sub>2</sub>-päästöarvot GWP-total ovat:

- RTB-250-16: GWP = 26,3 kg CO<sub>2</sub>e / paalu-jm
- RTB-300-16: GWP = 36,6 kg CO<sub>2</sub>e / paalu-jm
- RTC-350-16: GWP = 52,1 kg CO<sub>2</sub>e / paalu-jm

Esimerkkejä muiden paalutyyppien yleisistä CO<sub>2</sub>-päästötasoista, jotka vaihtelevat eri paalutyypeilläkin tapauskohtaisesti jonkin verran:

- Paalu RTC-300-16: GWP = 39-41 kg CO<sub>2</sub>e / paalu-jm
- Paalu RTB-300-16-SR: GWP = 37 kg CO<sub>2</sub>e / paalu-jm
- Paalu RTB-300-16-E: GWP = 41-43 kg CO<sub>2</sub>e / paalu-jm

Paaluvalmistajilta on saatavissa tarkempia tietoja eri paalutuotteiden sekä vähähiilisten teräsbetonipaalujen hiilidioksidipäästöistä.

#### Yhteenveto

Teräsbetonipaalujen vähähiilisyyssuokitus tarjoaa helpon, selkeän ja luotettavan keinon ohjata paalutusta vähähiilisempään suuntaan jo rakennusprojektin suunnitteluvaiheessa. Se tukee valintoja ja päätöksentekoa, vaikka tuotetoimittajia ei olisikaan vielä valittu.

Rakennushankkeen lopussa laadittavaan ilmastoselvitykseen liittyvissä laskelmissa puolestaan tarvitaan tarkempia koko paalua koskevia GWP-päästötietoja, joita löytyy yleisinä [betoni.com-sivustolta](#) ja tuotekohtaisina tarkempina arvoina paaluvalmistajilta.

Kun oikeita tietoja käytetään oikeissa yhteyksissä ja paalutusprosessi suunnitellaan huolellisesti yhteistyössä kaikkien osapuolten kesken, voidaan vähentää sekä hiilidioksidipäästöjä että kustannuksia ja parantaa samalla paalutustyön sujuvuutta ja laatua koko hankkeessa. •

## Sujuva paalutusprosessi vähentää päästöjä

Paalutuksen ympäristövaikutuksiin ei vaikuta vain valittu vähähiilisyyssuokka, vaan myös se, kuinka sujuvasti paalutusprosessi kokonaisuudessaan toimii. Hyvä yhteistyö tilaajan, suunnittelijoiden, paaluvalmistajan ja paalutusurakoitsijan välillä vähentää paaluhukkaa, materiaalinkulutusta ja ylimääräisiä työvaiheita – ja samalla myös hiilidioksidipäästöjä.

Sujuva paalutusprosessi opas kokoaa käytännön vinkkejä siihen, miten paalutusprosessin eri osapuolten yhteistyötä voidaan parantaa ja toistensa tarpeet ottaa paremmin huomioon.

Opas on ladattavissa maksutta [betoni.com-sivustolta](#) kohdasta [Ohjeita ja julkaisuja](#) → [Paalut](#).

## Paaluseminaari 17.9.2026 Tampereella

Mikäli et ole saanut kutsua, lähetä viesti ja kontaktitietosi osoitteeseen: [ari.mantila@rt.fi](mailto:ari.mantila@rt.fi).

# Ettringiitti ja ohuthietutkimus

## Hannu Pyy

tekn.lis., senior adviser  
AFRY Finland Oy  
hannu.pyy@afry.com

Jokainen, joka on lukenut betonirakenteiden kuntotutkimusraportteja, on törmännyt sanaan ettringiitti ja törmääminen on useimmiten ollut negatiivista, sillä ettringiitti on useimmiten liitetty betonin vaurioitumiseen tai riskiin vaurioitua. Totuus ettringiitistä ja sen merkityksestä ja esiintymisestä betonissa ei kuitenkaan ole näin synkkä, vaan ettringiitillä on oma tärkeä osansa sementin reaktioissa.

## Jotta voi ymmärtää ettringiittiä pitää ymmärtää sementti ja sen reaktiot

Portlandsementti koostuu klinkkeristä, jonka komponentit ovat silikaattifaasit aliitti (C3S) ja beliitti (C2S) sekä trikalsiumaluminaatti (C3A) ja ferriitti (C4AF).

Kun klinkkeri jauhetaan hienoksi, siihen lisätään kalsiumsulfaattia (kipsiä) sitoutumisajan säätämiseksi ja seosaineita haluttujen ominaisuuksien aikaansaamiseksi. Näin onkin koossa kaikki, mitä tarvitaan ettringiitin muodostumiseen.

Betonia valmistettaessa sementin C3A reagoisi nopeasti veden kanssa muodostaen aluminaattihydraatteja, mikä johtaisi massan nopeaan sitoutumiseen (jäykistymiseen), ellei sementtiin olisi lisätty kipsiä, jolloin alkuvaiheessa hydratoituvan C3A:n osuus on merkittävästi pienempi ja betoni pysyy työstettävänä tarvittavan ajan.

Kalsiumsulfaatin ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ja C3A:n ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) välisessä reaktiossa muodostuu ettringiittiä:  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Plastisessa muodossa olevassa sementtipastassa ettringiitin muodostumisella ei ole merkitystä kovettuneen betonin ominaisuuksiin, kaikki

Ettringiitti on sementin varhainen hydrataatiotuote, jota syntyy ja jota on aina kaikissa portlandsementtiseosaineisissa betoneissa. Tämä tuntuu unohtuvan liian usein ohuthietutkijoilta. Myöskään sitä ei aina tiedosteta, että ettringiitin syntyvaihetta ei ohuthietutkimuksella voi määrittää: taustalla voi myös olla esimerkiksi sulfaatti- tai sulfidikorrosio.

kiteytymät "mahtuvat" plastiseen matriisiin. Toisin sanoen tässä vaiheessa syntyvä primääri ettringiitti on varhainen hydrataatiotuote, jota syntyy ja jota on aina kaikissa portlandsementtiseosaineisissa betoneissa.

Kovettuneessa betonissa oleva primääri ettringiitti on raekooltaan niin pientä, että sitä ei ohuthietutkimuksella voi sementtikiven (sementtipastan) sisältä nähdä. Havaitseminen ja toteaminen vaatii elektronimikroskooppitutkimusta (SEM) tai esim. röntgenanalyysiä (XRD). Yleensä tiivistys- ja suojahuokosissa olevat ettringiittikiteytymät ovat sementtikivestä liuennutta ja uudelleenkiteytyntä alkuvaiheen primääriä ettringiittiä.

## Julkisivun kuntotutkimus esimerkkinä

Hyvänä käytännön esimerkkinä toimii eräs julkisivun kuntotutkimus, jossa tehtiin sekä ohuthietutkimuksia, että XRD-analyysjä ettringiitin kartoittamiseksi. Ohuthietutkimuksissa ettringiittiä todettiin julkisivubetonin ilma- ja suojahuokosissa runsaasti etelä- ja länsijulkisivuilla, kun sen sijaan pohjois- ja itäjulkisivuilla ettringiittiä ei huokosissa ollut lainkaan. Hätäinen johtopäätös olisi ollut, että kohteessa on käynnissä "vakava ettringiittireaktio", perustuen kiteytymiin huokosissa.

Itse asiassa kyseessä oli tavanomainen sääräsituksen aiheuttama kastumisesta ja kuivumisesta johtuva pumppausliike, jonka seurauksena ettringiittiä kulkeutuu sementtikiven sisältä huokosiin. XRD-analyysi osoitti, että betonin ettringiittipitoisuus on tavanomainen ja yhtä suuri kaikilla julkisivuilla.

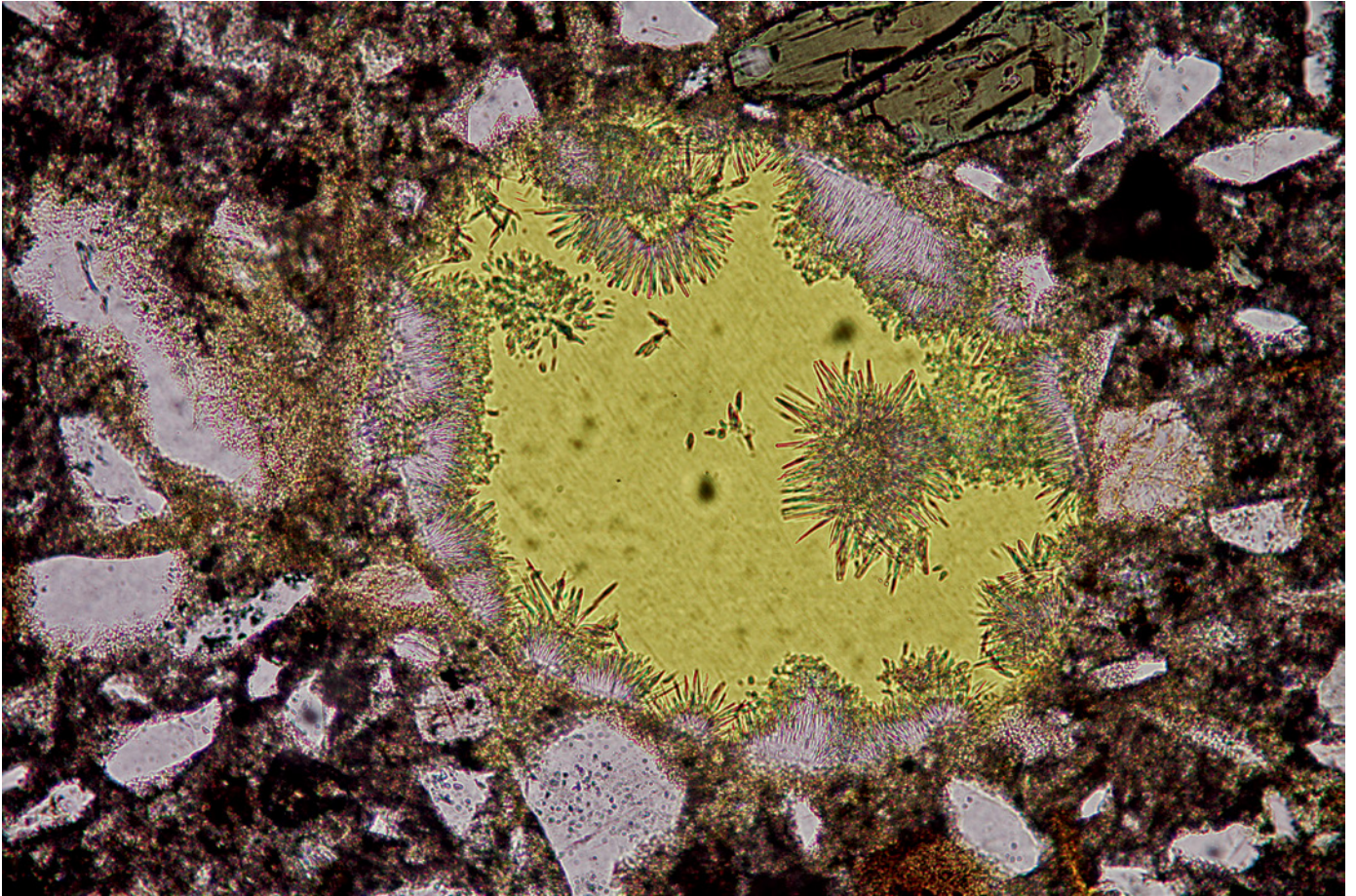
## AFRY - Corner

Betoni -lehden uusi asiantuntijapalsta on toteutettu yhteistyössä AFRYn kanssa.

AFRY-Corner lanseerattiin Betoni-lehden 1-26 numerossa. Palaute on ollut positiivista, eli palsta jatkokoon. Lupailin 1. numerossa palata yhteen lempiaiheistani, eli kuntotutkimuksiin. Betoni-lehdessä fokus on tietenkin betonirakenteiden kuntotutkimuksissa, joita on perinteisesti tehty eniten ulkobetonirakenteisiin. Tutkimuskausi on päässyt jälleen lumien sulettua vauhtiin, joten ajankohtaisessa aiheessa ollaan jälleen tulipalopakkasten ja tulipalovahinkojen jälkeen.

Suomen sääolosuhteissa maassa, vedessä ja ilmassa olevat betonirakenteet ovat monitahoisesti kovilla ja ilmastomuutoksen myötä tilanteen oletetaan vain pahentuvan.

Kylmiä rakenteita löytyy mm. silloista ja muista Väyläviraston rakenteista sekä vesihuollon rakenteista, kuten vesitorneista ja



1 Omamuotoisia neulasmaisia ettringiittikiteitä betonin ilmahuokosessa.

muista säiliöistä. Väyläviraston toiminta on monella tapaa järjestelmällisyyden perikuva, mutta vesihuollon puolella tilanne saattaa olla lähes päinvastainen. Paljon on 1960-luvulta originaalikkunnossa olevia rakenteita, joita ei ole koskaan tutkittu. Ei liene yllätys, että huonokuntoisia rakenteita löytyy usein.

Osaavilla kuntotutkimuksilla voidaan ohjata toimintaa paljon, koska toimijoita on äärellinen määrä. Vesirakenteiden tutkimuksen sisällä tieto kulkee kiitettävästi, eikä tutkimuksiin kelpuuteta ketä tahansa toimijaa.

Talopuolella tilanne on heikompi, vaikka Betoniyhdistyksellä on pitkään ollut selkeät tutkijan ja tilaajan ohjeet mm. julkisivujen kuntotutkimuksista. Lisäksi FISE on pitkään pitänyt rekisteriä kuntotutkijoista.

Esimerkiksi taloyhtiöt eivät välttämättä tunnu tietävän tai välittävän kuntotutkimusohjeista ja -pätevyyksistä. Tosin niistä tutkimuskilpailutusten hintavertailujen perusteella laistaa osa tutkimusyryyksistäkin. Julkisivuremonteissa puhutaan usein sadoista tuhansista euroista, ja vaarana on, että puutteellisin tiedoin tehty remontti epäonnistuu ja rahaa palaa lisää korjausten korjaamiseen ja pahimmassa tapauksessa vielä riitelyynkin.

Tällaisten tilanteiden taustalla on usein puutteelliset ja jopa virheelliset kuntotutki-

mukset. Ensin säästetään tutkimusten teettämässä, jolloin moni vaurioasia saattaa jäädä huomaamatta. Puutteellinen tutkimusraportti voi johtaa ylikorjaamiseen, jos suunnittelija ylivarovaisuudessaan suunnittelee kaikki uusiksi, vaikka ei olisi tarpeen. Liikakustannusten lisäksi turhia ja vääriä korjauksia tulisi välttää jo luonnonvarojen säästämiseksi. Turha materiaalin käyttö tai uusiminen ei täytä kestävän kiertotalouden kriteereitä.

Edellä kirjoittamalla yritän kannustaa järkevään toimintaan. Osaamista niin kuntotutkimus- kuin laboratoriopuolelta Suomesta löytyy, kunhan ei säästetä väärässä paikassa. Perinteisten kuntotutkimusten lisäksi tutkimista tarvitaan entistä enemmän, kun kiertotaloustoimet lisääntyvät. Eikä tule myöskään unohtaa haastavia sisätilarakenteita, kuten uimahalleja tai teollisuuskohteita, joiden sisältötilarakenteiden kuntotutkiminen ei ole samoin säärajoitteista kuin ulkobetonirakenteiden. Laadukasta ja osaavaa tutkimista tarvitaan laajalti!

Tässä lehdessä laatimamme ammatillisen artikkelin kirjoittajana on betonitutkimusten kehittäjä ja konkari *Hannu Pyy*. Hän on pitkään tutkinut betonia lukuisissa vaativissa hankkeissa niin paikan päällä kuin mikroskoopin objektiivin läpi laboratorioissa. Hannu aloitti ohutietutkimukset Suomessa jo 1980-luvulla.

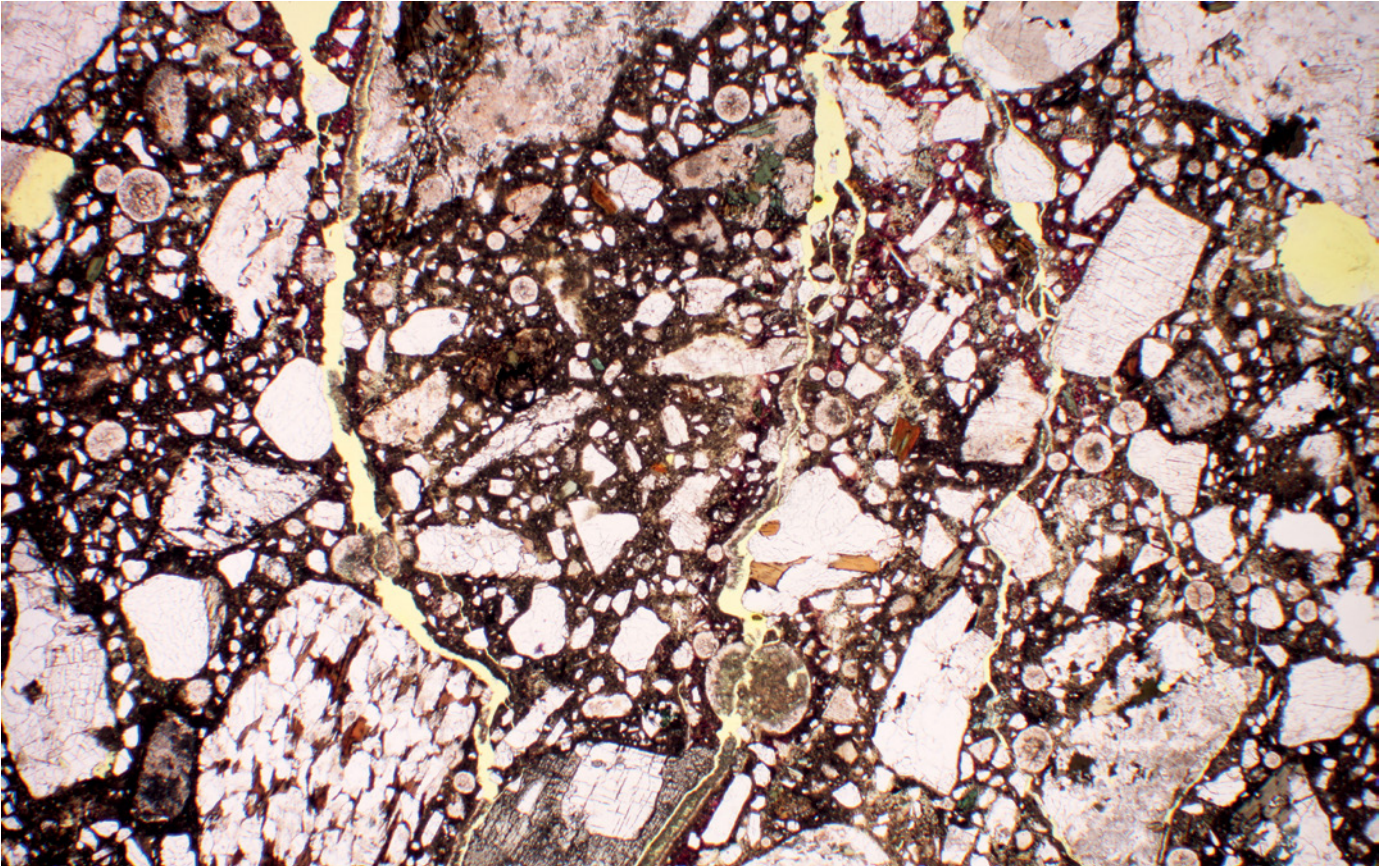
Oheisessa artikkelissa Hannu kirjoittaa kuntotutkimuksissa tehdyistä ettringiittihaannoista ja miten kyseisiä löydöksiä tulisi tulkita. Pelkkä havainto ei ole lopputulema, vaan osaamista ja ilmiöiden ymmärtämistä tarvitaan, jotta tiedetään miten tulee toimia, jos on tarvetta. Vaurioitumisen ja sen merkityksen arvioimiseksi täytyy vauriomekanismien lisäksi tuntea rakenteiden toiminta, rakennusajankohdan valmistusmenetelmät ja käytetyt materiaalit sekä vuosikymmenten aikana mahdollisesti tehdyt ja käytetyt korjaustavat. Laboratoriotutkimusten tulkinta ja yhdistäminen kokonaisuuteen on tärkeä osa tutkimisessa, koska kuntotutkimuksissa ei voida soveltaa yksiselitteisesti raja-arvona jotain tuloksena saatua lukua tai lukemaa, kuten esimerkiksi asbestitutkimuksessa (on/ei).

Kesää odotellen – uutta tietoa betonista ja lukuelämyksiä toivottaen.



**Sami Niemi**

Kehityspäällikkö  
AFRY Finland Oy  
Rakennusfysiikka ja erikoisiasiantuntijapalvelut  
sami.niemi@afry.com



2

### Muutakin, kuin primääriä ettringiittiä

Tämän "tavanomaisen" ettringiitin lisäksi betonissa voi esiintyä ns. myöhäisen ettringiittireaktion synnyttämää ettringiittiä (engl. delayed ettringite formation, DEF). Ilmiön syynä on yleensä liian voimakas lämpökäsittely elementtitehtaalla tai paikallavalun liian korkeaksi noussut lämpötila betonin kovettumisvaiheen aikana. Näissä tapauksissa sementin reaktio häiriintyy ja se johtaa myöhempään ettringiittireaktioon. Ilmiö vaatii, että betonin lämpötila on yli 60...70 °C esimerkiksi lämpökäsittelyn tai hydrataation seurauksena. Alle tämän lämpötilan ei ilmiötä tapahdu.

Voimakkaita lämpökäsittelyjä oli erityisesti 1970-luvulla elementtien valmistuksessa. Nykyisin riski on lähinnä massiivivaluissa. Kiteytyneen ettringiitin tilavuuden kasvu voi olla 130–140 % lähtöaineiden tilavuuteen verrattuna ja se voi aiheuttaa paisuntaa, halkeilua ja lujuuden heikkenemistä. Lisäksi huokosiin kiteytyvä ettringiitti voi muuttaa (heikentää) suojahuokostetun betonin pakkasenkestävyyttä.

Sitä, onko huokosten ja halkeamien ettringiittikiteytymissä kyseessä myöhäisessä ettringiittireaktiossa syntynyt kiteytymä vai kosteusrasitetusta betonista liennut ja uudelleen kiteytynyt hydrataation alussa syntynyt primääri ettringiitti, ei voi ratkaista ohuthietutkimuksella, vaan se edellyttää muita tutkimuksia ja rakenteessa olevan betonin historiaseelvitystä.

### Sulfaatti- ja sulfidikorrosio

Betoniin tunkeutuneet sulfaattit reagoivat sementin reaktiossa syntyneen portlandiitin ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) kanssa, muodostaen kipsiä. Sulfaatti-ionit jatkavat reagointia muodostuneen kipsin ja kalsiumalumiinaattihydraatien, monosulfaatin tai hydratoitumattoman C3A:n kanssa muodostaen ettringiittiä. Reaktiossa muodostuneen ettringiitin tilavuus on merkittävästi suurempi verrattuna reaktion lähtöaineisiin ja seuraukset voivat olla samankaltaisia kuin myöhäisessä ettringiittireaktiossa aiheuttaen betonin vaurioitumista paisumisen ja lujuuden menetyksen kautta.

Korroosioriski riippuu lukuisista betonin koostumus- ja tiiveysominaisuuksista sekä sulfaattityypistä ja sulfaattirasituksen muodoista.

Sulfidimineraalit voivat hapen ja betonin alkalisten huokosliuosten vaikutuksesta hapettua rautahydroksidiksi ja sulfaateiksi. Reaktioketjussa syntyy alkali- ja kalsiumsulfaatteja (ettringiittiä) sekä rautahydroksidia. Rautahydroksidi puolestaan voi aiheuttaa ruostevalumia betonin pintaan. Standardi *SFS-EN 12620 +A1 Betonikiviainekset* rajoittaa kokonaisrikin määrää kiviaineksessa.

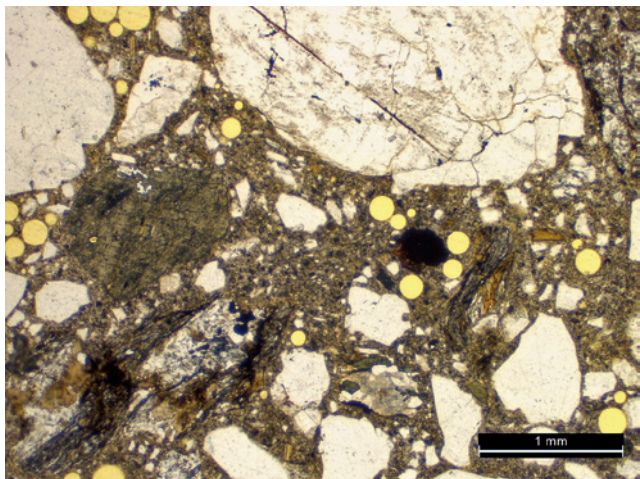
Reaktiot muistuttavat alkali-kivianesreaktiota siinä, että mekanismit ovat käytännössä monimutkaisia, samoin kuin reaktioon vaadittavat olosuhteet ja pitoisuudet

### Ohuthietutkimustulosten ymmärtäminen ja sudenkuopat

Koska ohuthietutkimus on kvalitatiivinen analyysimenetelmä edellyttää se tutkijalta hyvää perehtyneisyyttä ja paitsi oman tutkimusalan, niin myös betoniteknikan tuntemusta siten, että ymmärtää ohuthietulosten merkityksen laajemmassa kontekstissa ja sitä, että puhuvatko ohuthietutkija, kuntotutkija ja korjaussuunnittelija samaa kieltä ja ymmärtävätkö he toisiaan – eivät välttämättä. Syntyy mahdollisesti "rikkinäinen puhelin", jossa analyysitulokset ketjussa muuttuvat.

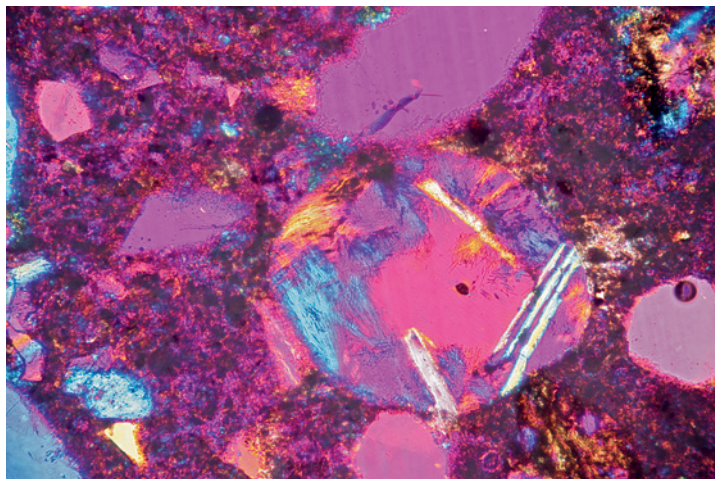
Ohuthietutkija tekee kvalitatiivista analyysiä, jonka tuloksena ei saada tiettyä lukuarvoa kuvaamaan analyysitulosta, vaan tutkija määrittää ettringiitin määrän sanallisesti esimerkiksi raportoimalla, että: ettringiittiä ei ole / on vähän / on paljon / lähes kaikki huokokset ovat täynnä, tai että halkeamat ja huokokset ovat monin paikoin täynnä ettringiittiä, jne. Tai vielä täydentämällä, että betonissa on käynnissä ettringiittireaktio. Näistä viimeiseen tutkijalla tuskin edes on perusteita esittää, ellei mahdollisuutta ole myös muilla keinoin kartoitettu.

Kuntotutkija tekee omat johtopäätöksensä ettringiitin merkityksen osalta ohuthieraportin pohjalta. Jotta asia tulisi varmistettua ja ettringiitin merkitys huomioitua, kuntotutkija voi vielä hieman korostaa asiaa ja ohuthieraportista löytyä lause: "huokosissa on jonkin verran ettringiittiä ja osa pienimmistä huo-



3

2 Runsaasti ja tasaisesti suojahuokostettua betonia, jossa kuvan alalla on 42 suojahuokosta, joista 41 on täynnä ettringiittiä ja sen vuoksi erottuvat vain huokosen pyöreän muodon perusteella. Kuvan oikeassa yläkulmassa on yksi keltaisena näkyvä huokonen, jossa ei ole ettringiittiä. Betonissa on voimakas pakkasvaurio. Kuvassa näkyy kolme pystysuuntaista murtoviiva, jotka ovat pakkashalkeamia.



4

3 Suojahuokostettua betonia, jossa ettringiittiä on normaalisti, mutta se ei ole uudelleen kiteytynyt huokosiin, vaan on sementtipastassa.

4 Ettringiittiä ja portlandiittiä kiteytyneenä kosteusrasitetun betonin ilmahuokoseen.

5 Ohuthie on betonista valmistettu noin 0,025 mm paksu lasilevyllä liimattu leike, jonka päälle on vielä liimattu ohut peitinlasi suojaamaan näytettä. Ohuthienäytteet tutkitaan polarisaatio- ja fluoresenssimikroskoopilla.



5

kosista on täynnä ettringiittiä” muuttuu kuntotutkimusraportin yhteenvedossa muotoon: ”huokosiin on kiteytynyt laajalti ettringiittiä ja betonissa on käynnissä ettringiittireaktio”. Näin kuntotutkija voi olla ”varmalla puolella” ettringiitin merkityksestä. Ja viimein korjaussuunnittelija saattaa pohtia kannattaako koko rakennetta enää korjata, koska siellä on vakava ettringiittivaurio!

Edellä kuvattua keskinäisen ymmärryksen ongelmaa ja kokonaisuuden ymmärtämistä kuvaa esimerkki julkisivututkimuksesta, jossa lähtökohtana oli julkisivupinnassa todettu verkkohalkeilu. Kohteeseen tehtiin kuntotutkimus ja osana sitä ohuthietutkimus. Ohuthieraportissa todettiin, että ”huokostäyhteitä esiintyy kohtalaisen yleisesti, mutta pääosin vähän. Pienimmät huokokset ovat kuitenkin paikoitellen jo täyttyneet kokonaan, mikä todennäköisesti heikentää pakkasenkestävyyttä. Kokonaisuutena arvioituna tutkituissa näytteissä ei ole havaittavissa erityisen merkittäviä betonin laatu puutteita”. Kohteen tutkimuksista kirjoitetussa lausunnossa asia oli muuttunut muotoon: ”raportin perusteella on syytä epäillä, että betonia on lämmitetty liikaa valmistusprosessin aikana, josta osoituksena havaitut ettringiittitäyttyneet huokosissa.”

Lausunto siis viittasi myöhäiseen ettringiittireaktioon ilman muuta perustetta, kuin että betonin huokosissa on ettringiittiä, jota siis luonnostaan on kaikissa portlandsementti-

betoneissa.

Kohteeseen tehtiin täydentävä kuntotutkimus ohuthieanalyysineen ja niiden pohjalta voitiin todeta, että julkisivupinnan verkkohalkeilu johtuu betonin suuresta sementti- / sementtipastamäärästä (sementtiä yli 500 kg/m<sup>3</sup>) ja kuivumisen synnyttämästä verkkohalkeilusta. Ettringiittiä todettiin pieniä määriä huokosissa. Voimakkaasta lämpökäsittelystä ei ollut kyse.

#### Mitä ohuthietutkimuksella sitten voidaan varmuudella päätellä ettringiittihavaintojen pohjalta?

Kiteytymien esiintyminen huokosissa osoittaa betoniin kohdistuneen toistuvan kosteusrasituksen, jonka seurauksena sementtikiven ettringiitti on ainakin osittain liennuttu ja uudelleen kiteytynyt huokosiin. Kiteytymien määrällä huokosissa on myös vaikutus betonin pakkasenkestävyyteen. Jos hyvin huokostetun betonin suojahuokosista suurin osa on täynnä kiteytyneitä, kosteusrasitetussa betonissa kiteytymät voivat usein olla osittain ettringiittiä ja osittain portlandiittiä, on suojahuokosrakenteen muuttunut ja betonin pakkasenkestävyys mahdollisesti heikentynyt.

Sen sijaan vastaus kysymykseen onko ohuthietutkimuksessa havaittu ettringiitti primääriä, myöhäisen ettringiittireaktion seurausta, vai onko taustalla sulfaatti- tai sulfidikorrosio edellyttää myös muita tutkimuksia ja selvityksiä. •

#### Ettringite research in concrete

*Ettringite is an early hydration product of cement that is always present in all Portland cement concretes, and this seems to be too often forgotten by thin-section researchers.*

*So, what can we conclude with certainty from the observations of ettringite in thin-section samples?*

*The presence of crystallizations in the pores indicates repeated moisture stress on the concrete, as a result of which the ettringite of the cement stone has at least partially dissolved and recrystallized in the voids.*

*The amount of crystallization in the voids also influences the frost resistance of concrete. If most of the voids of well air-entrained concrete are full of crystallizations, in moisture-stressed concrete the crystallizations can often be partly ettringite and partly portlandite, the pore structure has changed, and the concrete's frost resistance may have weakened.*

*However, the answer to the question of whether ettringite detected in the thin section study is from early hydration, a result of late ettringite formation (DEF), or whether sulphate or sulfide corrosion is in the background, requires other studies and investigations.*

# Henkilökuvassa Samuli Miettinen

Betoni-lehden henkilögalleriassa on haastateltavana JKMM Arkkitehtien perustajajäsen ja -osakas, arkkitehti SAFA, **Samuli Miettinen** (s. 1967 Nokialla).

Teksti: *Dakota Lavento*, toimittaja

*Samuli Miettinen* antaa haastatteluja ymmärrettävästi varsin tottuneesti, viimeksi Arkkitehtuuri- ja designmuseon suunnittelukilpailun voiton tiimoilta. Kilpailuvoitot tuovat julkisuutta ja niitä toimistolla on kymmenittäin, Arkkitehtuurin Finlandia -palkintojakin jo kaksi ja ehdokkuuksia sitäkin enemmän. Viime vuonna Vuoden Betonijulkisivuna palkittiin toimiston Espoon Otaniemeen suunnittelema Erica Green Chemistry Park. Toinen Finlandia-palkittu kohde Tammelan stadion voitti myös Vuoden Betonirakenne -palkinnon vuonna 2024 ja kolme vuotta aikaisemmin saman palkinnon sai Taideyliopiston Mylly.

Vuoden Betonirakenne -palkintoja on tähän mennessä toimistolle kertynyt jo kuusi.

Kansallismuseon lisärakennuksen betonirakenteiden ja aikanaan valmistuvan Arkkitehtuuri- ja designmuseon voi turvallisin mielin ennustaa liittyvän palkittujen kohteiden joukkoon.

## **Kaunista ja kestävä**

JKMM Arkkitehdit tunnetaan innovatiivista betonirakenteistaan sekä korkealaatuisista ja ympäristöönsä kauniisti istuvista betonijulkisivuistaan. Betonia toimiston suunnittelemissa kohteissa on hyödynnetty monipuolisesti ja teknisesti taitavasti siten, että se palvelee sekä rakenteellisia että esteettisiä tavoitteita.

Samuli Miettinen sanoo, että joustavuudessaan betoni on monella tapaa täysin ylivoimainen materiaali. –Sen avulla on mahdollista luoda illuusio painovoiman voittamisesta. Betonirakenteiden avulla Arkkitehtuuri- ja designmuseokin saadaan ”lentämään”.

Rakennusmateriaalina betonilla on rasitteensa. Vaikka betonista osataan tehdä vähähiilistä, haasteena on valmistaa mahdollisimman vihreää betonia taloudellisesti järkevään hintaan. –Betonia käytetään maailmalla niin valtavan paljon, että jos pystymme muuttamaan sitä kestäväksi, muutamme kestäväksi myös suuren osan rakentamista, hän sanoo.

Kestävät rakennukset ovat mahdollisimman pitkäikäisiä. Jotta ne sitä olisivat, niistä on pidettävä hyvää huolta. Haluamme huolehtia rakennuksista, joita arvostamme ja joita rakastamme. –Arkkitehtuuri on tapa tehdä kestäviä, kauniita ja käytettäviä rakennuksia, luoda inhimillistä ympäristöä, johon identifioidumme ja josta haluamme pitää kiinni, Miettinen kiteyttää.

Arkkitehdit ovat paljon vartijoina.

## **Rajoja rikkoen yhdessä**

Miettinen kertoo olevansa ammatinvalintaansa tyytyväinen, vaikka ala on haastava ja kilpailtu. Ammattiin liittyy toki valtavia suorituspaineita. Julkisuudessa sitkeästi elävä sankariarkkitehtimyytti ei hänen mukaansa ole koskaan vastannut todellisuutta, sillä kukaan ei tee suunnittelutyötä yksin. Myös JKMM Arkkitehteissa on hyvä yhdessä tekemisen kulttuuri.

Yhteistyötä eri suunnittelualojen välillä ja rakentamisessa yleensäkin voitaisiin vahvistaa jo koulutuksen kautta. Koulutuksen keinotehoisia rajoja pitäisi purkaa siten, että arkkitehteja ja insinöörejä opettaisiin opiskelun alussa yhdessä tyyliin, jota Keski-Euroopan polyteknisissä kouluissa harrastetaan. –Ark-

kitehdit ymmärtäisivät paremmin rakentamisen taloutta ja insinöörit arkkitehtuuria ja rakennussuunnittelua. Heillä olisi riittävä yhteinen pohja puhua aidosti keskenään ja ratkaista ongelmia. Siinä voisi olla suomalaisen rakentamisen malli.

Nykyisellään prosessinhallinta on rakentamisessa ylikorostunut. Suunnittelua pitäisi nykyistä enemmän arvostaa keinona päästä lopputulokseen. –Ensin pitää miettiä mitä tehdään. Sen kautta löytyvät keinot toteuttamiseen. Tämä pätee niin suuriin aluerakentamiseen kuin pienempiinkin hankekohtaisiin kysymyksiin.

Miettinen kertoo arvostavansa urakoitsijoiden ammattitaitoa valtavasti. Niin talon rakentaminen kuin sen suunnitteleminen ovat hienoja taitoja. –Molempia tarvitaan, jotta pystymme rakentamaan tätä maata ja ajan edellyttämiä inhimillisiä ympäristöjä.

## **Kulttuuria kaikissa muodoissa**

Samuli Miettinen syntyi helatorstaina esikoksi kotitalousopettajan ja papin perheeseen. Vauva oli myöhässä ja taivaalta satoi lunta. Sitä Samuli ei tietenkään itse muista. Hänen ensimmäiset muistonsa ovat Tampereen Pyynekiltä, jossa isä työskenteli seurakunnan virallisena apulaisena. Pikku-Samuli ihasteli alueen kaunista arkkitehtuuria.

Samuli kävi koulunsa Nokialla, jossa isä työskenteli eläkeikänsä saakka. Koti oli taiteisiin ja kulttuuriin suuntautunut. Isä lauloi oopperan kuorossa ja perheessä harrastettiin muutenkin paljon musiikkia. Isän äidin puo-

1 Samuli Miettinen luonnostelemassa työpöydän ääressä.

lolla oli ollut pelimannejakin. Ei ihme, että Samulin pikkuväljestä tuli muusikko.

Samuli oli pienestä pitäen hyvin visuaalinen ja hänellä oli taipumusta kuvataiteisiin. Arkkitehtuurikin veti häntä puoleensa jo varhain. –Isälläni oli työnsä puolesta arkkitehtikontakteja, sillä hän vastasi teologisena asiantuntijana monien kirkkojen restaurointien ohjauksesta. Tapasin arkkitehteja jo nuorena, joten tiesin suunnilleen, minkälainen ammatti on kyseessä.

Tulevaisuuden ammatti oli Samulille selvä ja hän halusi opiskella sitä nimenomaan Tampereella, Tampereen teknillisessä korkeakoulussa. –Valinta oli onnekas: se oli 1980-luvun puolivälissä kiva taidekoulu omana yksikkönään kaupungin keskustassa. Ilmapiiri oli hyvin vapaa ja kannustava. Me opiskelijat innostuimme arkkitehtuurista ja meitä kannustettiin tekemään paljon arkkitehtuurikilpailuja, hän muistelee.

Samuli ja hänen opiskelukaverinsa tekivät ulkomaanreissuja omalla ajallaan ja hyvin pienillä budjeteilla. Tampereen yliopiston alumnitarinassa hän muistelee erityisen lämpimästi 5,5 viikon matkaa Yhdysvaltoihin. ”Ostimme vanhan auton New Jerseystä ja ajoimme läpi mantereen San Franciscoon ja Meksikoon. Koko reissun budjetti per nappi oli nykyrahassa noin 800 euroa, mikä tuntuu nyt aika uskomattomalta. Katselimme arkkitehtuuria ja haistelimme elämää – imettiin irti kaikki mitä saatiin.”

### Töitä ja oma toimisto

Samuli kuuluu vielä akateemisen vapauden aikana opiskelleisiin arkkitehteihin. Hänen



Vesa Tytti

1

kokonaisopiskeluaijansa oli lähes kymmenen vuotta, josta kaksi kolmasosaa kuului töissä. Töihin pääseminen ja niiden tekeminen ei lähes valmiille arkkitehdille lama-ajan Suomessa ollut suinkaan itsestään selvä asia.

Miettinen hakeutui Helsinkiin, jossa arkkitehtuurin tekemiseen oli silloin paremmat mahdollisuudet. –Ihanteita pääsi toteuttamaan laajemmassa ympäristössä.

Nuori suunnittelija auttoi Paavilaisten toimistossa Pirkkalan kirkon suunnittelussa. Käpy ja *Simo Paavilaisen* suunnittelema moderni kirkko- ja kerhorakennus valmistui vuonna 1994. –Työssä oli koulumatikasta apua!

Vuosikymmenen lopussa Miettinen oli Arkkitehtitoimisto Lahdelma & Mahlamäellä auttamassa Helsingin yliopiston fysiikanlaitoksen

suunnittelussa ja rakentamisessa. Physicum valmistui Kumpulaan vuonna 2001.

Koulu oli tarjonnut arkkitehtiopiskelijoille yhteisöllisen tilan työskennellä työhuonepohjalla. Miettinen ja hänen opiskelukaverinsa jatkoivat yhdessä työskentelyä vuokraamassaan tilassa Helsingissä. –Teimme harjoitustöitä, kilpailuja ja joitain omia toimeksiantojakin.

JKMM Arkkitehdit syntyi 28 vuotta sitten, kun kaveriporukka voitti Turun uuden pääkirjaston suunnittelemisesta järjestetyn arkkitehtikilpailun. Kirjaimet toimiston nimeen otettiin kaverusten sukunimien alkukirjaimista: *Asmo Jaaksi, Teemu Kurkela*, Samuli Miettinen ja *Juha Mäki-Jyllilä*.

Vuosikymmenen lopulla ja uuden vuosikymmenen alussa järjestettiin paljon arkkiteh-



Peter Vuorentinne

**2** Samulit Summanen ja Miettinen paketoimassa Arkkitehtuuri- ja designmuseon pienoismallia kilpailua varten.

tikilpailuja, joita toimisto myös usein voitti. Vähitellen se alkoi saada myös yhä merkittävämpiä suoria toimeksiantoja. –Suurin murros tapahtui ehkä Osuuspankin pääkonttorin kilpailuvoiton jälkeen, Miettinen arvelee.

OP-Vallila valmistui vuonna 2018. Kestävän rakentamisen ratkaisuja hyödyntävä korttelikokonaisuus saavutti LEED-kulta sertifiointitason.

Toimiston suurimpia yksittäisiä suunnittelutoimeksiantoja on ollut Keski-Suomen keskussairaala, Sairaala Nova. Se oli ensimmäinen täysin uusi keskussairaala, joka rakennettiin Suomeen sitten 1970-luvun ja valmistui vuonna 2021. JKMM:n suunnittelukokonaisuuteen kuuluivat arkkitehtuuri, sisustus- ja kalustesuunnittelu sekä opasteet.

Merkittävien kilpailuvoittojen ja toimeksiantojen myötä toimiston vahvuus kasvoi parhaimmillaan sataan henkeen. Nyt vahvuus on noin 70.

### Kokonaisarkkitehtuuria

JKMM Arkkitehdit tunnetaan suunnittelemistaan lukuisista haastavista ja näyttävistä julkisista kohteista, kirjastoista ja museoista, mutta Miettinen painottaa, että toimisto tekee myös merkittävässä määrin oppimis- ja työympäristöjä sekä kaupunki- ja asutusuunnittelua, niin korjaus kuin uudisrakentamista.

JKMM Arkkitehdeille oli alusta pitäen selvää, että toimistossa halutaan suunnitella kokonaisuuksia. Siihen tarvitaan mukaan sisustusarkkitehtiosuudesta. Siksi toimisto kuuluu Suomen suurimpiin sisustusarkkitehtitoimistoihin, joka suunnittelee myös erillisistustuksia.

Viikin puukirkko oli ensimmäinen merkittävä työ, josta Miettinen oli itse vastuussa. –*Päivi Meuronen* tuli ensimmäiseksi sisus-

tusarkkitehdiksemme ja suunnittelimme sitä yhdessä.

JKMM Arkkitehdit haluaa suunnitella kokonaisarkkitehtuuria. –Sisustusarkkitehteja tarvitaan, jotta voimme toteuttaa yhdenmukaisia, integroitua kokonaisuuksia. Julkisten rakennusten suunnittelussa sisustusarkkitehtien työpanoksesta on valtavasti apua.

Toimisto onkin pystynyt suunnittelemaan näin hyvin haastavia työympäristöjä. Työn alla on The Node, Pasilaan rakentuva 130-metrinen toimistotalo, johon sijoittuu myös Elisa Oy:n pääkonttori. Poriin valmistui tammikuussa SKiB-kampus, 1960-luvun tiilikoulun ja 1930-luvun rakennuksen peruskorjaus sekä laajennusrakennus – koulu ja kulttuurikeskus Fiini. Miettinen oli hankkeen pääsuunnittelija, mutta hankkeessa oli valtavasti työosaa isolle tiimille, myös sisustusarkkitehdeille.

### Laatu vaatii aikaa

JKMM Arkkitehdit innostuu haasteista. –Olemme hyviä etsimään ratkaisuja, kun annetaan mahdollisuuksia ja riittävästi aikaa. Lähestymme suunnittelutoimeksiantoja tapauskohtaisesti tilaajan tavoitteiden, paikan hengen ja ihmisten tarpeiden pohjalta. Pyrimme luomaan sosiaalista tilaa ja tuomaan kaupunkiin kulttuuria kaikissa muodoissaan, Miettinen sanoo.

Ongelmaksi muodostuu usein aika, jota ei tunnu suunnittelulle riittävän. Miettisen mukaan kokeneet toimijat osaavat kuitenkin arvostaa riittäviä suunnitteluresursseja.

Miettinen sanoo ymmärtävänsä rakentamisen kaikkia osapuolia. Rakentaminen on vaativa ala ja sen talous vakava asia. Kaikkien hankkeen osapuolten on myös tärkeää ja oikeudenmukaista saada kompensatio hankkeelle tuomastaan lisäarvosta.

– Arkkitehtuuri on äärettömän tärkeä osa rakentamista. Moni asia rakentamisessa edelleen myös kulkee arkkitehdin kautta. Arkkitehtia tarvitaan.

Ajatus jonkinlaisesta kloonattavasta kerrostalosta on Miettisestä suorastaan kummallinen ja todella vanhakantainen, historiassa moneen kertaan toimimattomaksi todettu ajatus.

–Sellainen vakiointi ei ota huomioon inhimillisen ympäristön rakentamiseen liittyvää muunneltavuuden tarvetta. Toteutuessaan se lisää entropiaa rakentamiseen ja tekee lopputuloksesta toimimatonta, jäykkää ja epäinhimillistä.

Taustalla on väärä käsitys suunnittelun kalleudesta, vaikka tosiasia se on halpaa. Käyttäen suunnittelussa älykäästä vakiointia, saavutetaan valtavasti hyötyjä. Älykäs vakiointi on eri asia kuin kloonaus – tyyppi-kerrostalon tekeminen.

Erinomaiset tilaajat ymmärtävät, mistä laatu – suunnittelussa ja rakentamisessa – muodostuu

–Sehän on toki subjektiivinen asia. Monesti koetaan haasteelliseksi, kun laadulle ei ole olemassa kvantitatiivisia mittareita. Niiden kehittämiseen voisi kuitenkin käyttää aikaa.

Miettinen on innokas arkkitehtuurikilpailujen puolestapuhuja. –Meillä on nyt julkisten suomalaisten arkkitehtuurikilpailujen 150. juhlavuosi menossa!

Ensimmäinen oli vuonna 1876 järjestetty Suomen Pankin kilpailu, jonka voitti saksalainen arkkitehti *Ludwig Bohnstedt*.

Miettisen mukaan kilpailujen kautta saavutetaan valtavasti hyötyjä ja niiden kautta syntyneiden kohteiden laatutaso on yleensä korkea.

–Kilpailut kehittävät rakennetun ympäristön yhteisöllisyyttä, identiteettiä, ekonomiaa ja toiminnallisuutta.



Pentti Mervola

Juha Mäki-Jyllilä

3



4

3 Viisivuotias Samuli kirmaa Pyynikin pappilan pihalla maritaivaan alla.

4 –Vuonna 1990 halkaisimme neljään pekkaan Pohjois-Amerikan itä-länsisuunnassa vanhalla V6 Ford Gradanalla. Vasemmalta Asmo Jaaksi, Samuli Miettinen ja Mikko Viljakainen Meksikossa.

5 –Viime vuonna teimme samalla ryhmällä muistelumatkan. Kuvassa Chicagon Arkkitehtuurikeskuksessa edessä pienoismalleja, takana aitoja pilvenpiirtäjiä. Vasemmalta Samuli Miettinen, Juha Mäki-Jyllilä ja Mikko Viljakainen.

6 –Vuonna 2023 toimistomme täytti 25 vuotta ja nostimme maljan Ateenan Akropoliilla. Kuvan ylälaudassa luonnostelen antiikin Panathenaic Stadionia.

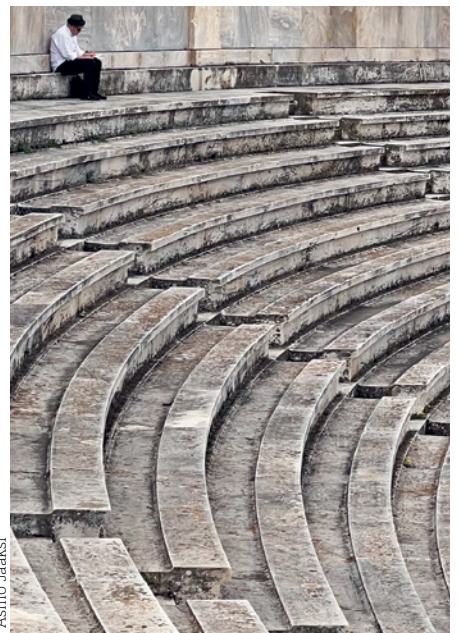
7 –Venetsian Biennalessa vaimoni Marjon kanssa.

8 Samuli Miettinen luentomatalla New Yorkissa nyt hotelliksi muutetun, alunperin arkkitehti Eero Saarisen suunnitteleman TWA terminaalin matkustajatunnelin suulla.



Asmo Jaaksi

5



Asmo Jaaksi

6



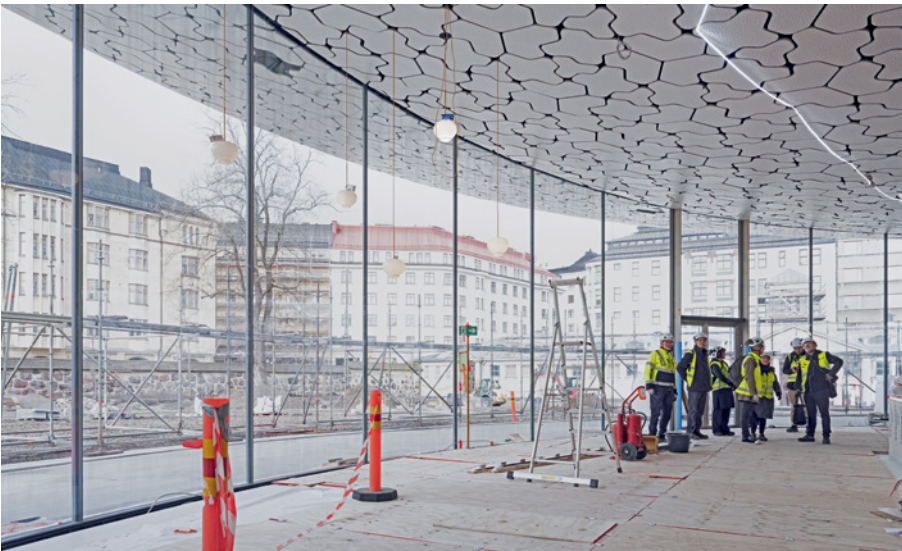
Tuuliikki Raivo

7

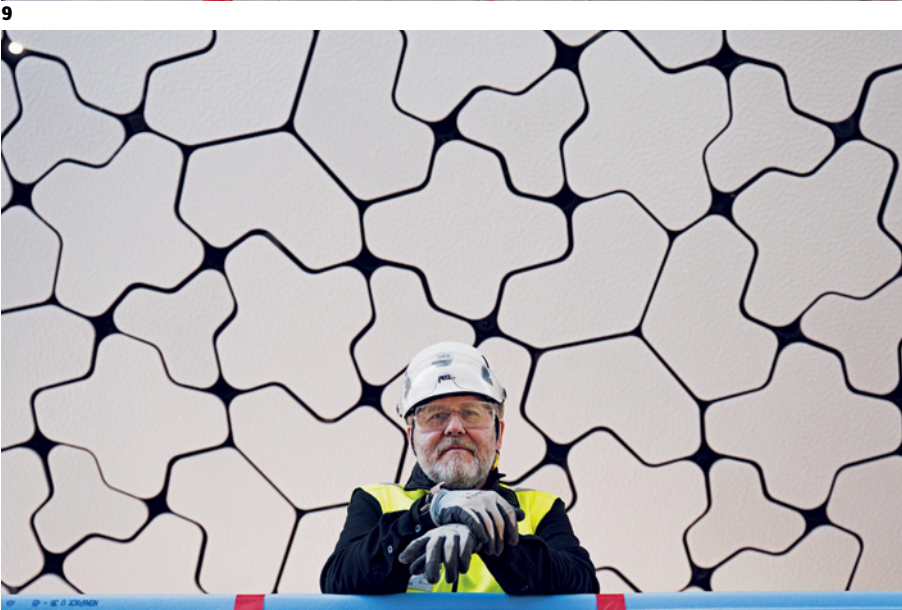


Marjo Miettinen

8



Hannu Rytky



Hannu Rytky

**9** Kansallismuseon lisärakennus Atlas. Suojelukatselemuksen ryhmää kierrolla.

**10** Atlaksen vaikuttavan leijuvan kattorakenteen sisäpinnan näyttävä keramiikkakuvio.

9

10

### Tuorein aina tärkein

Itselleen rakkainta suunnittelutyötä Miettinen ei halua nostaa esiin. Hänen mukaansa se pöydällä juuri oleva on aina mielenkiintoinen ja tärkein. – Toki on erilaista suunnitella asuinrakennusta kuin paljon huomiota saavaa julkista kohdetta, kuten vaikkapa Arkkitehtuuri- ja designmuseota.

Miettinen kertoo olevansa erityisen kiinnostunut tektoniikasta, rakenteiden ja arkkitehtuurin vuorovaikutuksesta ja kuinka niiden avulla syntyy kaunista sekä merkityksellistä arkkitehtuuria.

–Viikin puukirkossa se perustui esivalmistukseen: kun puelementit asennettiin paikalleen, tila oli jo valmis.

–Kesäkuussa valmistuvan kansallismuseon laajennusosan maanpäällisen kattomallin rakenne määrittää aika paljon kokonaisuutta. Halkaisijaltaan 43 metrin lautanen seisoo kolmemetrin kontaktipinnan päällä. Rakennesuunnittelijan kanssa oli hyvin mielenkiintoista miettiä, miten se saadaan rakenteellisesti

toimimaan ja mikä on oikea rakennusjärjestys. Kysymys ei ole vain kosmeettisista seikoista vaan hyvin fysiologisista, rakenteellisista ja inhimillisistä toiminnallisista kokonaisuuksista. Tällainen suunnittelu on hyvin kokonaisvaltaista.

### Mökki kalliorinteellä

Miettinen sanoo, että niin hienoa kun onkin ollut saada arkkitehtina palvella muita, hän toivoisi vielä löytävänsä aikaa suunnitella vaikkapa oma kesämökki. –Siinä rima olisi varmasti kaikkein korkeimmalla.

Hän antautuu ajatusleikkiin ja sijoittaa mökkinsä luontoon, kallioiselle merenrantarinteelle. –Sen kattolape mukailisi laskevan rinteeseen muotoa. Ulkoa se ei olisi huomiota herättävä, vaan jopa sulautuisi osaksi maastoa. Sisälle mentäessä tila avautuisi odottamattomalla tavalla, ottaisi haltuun näkymät ja loisi hyvän olon tunteen.

Miettinen sanoo, että loppujen lopuksi arkkitehtuuri pyrkii rakentamaan kodin, oli

rakennustyyppi mikä tahansa. Turvallisen ilmapiirin, jossa aika pysähtyy, ympäristö hiljenee, tunteen ikuisesta. –Sen tavoittelemisen on ollut arkkitehtuurin ydin sen alkuvaiheista lähtien.

### Edelleen kaikenlaista kulttuuria

Miettinen asuu neurologivaimonsa kanssa Helsingin Metsälässä kahden 1960-luvun paritalon muodostamassa rivitaloyhtiössä, jonka aikakauden arkkitehtuuria kunnioittavat remontit hän on rakennuttanut. –Aitoa vintagea edustavien talojen tilaratkaisuissa ja rakenteellisessa ekonomiassa on edelleen paljon opittavaa. Rakennuksissa on betonirakenteinen, hyvin tarkkaan laskettu ensimmäinen ja puurakenteinen toinen kerros. Suunnittelija on aikanaan tosi kauniisti miettinyt, miten tilat avautuvat pihaan ja rajautuvat julkiseen katutilaan, hän kiittää.

Jo aikuisista pojista vanhempi työskentelee palvelumuotoilijana ja nuorempi opiskelee robotiikkaa Aalto-yliopistossa.

Miettiselle työ on myös harrastus, joka mahdollistaa kulttuuriin uppoutumisen parhaimmillaan myös ulkomailla. Vaimo matkasi perässä pääsiäiseksi Miettisen luentomatkalle Prahaan nauttimaan konserteista ja näytellyistä.

–Vapaalla vietän aikaa perheeni kanssa, kuuntelen musiikkia, luen, kirjoitan, piirrän, valo- ja joskus elokuvaankin vanhoilla 8-millillä. Elokuva on muutenkin suuri rakkauteni, jonka avulla pääsen irti arjesta. Juhlat ystävien kanssa sekä matkailu rytmittävät vuoden kiertoa. Toimiston viikoittainen jääkiekkovuoro ja Saunaseuran löylyt tuovat hengähdystaukoja arkeen.

### Kiinnostavaa keskustelua myös täällä:

<https://www.tuni.fi/fi/tutustu-meihin/alumnimme-samuli-miettinen-palkittu-arkkitehti-puhuu-onnellisuuden-ja> •



## Rauhallista betonia!

Vähähiilisyys herättää paljon tunteita. Toisten mielissä vähähiilisyys on vain yksi trendisana tahtituotannon ja hybridirakentamisen välissä. Toisille se on selkeä päämäärä, joka ei rajoitu rakentamiseen vaan sitä toteutetaan myös elämäntapana.

Vähähiilisyyden huomioonottamisesta ei enää pääse rakentamisessa eroon, koska uusi Rakentamislaki asetuksineen määrittelee ilmastaselvityksen pakolliseksi ja asettaa raja-arvoja rakentamisen kokonaispäästölle. Ilmastaselvityksessä ei huomioida perustuksia eikä kaikkea hiilipäästön vähentämistä saa laskea mukaan. Silti vähäpäästöisyyteen pyrkivässä projektissa käännetään kaikki kivet ja etsitään vähennyksiä myös vähemmän konventionaalisista paikoista.

Vähäpäästöisyys leikkaa projektien läpi alusta alkaen. Jo arkkitehtisuunnittelussa säästetään paljon, jos vältetään raskaat siirtolaattarakenteet alimpien kerrosten yläpuolella ja muistetaan, että kaikkien rakenteiden alle tarvitaan vähintään pilareita. Rakennesuunnittelussa on hyvä aloittaa suunnitteluperusteista ja kuormien määrittelystä ja

välttää tarpeettoman kireitä vaatimuksia ja lopulta mieltä myös betonin GWP-luokkia.

Keskeisessä roolissa on tietenkin betonitoimittajan reseptiikka. Uusi eurokoodikin auttaa vähän, kun jatkossa voi optimoida betonipeitteen paksuutta yhdessä betonin sementtipitoisuuden kanssa. Lopulta työmaallakin on muutettava työtapoja, otettava uusia asioita huomioon ja siedettävä betonia, joka käyttäytyy rauhallisemmin.

On nimittäin asenteesta kiinni, onko vähähiilinen betoni aikaisempaa hitaampaa vai rauhallisempaa. Hitaus viittaa kiussalliseen, jopa negatiiviseen asiaan kun taas rauhallisuus on enemmänkin ominaisuus, jonka voi nähdä myös positiivisena asiana. Rauhallinen betoni on myös tyyppillisesti alkuvuosina vihreämpää, joka on rauhoittava väri.

Kun betonin arvosteluikä muuttuu 28 vuorokaudesta 91 vuorokauteen, se vaikuttaa väistämättä kaikkeen, jopa maksuerien maksutukseen. Alussa mainitsemilleni, vähähiilisyiden päämääränä näkeville edelläkävijöille nämä ovat vain asioita, jotka on ratkaistava ja

myös ratkaistavissa. Keksitään uusia tapoja tehdä, toteuttaa ja sopia ja homma rullaa eteenpäin. Siellä jossain poterojen pohjalla ovat ne toiset, joiden maailma järkkyy juuri nyt pahasti. Kaikki lainalaisuudet, jotka koulussa opetettiin ja jotka työelämässä hyväksi havaittiin, ovat menossa uusiksi.

Nuoret alalle tulijat näkevät vähähiilisyyden ainoana tienä eteenpäin. Me muut vielä vähän mietimme ja pohdimme, tuleeko rakenteista huonompia ja maksaako tämä liikaa. Turvallisuudesta ei tietenkään pidä tinkiä, mutta taloudellinen näkökulma voi muuttua, jos hiilirajan ylittämisestä tulee tulevaisuudessa sanktioita tai muita seuraamuksia.

Me kaikki teemme valintoja joka päivä ja toinen niistä on aina vähähiilisempi. Ajan myötä me kaikki tulemmme muuttamaan käsityksemme vähähiilisyyden tärkeydestä. Rakennusala tulee näyttäytymään hankalana toimintaympäristönä niille, joille vähähiilisyys jää alaviitteeksi rahan ja nopeuden jalkoihin. •

### Auli Lastunen

Eurokoodiasiantuntija  
Rakennustuoteteollisuus RTT  
auli.lastunen@rakennusteollisuus.fi



Päivi Kankare



Sofia Virtanen  
1

**1** Valaistus nousee teoksen alapinnasta – “pullon pohjalta” – ja saa hämärän aikaan raskaan betonimuodon näyttämään kahdelta, yössä hohtavalta lasipullolta.

**2** Vormu-teoksen ulkopuolen tekstuuri tavoittelee rouheaa kontrastia sisäpuolen pinnan sileydelle ja puun kuoren olemusta, jota lasinpuhallusmuoteissa oli usein jäljellä. Toisen pullomuodon etupinnassa on syvennykset, jotka muistuttavat puisen lasinpuhallusmuotin ns. höyrynpoistokanavia. Teoksen korkeus on 2,3 metriä.

**3** Kirsi Taiviola sai veistokseen inspiraatiota Karhulan teollisesta historiasta ja erityisesti alueen perinteikkästä lasinvalmistuksesta. Vormu-teoksessa olevat teksti- ja kuvalliset elementit ovat karhulalaisten ihmisten kertomia, heille tärkeisiin esineisiin liittyviä muistoja. Vormu (ruots. form) oli lasitehtailla käytetty puhekielinen muuttia tarkoittava sana.

## Vormu – Kirsti Taiviolan betoniveistos Karhulan torilla

**Pertti Kukkonen**, kuvanveistäjä  
Betonipallas Oy  
pertti.kukkonen@betonipallas.fi  
**Kirsti Taiviola**, taiteilija  
kirsti@sula.fi

Betonista valettu teos muistuttaa muodoltaan maitopullon valmistuksessa käytettyä lasinpuhallusmuottia. Sen sinertävän vihreä värisävy viittaa vanhan pullolasin värimaailmaan.

Veistoksen kylkiin on toteutettu reliefinä karhulalaisten ihmisten muistoja – erityisesti esineisiin liittyviä tarinoita, jotka välittävät henkilökohtaisia kokemuksia ajasta ja paikasta. Muistot on koottu taiteilijan keväällä 2025 Karhulassa tekemien haastattelujen pohjalta.

Teos toteutettiin harmaasta, säänkestävästä betonista Vihdin Betoni Oy:llä. Kuivumisen jälkeen se sai pintaansa kuultavat Betonipallas-patinavärit turkoosin ja vihreän sävyissä. Hieman toisistaan vaihtelevat värikerrokset luovat elävän, läpikuultavan vaikutelman, joka ei maalin tapaan peitä betonin mineraalista rakennetta.

Teokseen tehdyt kuvioinnit syntyivät taiteilijan luonnonkumilevyille leikkaamista muodoista, jotka kiinnitettiin suoraan valumuottiin. Matala, noin kahden millimetrin reliefi erottuu

**Taiteilija Kirsti Taiviolan uuden julkisen taideteoksen inspiraationa on vastakohtien liitto eli ilmavan lasin ja raskaan, maanläheisen betonin yhdistäminen. Karhulan torille sijoitettu "Vormu" ammentaa aiheensa alueen teollisesta historiasta ja erityisesti perinteikkästä lasinvalmistuksesta Karhulan lasitehtaassa.**

lähietäisyydeltä selkeästi ja lisää veistokseen sekä tarinallisuutta että herkkyyttä.

Veistoksen jalustana toimii puretusta rakennuksesta talteen otettu elementti, jonka leikkasi ja asensi paikoilleen Kotkan kaupungin puisto-osasto, joka myös maisemoi teoksen ympäröivän alueen. Maan tasosta nouseva lämminsävyinen valaistus viittaa kuumana hehkuvaan lasimassaan ja saa veistoksen hehkumaan pimeään aikaan. •

### Vormu – Kirsti Taiviolan betoniveistos

Tilaja: Kotkan kaupunki  
Mukana hankkeessa: Taiteen edistämiskeskus Taike

Taiteilija: Kirsti Taiviola  
Urakointi ja betonineuvonta: Betonipallas Oy/Pertti Kukkonen  
Valut ja asennus: Vihdin Betoni Oy/Hannu Kaikkonen

Perustukset: Kotkan kaupungin puisto-osasto/Ari Väänänen  
Valaistus: Anssi Mäkinen/Sitowise Group Oy



2

Kirsti Taiviola



3

Kirsti Taiviola

1 Monumentaalinen teos kuvastaa rakennusteollisuuden dynaamista luonnetta ja suhdanteiden vaihtelevaisuutta. Teoksen osat valettiin Lipa-Betonin tehtaalla.



Heikki Luukkonen

1

## Betoniveistos juhluvuoden kunniaksi

**Maritta Koivisto**, päätoimittaja Betoni  
**Pertti Kukkonen**, kuvanveistäjä  
pertti.kukkonen@betonipallas.fi

Ajatus muistomerkin muodosta kehittyi kuvanveistäjä *Pertti Kukkonen* ateljeessa yhdessä rakennusneuvos *Matti Lipsasen* ja hänen sisarensa *Ulla Hovin* kanssa. Teos kuvastaa rakennusalan turbulenssia ja energisyyttä.

Toistakymmentä metriä korkea veistos koostuu kahdestakymmenestä viidestä erikoisesta betoniliieröstä. Kun veistoksen ympäri kiertää, yhdestä kulmasta katsottuna kaikki osat ovat symmetrisesti tasapainossa keskilinjän kohdalla. Hieman toisaalta tarkasteltuna teos taas on vauhdikkaan epätasapainoinen.

Valtatietä ajettaessa katsoja huomaa vaihtuvan dynamiikan muutoksen.

**Rakennusliike U. Lipsanen Oy on toteuttanut taideteoksen Pieksämäelle Valtatie 23:n ja konsernin pääkonttorille johtavan tien risteykseen. Kuvanveistäjä Pertti Kukkonen suunnittelema betoniveistos juhlistaa rakennusliikkeen 75-vuotista taivalta.**

Teoksen epästabiili olemus tuotti haasteita rakennesuunnittelijalle. Veistos suunniteltiin, valmistettiin ja pystytettiin Lipa-Betoni Oy:n tehtaalla omin voimin ja omassa tuotannossa. Valut tehtiin vanerilaitaiseen muottiin teräspedille. Osat asennettiin yksi kerrallaan ja raudoitettiin toisiinsa työn edistymisen tahdissa.

### Julkinen taide nosteessa

Kukkonen tekee yrityksessään Betonipallas Oy:ssä yhteistyötä arkkitehtien, suunnittelijoiden ja teollisuuden kanssa betonin esteettisten ominaisuuksien kehittämiseksi. Hän on ilahtunut kasvavasta kiinnostuksesta betonitaiteeseen.

"Betoni toimii julkisissa teoksissa todella hyvin. Teos voidaan toteuttaa paikoilleen jo rakennusvaiheessa, esimerkiksi elementti-tehtaalla suoraan elementteihin tehtynä tai kiinnitettynä", kertoo Kukkonen.

Rakennusalan toimijat ja taidejärjestöt ovat viime vuosina aktivoituneet järjestämään yhteistyössä betonikursseja, joissa muotoilijoita, kuvanveistäjiä ja taiteilijoita on koulutettu betonin käytössä ja opastettu itse valamaan suunnittelemaan taideteoksia. Viimeksi tällainen valukurssi järjestettiin yhteistyössä Lipa-Betonilla vuonna 2021. •



## by 45a Maata vasten valettavien ja ei-kantavien betonilattioiden suunnitteluohjeet 2026

Näissä ohjeissa on esitetty betonilattioiden suunnittelu- ja mitoitusohjeet. Ohjeissa käsitellään yksityiskohtaisesti kutistumissaumoilla varustetut ja saumattomat tavanomaiset tankorautoitettut ja teräskuiduilla raudoitettut maanvaraiset lattiat.

Lisäksi annetaan ohjeita pintalattioiden suunnitteluun. Julkaisussa By 45a suurimmat muutokset aikaisempiin suunnittelu- ja mitoitusohjeisiin ovat eurokoodien käyttöönotto maanvaraisten lattioiden mitoituksessa ja kuitubetonilattioiden mitoitusohjeissa.

Ei-kantavissa rakenteissa eurokoodien käyttö ei kuitenkaan ole pakollista suunnittelussa. Julkaisussa on otettu kantaa siihen, missä tapauksissa ja miten eurokoodeista poikkeaminen on mahdollista.

Ohjetta tulee lukea rinnakkain julkaisun By 45/BLY 7 Betonilattiat kanssa. Julkaisussa By 45/BLY 7 on esitetty toiminnallisista vaatimuksista lähtevät betonilattioiden luokitus-, laatu- ja rakentamisohjeet.

Kirja antaa betonilattioiden suunnittelijoille helposti sovellettavia ohjeita ja suosituksia lattioiden suunnitteluun ja mitoitukseen. Kirjan liitteenä on kolme laskentaesimerkkiä, jotka täydentävät kirjan tekstiosaa.

Linkki Rakennustietokauppaan: <https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/by-45a-maata-vasten-valettavien-ja-ei-kantavien-betonilattioiden-suunnitteluohjeet-2026/5739043>



## by 79 Pintabetonilattioiden halkeilun syyt ja halkeilun estäminen 2026

Tässä ohjeessa on esitetty seikkaperäisesti syitä, jotka voivat aiheuttaa pintalattioiden halkeilua ja muuta vaurioitumista. Ohjeessa keskitytään eri toimenpiteisiin, joiden avulla halkeilun syntyminen voidaan estää ja halkeilun määrää vähentää. Ohjeen perusteella saa hyvän kuvan siitä, mitkä kaikki tekijät voivat vaikuttaa lattiavaurioihin.

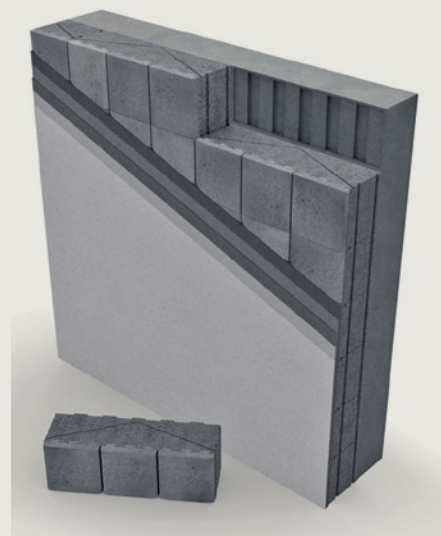
Pintalattioiden toteuttamiseen liittyvät lukuisat detaljit jäävät usein liian vähälle huomiolle ja vaativiakin kohteita toteutetaan liian pienin resurssein.

Betonilattiat ovat yksi tärkeimpiä rakennuksen rakenneosia. Epäonnistuneet lattiat voivat aiheuttaa sekä tilaajalle että urakoitsijalle huomattavia lisäkustannuksia.

Tämä uusi By 79 korvaa vuonna 2006 ilmestyneen Rakennusteollisuuden kustantaman samannimisen julkaisun. Uusitun julkaisun pääotsikot ovat samat kuin edellisessä painoksessa. Tekstiä on päivitetty tarpeellisin osin ja rakennetta muutettu etenkin kirjan lopussa olevien tiivistelmien osalta.

Julkaisu on tarkoitettu betonilattiauraakoitsijoille ja betonilattioiden tekijöille sekä rakennuttajille ja tilaajille. Hyödyllistä tietoa julkaisusta löytyy varmasti myös rakennesuunnittelijoille.

Linkki Rakennustietokauppaan: <https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/by-79-pintabetonilattioiden-halkeilun-syyt-ja-halkeilun-estaminen-2026/5739044>



## Lammin Betonin ja Lujabetonin yhteistyöllä julkisivut Kuorikivi-elementtiratkaisulla

Kuorikivi-elementti on Lammin Betonin kehittämä rapattava julkisivuelementti, jossa yhdistyvät kestävä ja luja rappausalusta sekä saumaton rappauspinta. Erityisesti uudisrakennusten julkisivuihin suunniteltu ratkaisu tarjoaa paksurappauksen rinnalle uuden vaihtoehdon.

– Alunperin valueristeharkoksi kehitetty Kuorikivi on ollut markkinoilla kohta kymmenen vuotta. Kuorikiven käyttö rappausalusta mahdollistaa 2-kerrosrappauksella parhaan iskunkestävyyden, hyvät palonkesto-ominaisuudet ja korkealaatuisen, täysin saumattoman rappauspinnan toteutuksen, sanoo markkinointi- ja kehityspäällikkö Markus Inkiläinen Lammilta.

Lujabetoni on tehnyt Lammin kanssa yhteistyötä Kuorikivi-elementtiratkaisun osalta jo vuodesta 2024 saakka.

### Helposti vähähiilisenä

Lammin Betoni valmistaa kaikki tuotteensa vähähiilisellä betonilla ja niillä on BY-Vähähiilisyysluokitus. Myös Kuorikivi-elementit valmistetaan vähähiilisinä, kun kantavassa sisäkuoressakin käytetään vähähiilistä betonia. Lujabetonilla on kaikilla elementti- ja valmisbetonitehtaillaan valmiudet vähähiilisen betonin valmistamiseen ja BY-Vähähiilisyysluokituksen mukaiset sertifikaatit sekä valmisbetoneille että elementtibetoneille.

Lisätietoja:

Lammin Betoni Oy  
Markus Inkiläinen  
Markkinointi- ja kehityspäällikkö  
[markus.inkilainen@lammi.fi](mailto:markus.inkilainen@lammi.fi)



## Foamit Katelaatassa vaahtolasimursketta hyödynnetään uudella tavalla – vähähiilistä kiertotaloutta talonrakentamiseen

Kotimaiset kiertotalousyhtiöt Foamit Oyj, Carbonaide Oy sekä Rakennusbetoni ja Elementti Oy toivat markkinoille uuden talonrakentamiseen kehitetyn kattotuotteen, Foamit Katelaatan. Sen tuotekehityksen taustalla on sitoutuminen kiertotalouteen ja hiilineutraaliin tulevaisuuteen yhdistämällä vaahtolasimursketta vähähiiliseen betoniin.

Foamit Katelaatta on vähähiilinen kattotuote, joka soveltuu loivakattoisten asuin-, liike- ja toimistorakennusten tuulettuviin yläpohjiin. Sen avulla suunnittelijat, rakentajat ja rakennuttajat voivat toteuttaa kattorakenteita, jotka vastaavat sekä ympäristöllisiä että teknisiä kestävyysvaatimuksia.

Laatassa käytettävää pienirakeista, kevyttä ja kierrätettävää vaahtolasimursketta valmistetaan 100-prosenttisesta keräyslasista energiatehokkaassa prosessissa neitseellisiä luonnonvaroja säästämällä. Vaahtolasi on kiertotaloustuote, jota on käytetty eri murskekokoina jo pitkään talo-, infra- ja piharakentamisen kevennämateriaalina, ja nyt sitä sovelletaan ensi kertaa uudelle tuotealueelle. Vaahtolasimursketta hyödyntämällä voidaan entisestään pienentää rakentamisen hiilijalanjälkeä.

Laatan ja sen vähähiilisen betonin valmistaa Rakennusbetoni ja Elementti käyttäen Carbonaiden hiilensidonta teknologiaa.

Katelaatan keveys ja helppo asennettavuus nopeuttavat rakennustyötä. Vaahtolasimursketta käytetään laatan lisäksi myös sen alla eristeenä kattorakenteessa. Murske on kevyttä ja helposti kasautuvaa. Lopputuloksena on tuulettuva, lämpöä hyvin eristävä ja energiatehokas kattorakenne, joka tuo kohteen elinkaareen huolettomuutta ja kustannussäästöjä.

Lisätietoja:

<https://foamit.fi/>

<https://carbonaide.com/>

<https://www.rakennusbetoni.fi/>



## Betonin yhteystiedot 2026 – osoite: Eteläranta 10

PL 381 (Eteläranta 10, 10. krs)

00131 Helsinki

etunimi.sukunimi@rt.fi

vaihe: (09) 12 991

### Betoniteollisuus ry:

Toimitusjohtaja Jussi Mattila

0400 637 224

etunimi.sukunimi@rt.fi

Jaospäällikkö Janne Kihula

040 514 65 10

etunimi.sukunimi@rt.fi

Jaospäällikkö Ari Mantila

0400 201 507

etunimi.sukunimi@rt.fi

Jaospäällikkö Antti Taivalkangas

050 432 3360

etunimi.sukunimi@rt.fi

Päätoimittaja, arkkitehti SAFA

Maritta Koivisto

040 900 3577

etunimi.sukunimi@betoni.com

etunimi.sukunimi@rt.fi

Viestintäassistentti Nina Loivalo

050 368 9072

etunimi.sukunimi@rt.fi

### Betoniyhdistys ry:

etunimi.sukunimi@betoniyhdistys.fi

Toimitusjohtaja Mirva Vuori

040 765 7672

Erityisasiantuntija Kim Johansson

050 550 6556

Erityisasiantuntija Johanna Tikkanen

040 518 1641

Erityisasiantuntija Laura Virtanen

044 389 0137

Koulutuskoordinaattori Anu Kurkela

0400 228414

**betoni.com**

## Ilmoittajaluettelo 2 2026

| Ilmoittaja              | Sivu      |
|-------------------------|-----------|
| ART-Betoni Oy           | 3         |
| Betonilaatta Oy         | 4         |
| Betoniluoma Oy          | 2         |
| Finnsementti Oy         | III kansi |
| Helsingin Messukeskus   | II kansi  |
| Lammin Betoni Oy        | 5         |
| Pielisen Betoni Oy      | 4         |
| Rudus Oy                | 5         |
| Saint-Gobain Finland Oy | 6         |
| Schwenk Suomi Oy        | 4         |
| Swerock Oy              | 5         |
| YIT Infra Oy            | 3         |

## Betoninäyttely ja opastus on avoinna Eteläranta 10:ssa ja 10. kerroksessa

Betoniyhdistys ry ja Betoniteollisuus ry muuttivat Rakennustuoteollisuus RTT:n mukana 1.2.2018 Eteläranta 10:een ja 10. kerrokseen.

Yhteisissä tiloissa toimii *betonipintänäyttely*, joka esittelee mm. erilaisia betonin väri- ja pintakäsittelytapoja. Näyttely on avoinna toimiston aukioloaikoina klo 8.15–16.00.

Esittelystä voi sopia etukäteen arkkitehti Maritta Koiviston kanssa, gsm 040–9003577 tai maritta.koivisto@betoni.com.

**www.betoni.com**

|  | Alavuden Betoni Oy | Ansion Sementtivalimo Oy | Arkta Laatuseinä Oy | Betonilaatta Oy | Betoniluoma Oy | Betroc Oy | Joutsenon Elementti Oy | Kankaanpään Betoni ja Elementti Oy | Lammin Betoni Oy | Lipa-Betoni Oy | Napapiirin Betoni Oy | Pielisen Betoni Oy | Rakennusbetoni- ja Elementti Oy | Rudius Oy | Ruskon Betoni Oy | SCHWENK Betoni Oy | Suomen Kovabetoni Oy | Suutarinen Yhtiöt/ SBS Betoni Oy | Swerrock Oy | VaBe Oy |
|--|--------------------|--------------------------|---------------------|-----------------|----------------|-----------|------------------------|------------------------------------|------------------|----------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|-----------|------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|-------------|---------|
| Betoniharkot                           |                    |                          |                     | ●               |                |           |                        |                                    | ●                |                |                      |                    | ●                               |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Betonin pumppaus                       |                    | ●                        |                     |                 |                | ●         |                        |                                    |                  |                | ●                    |                    |                                 | ●         | ●                | ●                 |                      | ●                                | ●           |         |
| Elementtien asennus                    |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Erikoiselementit                       |                    | ●                        | ●                   |                 | ●              | ●         | ●                      |                                    |                  |                |                      | ●                  | ●                               | ●         |                  |                   |                      | ●                                | ●           |         |
| Eristeharkot                           |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    | ●                |                |                      |                    | ●                               |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Hissikuluelementit                     |                    |                          |                     |                 |                | ●         |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      | ●                                |             |         |
| Hormielementit                         |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 | ●         |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Hulevesituotteet                       |                    |                          |                     | ●               |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    | ●                               | ●         |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Jännebetonipalkit                      |                    | ●                        |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      | ●                  |                                 |           |                  |                   | ●                    | ●                                |             |         |
| Kalusteet, istutusastiat yms.          |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 | ●         | ●                |                   |                      |                                  |             |         |
| Kanavaelementit ja kourut              |                    |                          |                     |                 |                | ●         |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 | ●         |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Kattotiilet                            |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Kevytsoraharkot                        |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Kuitubetonielementit                   |                    |                          |                     |                 | ●              | ●         |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Kuivalaastit ja kuivabetonit           |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Kylpyhuone-elementit                   |                    |                          |                     |                 | ●              |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    | ●                               |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Maakellarit                            |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 | ●         |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Maatalouselementit                     |                    | ●                        |                     |                 | ●              |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      | ●                                |             |         |
| Meluseinät, törmäyskaiteet             |                    | ●                        |                     |                 |                | ●         |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 | ●         |                  |                   |                      | ●                                |             |         |
| Muurikivet                             |                    |                          |                     | ●               |                |           |                        |                                    | ●                |                |                      |                    | ●                               | ●         |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Ontelolaatat, kuorilaatat              |                    | ●                        |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      | ●                  |                                 |           |                  |                   | ●                    | ●                                |             |         |
| Paalut                                 |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Parvekepielet                          | ●                  | ●                        |                     |                 | ●              |           | ●                      | ●                                  |                  | ●              | ●                    |                    | ●                               | ●         |                  |                   | ●                    | ●                                |             | ●       |
| Parvekkeet, massiivilaatat             | ●                  | ●                        | ●                   |                 | ●              | ●         | ●                      | ●                                  |                  | ●              | ●                    |                    | ●                               | ●         |                  |                   | ●                    | ●                                |             | ●       |
| Perustuselementit                      |                    | ●                        |                     |                 |                |           | ●                      | ●                                  |                  |                |                      |                    | ●                               |           |                  |                   |                      | ●                                | ●           |         |
| Pilarit ja palkit                      |                    | ●                        |                     |                 |                | ●         | ●                      |                                    |                  |                | ●                    | ●                  |                                 |           |                  |                   | ●                    | ●                                |             | ●       |
| Porraskivet ja -elementit              |                    |                          |                     | ●               |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    | ●                               |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Portaat                                |                    |                          | ●                   |                 |                |           |                        |                                    |                  |                | ●                    |                    |                                 | ●         |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Putket, kaivot ja hulevesijärjestelmät |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                | ●                    |                    |                                 | ●         | ●                |                   |                      |                                  |             |         |
| Päällystekivet ja -laatat              |                    |                          |                     | ●               |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    | ●                               | ●         |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Rappauselementit                       |                    | ●                        |                     |                 | ●              | ●         | ●                      |                                    |                  |                |                      |                    | ●                               | ●         |                  |                   | ●                    |                                  |             | ●       |
| Ratapölkkyt                            |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Reunatuot                              |                    |                          |                     | ●               |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 | ●         |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Sandwich-elementit                     | ●                  | ●                        | ●                   |                 | ●              | ●         | ●                      | ●                                  |                  | ●              | ●                    | ●                  | ●                               | ●         |                  |                   | ●                    | ●                                |             | ●       |
| Siilot ja säiliöt                      |                    | ●                        |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Sillat, laiturit ja tukimuurit         |                    | ●                        | ●                   |                 |                | ●         |                        |                                    |                  |                |                      |                    |                                 | ●         |                  |                   |                      | ●                                |             |         |
| Sisäkuoret                             |                    | ●                        | ●                   |                 | ●              | ●         | ●                      |                                    |                  |                | ●                    |                    |                                 | ●         |                  |                   |                      | ●                                | ●           | ●       |
| TT- ja HTT-laatat                      |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    |                  |                |                      | ●                  |                                 |           |                  |                   | ●                    | ●                                |             |         |
| Valmisbetoni                           |                    | ●                        |                     |                 |                | ●         |                        |                                    |                  |                | ●                    | ●                  |                                 | ●         | ●                | ●                 |                      | ●                                | ●           |         |
| Valuharkot                             |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    | ●                |                |                      |                    | ●                               |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Väestönsuojat                          |                    | ●                        |                     |                 |                | ●         |                        |                                    |                  |                |                      |                    | ●                               |           |                  |                   |                      | ●                                |             |         |
| Väliseinäharkot                        |                    |                          |                     |                 |                |           |                        |                                    | ●                |                |                      |                    | ●                               |           |                  |                   |                      |                                  |             |         |
| Väliseinät                             |                    | ●                        | ●                   |                 | ●              | ●         | ●                      |                                    |                  | ●              | ●                    | ●                  | ●                               | ●         |                  |                   |                      | ●                                |             | ●       |

# betoni

Betoniteollisuus ry:n  
jäsenyritysten tuotteet,  
palvelut ja toimipisteet

A



Alavuden **BETONI OY**

### Alavuden Betoni Oy

Peräseinäjoentie 210, 63300 Alavus  
Puh 050 453 1520  
www.alavudenbetoni.fi  
timo.asunmaa@alavudenbetoni.fi



### Ansiön Sementtivalimo Oy

Lohipurontie 2 (PL 48), 21530 Paimio  
Puh 02 4770 100  
www.asv.fi  
ari-p.ansio@asv.fi

### Arkta Laatuseinä Oy

Kiuaskatu 1, 18100 Heinola  
Puh 0500 442 810  
www.lslaatuseina.fi  
pekka.kuurne@lslaatuseina.fi

B

## BETONILAATTA OY

### Betonilaatta Oy

Sorvarinkatu 3, 20360 Turku  
Puh 02 511 8800  
www.betonilaatta.fi  
myynti@betonilaatta.fi  
etunimi.sukunimi@betonilaatta.fi



### Betoniluoma Oy

Horontie 176, 64700 Teuva  
Puh 010 8410 140  
www.betoniluoma.com  
info@betoniluoma.com



### Betroc Oy

Valimontie 1, 99600 Sodankylä  
Puh 020 7579 080  
www.betroc.fi  
betroc@betroc.fi

C

### Consolis Parma (Parma Oy)

Yhteystiedot: ks. www.parma.fi

Consolis Parma on Suomen johtava betonielementtien valmistaja ja elinkaariviisaan betonirakentamisen suunnannäyttäjä. Yhtiöllä on toimintaa 12 paikkakunnalla ja se työllistää noin 450 henkilöä.

Consolis on Euroopan johtava teollisuuskonserni, joka tarjoaa kestäviä ja älykkäitä betonielementtirakenteita rakennusteollisuuden tarpeisiin. Consolis työllistää noin 7 600 työntekijää 17 maassa eri puolilla maailmaa.

J



### Joutsenon Elementti Oy

Puusementintie 2, 54100 Joutseno  
Puh 0207 659 880  
www.joutsenonelementti.fi  
etunimi.sukunimi@joutsenonelementti.fi  
myynti@joutsenonelementti.fi

**Tehtaat:**  
Joutseno  
Kotka  
Kouvola

K



Kankaanpään **BETONI JA  
ELEMENTTI OY**

### Kankaanpään Betoni ja Elementti Oy

Kuusikonkatu 4 (PL 96), 38700 Kankaanpää  
Puh 050 300 4197  
www.elementti.fi  
juha.kuusniemi@elementti.fi

Ilmoitathan mahdollisista tietojen  
muutoksista tai korjauksista  
osoitteeseen [betoni@betoni.com](mailto:betoni@betoni.com)

# betoni

Tuote- & palveluosio webissä

<https://betoni.com/>

<https://betoni.com/valmistajat-tuotteet-ja-projektit-hakusivu/tuotehaku/>

<https://betoni.com/tietoa-alasta-2/tietoa-jarjestosta/>

## L



### Lakan Betoni Oy konserni

Muuntamontie 2, 80100 Joensuu  
Puh 0207 481 200  
www.lakka.fi  
myynti@lakka.fi

Lakan Betoni Oy on kotimainen vuonna 1965 perustettu perheyrittäjä. Tuotamme kiviaines-pohjaisia rakennustarvikkeita ja niihin liittyviä palveluita asiakkaittemme tarpeisiin.

Vuoden 2021 alussa yritys järjesteli eri liiketoimintansa omiksi, Lakan Betoni Oy:n täysin omistamiksi tytäryhtiöikseen. Yrityksen betoni- ja kuivatuoteliiketoiminta siirtyivät Lakka Rakennustuotteet Oy:lle, ja elementti- ja valmisbetoniliiketoiminta siirtyivät Lakka Elementti ja valmisbetoni Oy:lle.

Tuotantolaitoksemme sijaitsevat ympäri Suomea neljällä paikkakunnalla: Joensuussa, Lopella, Jalasjärvellä ja Varkaudessa. Lakka-tuotteita myyvät jälleenmyyjät kautta maan.

Lakka tuotepäheeseen kuuluvat kivitalot, harkot, pihakivet, laastit, tasoitteet, elementit ja valmisbetoni.



### Lammin Betoni Oy

Paarmamäentie 8, 16900 Lammi  
Puh 020 753 0400  
www.lammi.fi  
etunimi.sukunimi@lammi.fi

#### Muut toimipisteet:

#### Lammi-Kivitalot

Katso kaikki toimipisteet [www.lammi.fi/kivitalo](http://www.lammi.fi/kivitalo)

Lammin Betoni on Suomen vanhin ja suurin betoniharkkojen valmistaja. Meidät tunnetaan erityisesti tinkimättömyydestämme tuotteiden laadun suhteen. Tuotteiden laadun, asiantuntevan palvelun ja yli 70 vuoden kokemuksen avulla olemme raivanneet tiemme suomalaisen kivrakentamisen suunnannäyttäjäksi.

Olemme erikoistuneet laadukkaiden betoniharkkojen, valmisanturamuottien ja muurikivien valmistamiseen. Innovatiiviset tuotteet ja tarkoin mietityt kokonaisratkaisumme on kehitetty helpottamaan rakentamista. Laadukkaiden tuotteiden lisäksi haluamme osaltamme olla varmistamassa hankkeiden onnistumisen ensiluokkaisella palvelulla ja toimitusvarmuudella sekä toimimalla alamme edelläkävijänä.

## LIPA-BETONI OY

### Lipa-Betoni Oy

Lipatie 1, 76850 Naarajärvi  
Puh 040 300 0530  
www.lipa-betoni.fi  
etunimi.sukunimi@lipa-betoni.fi

## Lujabetoni

VAHVIN BETONIOSAAJA

### Lujabetoni Oy

Harjamäentie 1, 71800 Siilinjärvi  
Puh 020 7895 500  
www.lujabetoni.fi  
etunimi.sukunimi@luja.fi

Lujabetoni Oy Suomen suurimpia betoniteollisuusyrityksiä Suomessa. Palvelemme kestävässä betonirakentamisessa niin ammatti- kuin omakotirakentajiakin. Olemme puhtaasti kotimainen perheyrittäjä jo kolmannessa polvessa.

Lujabetonilla on 30 elementti-, betonituote- ja valmisbetonitehdasta Suomessa ja Ruotsissa.

Suurimmat tehtaamme sijaitsevat Hämeenlinnassa, Taavetissa, Siilinjärvellä, Järvenpäässä ja Kärämäellä. Tuotevalikoimaamme kuuluvat elementit, valmisbetonit, paalut sekä lukuisia määriä infratuotteita, kuten ratapölkkyjä, pylväsjalustoja, Luja-moduleita ja muita erikoistuotteita.

Viimeisimpiä tuoteuutuuksemme ovat Luja-Superlaatta, Luja-Superkylpyhuone, vähähiiliset betoniratkaisut ja tuulivoimalelementit.

## M

## MH BETONI

### MH-Betoni Oy

Läsäntie 3, 41660 Toivakka  
Puh 040 727 1760  
www.mh-betoni.fi  
henri.sahlman@mh-betoni.fi

## N

## NAPAPIIRIN BETONI

### Napapiirin Betoni Oy

Jämytie 2, 96910 Rovaniemi  
Puh 020 7933 200  
www.napapiirinbetoni.fi

## P

## PIELISEN BETONI OY

### Pielisen Betoni Oy

www.pielisenbetoni.fi/yhteystiedot/  
Keskus 044 3400 800  
myynti@pielisenbetoni.fi

#### Elementtimyynti:

040 3400 130

#### Ontelolaattamyynti:

040 3400 125

Pielisen Betoni – 50 vuotta laatua ja toimitusvarmuutta.

Tuotevalikoimaamme kuuluu mm. teräsbetoni- ja jännebetonipalkit, pilarit, ontelolaatat, seinät, HTT- ja TT-laatat sekä valmisbetoni. Tehtaamme viidellä eri paikkakunnalla, palvelevat asiakkaittamme valtakunnallisesti. Meidät tunnetaan hyvästä kotimaisesta laadusta sekä toimitusvarmuudesta. Haluamme osaltamme edistää asiakkaiden rakennusprojektien sujuvuutta, kannattavasti ja laadukkaasti. Olemme vahva yhteistyökumppani hiilineutraalin yhteiskunnan rakentamisessa.

Teemme sen, minkä lupaamme.

## R

## RAKENNUSBETONI- JA ELEMENTTI OY

### Rakennusbetoni- ja Elementti Oy

Kukonkankaantie 8 (PL 102), 15870 Hollola  
Puh 03 877 200  
www.rakennusbetoni.fi  
etunimi.sukunimi@rakennusbetoni.fi

#### Elementtitehdas:

#### RB Laatusenä Oy

Kiuaskatu 1, 18100 Heinola

Rakennusbetoni- ja Elementti Oy ja RB Laatusenä Oy valmistavat vastuullisia erikoisbetonituotteita Suomen sekä lähialueiden rakentajille. Konserni työllistää 130 työntekijän lisäksi yhteistyöyrityksissä yli 120 henkilöä lähinnä suunnittelussa, kuljetuksissa ja asennuksissa. Haluamme olla rohkea suunnannäyttävä vastuullisissa erikoisbetonituotteissa ja niihin liittyvissä palveluissa. Toimintatapoihimme kuuluvat uudesta innostuminen, palvelu, lupauksien pitäminen sekä vastuullinen toiminta. Olemme suomalainen perheomisteinen yritys, jonka tuotteet ja palvelut tuotetaan kotimaassa.

# Rudus

A CRH COMPANY

## Rudus Oy

Karvaamokuja 2a (PL 42), 00380 Helsinki  
Puh 020 447 711  
www.rudus.fi  
etunimi.sukunimi@rudus.fi

Rudus Oy on kestävien ja laadukkaiden kivipohjaisten rakennusmateriaalien kehittäjä ja toimitaja. Rakentaja saa Rudukselta kaiken tarvitsemansa saman katon alta: betonit, betonituotteet, kiviainekset, Betoroc-murskeen ja betonin kierrätyksen. Useat tuotteet voidaan suunnitella yksilöllisesti asiakkaiden tarpeita vastaaviksi Ruduksen ammattitaitoisen henkilökunnan ja asiakkaan kanssa yhteistyössä.

Tuotevalikoimaamme kuuluu kattava valikoima talo- sekä infrarakentamisen betonituotteita ja -ratkaisuja: julkisivut, portaat, elpo-hormit, tie-, rata-, energia- ja telerakentamisen elementit. Lisäksi valikoimasta löytyy kunnallistekniset putki- ja kaivotuotteet mm. hule- ja jätevesien hallintaan sekä laaja valikoima maisematuotteita: pihakivet ja -laatat, betoniset reunakivet, luonnonkivet, porras- ja muurikivet sekä istutuslaatikot.

Rudus Ämmän Betoni Oy on vahvistanut Ruduksen talonrakentamisen elementtituotantoa vuodesta 2020 alkaen tuotteinaan mm. parvekepielet, parvekkeet, massiivilaatat, sisäkuoret ja väliseinät.

## RUSKON BETONI

### Ruskon Betoni Oy

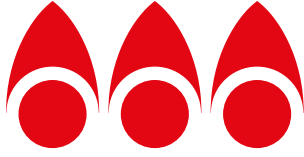
Piihatie 15, 90620 Oulu  
Puh 020 7933 400  
www.ruskonbetoni.fi  
etunimi.sukunimi@ruskonbetoni.fi

Ruskon Betoni Oy on valmisbetonin valmistamiseen ja siihen liittyviin palveluihin erikoistunut kotimainen perheyrittäjä ja konserni, joka toimii usealla paikkakunnalla ympäri Suomea. Tytär-yhtiömme Ruskon Betoni Etelä Oy tarjoaa valmisbetonia ja siihen liittyviä palveluja Etelä-Suomen, Kaakkois-Suomen ja Varsinais-Suomen alueilla. Ruskon Betoni Etelän Hollolan tuotetehdas on puolestaan erikoistunut betoniputkien ja -kaivojen valmistamiseen.

Vastuullinen kumppanuutemme perustuu suoraviivaiseen ja läpinäkyvään toimintatapaan, lupauksen lunastamiseen sekä korkeaan laatuun. Laatu ja toimitusvarmuus ovat koko toimintamme peruspilareita. Ymmärrämme aidosti asiakkaan tarpeen. Toimintamme on kestävä ja kehittävä nyt ja tulevaisuudessa.

Tutustu meihin lisää osoitteissa  
www.ruskonbetoni.fi, www.ruskonbetonietela.fi  
ja www.rbinfra.fi

## S



## KOVABETONI

### Suomen Kovabetoni Oy

www.kovabetoni.fi  
myynti@kovabetoni.fi  
Tiemestarinkatu 7, 20360 Turku  
Elementintie 10, 15550 Nastola

## SUUTARINEN.fi

### SBS Betoni Oy

#### Sora ja Betoni V. Suutarinen Oy

Puh 0207 940 640  
www.suutarinen.fi  
etunimi.sukunimi@suutarinen.fi

#### Elementti- ja valmisbetonitehtaat:

**Sora ja Betoni V. Suutarinen Oy**  
Kangaslammenraitti, 52700 Mäntyharju

**SBS Betoni Oy**  
Tikkalantie 8, 50600 Mikkeli

Sora ja Betoni V. Suutarinen Oy  
SBS Betoni Oy, toimitusjohtaja  
Juho Suutarinen, juho.suutarinen@suutarinen.fi  
Puh 040 740 1532

Tehtaanjohtaja:  
Janne Vilve jannevilve@suutarinen.fi, 040 531 99 35

## SWEROCK

### Peab Industri Oy / Swerock Valmisbetoni

Karvaamokuja 2a, 00380 Helsinki  
Puh 0440 111 008  
www.swerock.fi  
info@swerock.fi

**Liedon toimisto**  
Hyvättyläntie 10 B 5, 21420 Lieto  
Puh 02 4845 600  
www.swerock.fi

#### Valmisbetonitehtaita ja toimipisteitä:

**Kalasadaman betoniasema**  
Kyläsaarenkatu 8, 00580 Helsinki  
Puh 0290 091 093

**Kirkkonummen betoniasema**  
Ojangontie 20, 02480 Kirkkonummi  
Puh 0290 091 093

**Liedon betoniasema**  
Pääskyntie 5, 21420 Lieto  
Puh 0290 091 092

**Lohjan betoniasema**  
Pysäkkitie 12, 08680 Muijala  
Puh 0290 091 093

**Naantalın betoniasema**  
Prosessikatu 17, 21100 Naantali  
Puh 0290 091 092

**Salon betoniasema**  
Uitonnummentie 82, 24260 Salo  
Puh 0290 091 092

**Tampereen betoniasema**  
Jalkaharpinkatu 7, 33840 Tampere  
Puh 0290 091 094

**Voutilan betoniasema**  
Tikkurilantie 161, 01740 Vantaa  
Puh 0290 091 093

## SCHWENK

### SCHWENK Betoni Oy

https://schwenkbetoni.fi/

Myyntipalvelu: 0102790200  
Tilauspalvelu: 0102790201

Sähköpostit: etunimi.sukunimi@schwenk.com  
Myynti: myynti.betoni@schwenk.com  
Toimisto: info.betoni@schwenk.com

#### Valmisbetonitehtaiden toimipisteet:

**Vantaan tehdas**  
Jännekuja 10  
01740 Vantaa

**Tuusulan tehdas**  
Pihasaunontie 5  
04300 Tuusula

**Hyvinkään tehdas**  
Kerkkolankatu 26  
05800 Hyvinkää

**Tervakosken tehdas**  
Maunontie 10  
12400 Tervakoski

## Y

## YBT

### Parasta Betonista

### YBT Oy

Valimotie 1, 95600 Ylitornio  
Puh 0400 93 0400  
www.ybt.fi  
ybt@ybt.fi

YBT Oy on betonivalmisosia valmistava perheyrittäjä. Toteutamme korkealaatuiset ja vastuullisesti valmistetut betonivalmisosat rakentamisen kaikkiin eri tarpeisiin.

#### Toimipisteet:

**YBT Ylitornio**  
Valimotie 11, 95600 Ylitornio

**YBT Vaala**  
Ouluntie 115, 91700 Vaala

**Kuhmon Betoni Oy**  
Valimontie 11, 88900 Kuhmo

# betoni

**Betoniteollisuus ry:n  
kannatusjäsenyritysten tuotteet,  
palvelut ja toimipisteet**

## B

### BAU-MET Oy

Kärsämäentie 72, 20360 Turku  
Puh 0207 433 700  
www.bau-met.fi  
myynti@bau-met.com

## C

# CEMEX

...laatusementtiä rakennusteollisuudelle

### Cemex Oy

Sotungintie 421, 00890 Helsinki  
Puh. +0400 200 840  
https://www.cemex.fi  
juha.lundgren@cemex.fi

Tuotteet: sementit; harmaa CEM I 52,5 N ja valko  
CEM I 52,5 R

## D

# doka

### Doka Finland Oy

Selintie 542, 03320 Selki  
Puh 09 224 2640  
www.doka.com  
finland@doka.com

### Oulun toimipiste

Vesuritie 8, 90820 Haukipudas  
Puh 0400 696 425

## F

# FINNSEMENTTI

A CRH COMPANY

### Finnsementti Oy

Skräbbölentie 18, 21600 Parainen  
Puh 0201 206 200  
www.finnsementti.fi  
info@finnsementti.fi  
etunimi.sukunimi@finnsementti.fi

### Lappeenrannan tehdas

Poikkitie 105, 53500 Lappeenranta  
Puh 0201 206 200

Finnsementti on suomalainen sementinvalmistaja. Meillä finnsementtiläisillä on 110-vuoden kokemus sementin valmistuksesta. Olemme jatkuvasti kehittyvä, laajan tuotevalikoiman omaava sementin valmistaja, teollisuudenalan kotimainen työllistäjä ja vaikuttaja. Merkittävä osa Suomen sementintarjonnasta tuotetaan Paraisilla ja Lappeenrannassa sijaitsevilla sementtitehtaillamme. Lisäksi meillä on kuonajauhetehtas ja terminaali Raahessa. Terminaalejamme sijaitsee myös

Kirkkonummella, Koverharissa, Maarianhaminassa, Oulussa, Pietarsaareissa, Porissa ja Vaasassa.

Finnsementti on Suomalaisen Työn Liiton jäsenyritys. Sementtimme kotimaisuusaste on noin 90 prosenttia. Valikoimaamme kuuluvat sementin lisäksi myös kuonajauhe, betonin seosaineet ja kivirouheet.

Kuulumme kansainväliseen CRH-konserniin, joka on yksi maailman suurimmista rakennusmateriaaliyrityksistä.

## M

### Master Builders Solutions

#### Finland Oy

Lyhtytie 3, 11710 Riihimäki  
PL 17, 11101 Riihimäki  
Puh 010 830 2000  
www.master-builders-solutions.fi  
tilaukset-riihimaki@masterbuilders.com

# MASTER CHEMICALS

### Master Chemicals Oy

Kauppiaskatu 9b A6  
20100 Turku  
Puh. 020 730 8600  
www.master-chemicals.fi

Tarjoamme laadukkaat ja kestäväen kehityksen mukaiset pinnoitteet kaikkiin tarpeisiin, sekä betonin suoja-aineet että laadun parantajat.

## P



### Peikko Finland Oy

Voimakatu 3, 15100 Lahti  
Puh 020 707 511  
www.peikko.fi  
myynti@peikko.fi

Peikko on vuonna 1965 perustettu perheyritys, jonka pääkonttori sijaitsee Lahdessa.

Peikko valmistaa monentyyppisiä betoniliitoksia ja liittopalkkeja elementti- ja paikallavalurakentamiseen. Innovatiiviset ratkaisut tekevät rakentamisesta nopeampaa, tehokkaampaa ja turvallisempaa.

Peikon tavoitteena on tarjota asiakkailleen alan johtavia ratkaisuja, ja siksi Peikko investoi alalaan laajimmin tutkimukseen ja tuotekehitykseen.

Peikko työllistää maailmanlaajuisesti yli 2 000 henkilöä yli 30 maassa.



### PERI Suomi Ltd Oy

Muotit | Telineet | Suunnittelu  
Hakakalliontie 5, 05460 Hyvinkää  
Puh 010 8370 700  
info@peri.fi  
www.peri.fi

### Vanerimyynti

Juha Riikonen  
050 411 1978  
juha.riikonen@peri.fi

# pintos 70

Elämän ytimessä.

### Pintos Oy

Raudoitteet | Tarvikkeet | Kiinnikkeet  
Pysäköintie 12, 27510 Eura  
www.pintos.fi  
pintos@pintos.fi

#### Muut tehtaet ja toimipisteet:

#### Rauma

Yrittäjätie 9,  
27230 Lappi

#### Raisio

Tuotekatu 12  
21200 Raisio

## S

### Salon Tukituote Oy

Kaskiahonkatu 8, 24280 Salo  
Puh 02 731 2415  
www.tukituote.fi  
tukituote@tukituote.fi



# SCHWENK

### SCHWENK Suomi Oy

Fiskarsinkatu 7 A 2. krs, 20750 Turku  
Puh 020 7121 433  
www.schwenk.fi

Fabianinkatu 5 LH 40, 00130 Helsinki

Puh 020 7121 430  
jussi.thureson@schwenk.fi  
www.schwenk.fi

#### Terminaalit:

Naantali, Satamatie 14, 21100 Naantali  
Loviisa, Valkon satama, 07910 Valko  
Raahen terminaali, Lapaluoto, FI-92100 Raahe

Tuotteet: sementti

### Semtu Oy

Martinkyläntie 586, 04240 Talma  
Puh 09 2747 950  
www.semtu.fi  
mailbox@semtu.fi



### 7 Steel Service Finland Oy

Valssaamontie 171, 10410 Äminnefors  
Puh 019 22 131  
https://7-steelservice.fi/

#### Muut toimipisteet:

#### Espoo

Juvan teollisuuskatu 19 ( PL 24), 02920 Espoo  
Puh 019 22 131

#### Kaarina

Autoilijankatu 30, 20780 Kaarina  
Puh. 0400 811 833

#### Pälkäne

Kankaanmaantie 25, 36600 Pälkäne  
Puh 019 221 31

### Suomen Betonilattaiyhdistys ry

Kuhatie, 02170 Espoo  
www.bly.fi  
toiminnanjohtaja@bly.fi  
Puh. +358(0)400 493 445



# Rene

SEMENTTI

**VAUHTIA  
BETONI-  
TUOTANTOON!**



**CEM II/A-LL 52,5 R**  
Erittäin nopeasti kovettuva  
portlandseossementti

**FINNSEMENTTI**  
A CRH COMPANY

