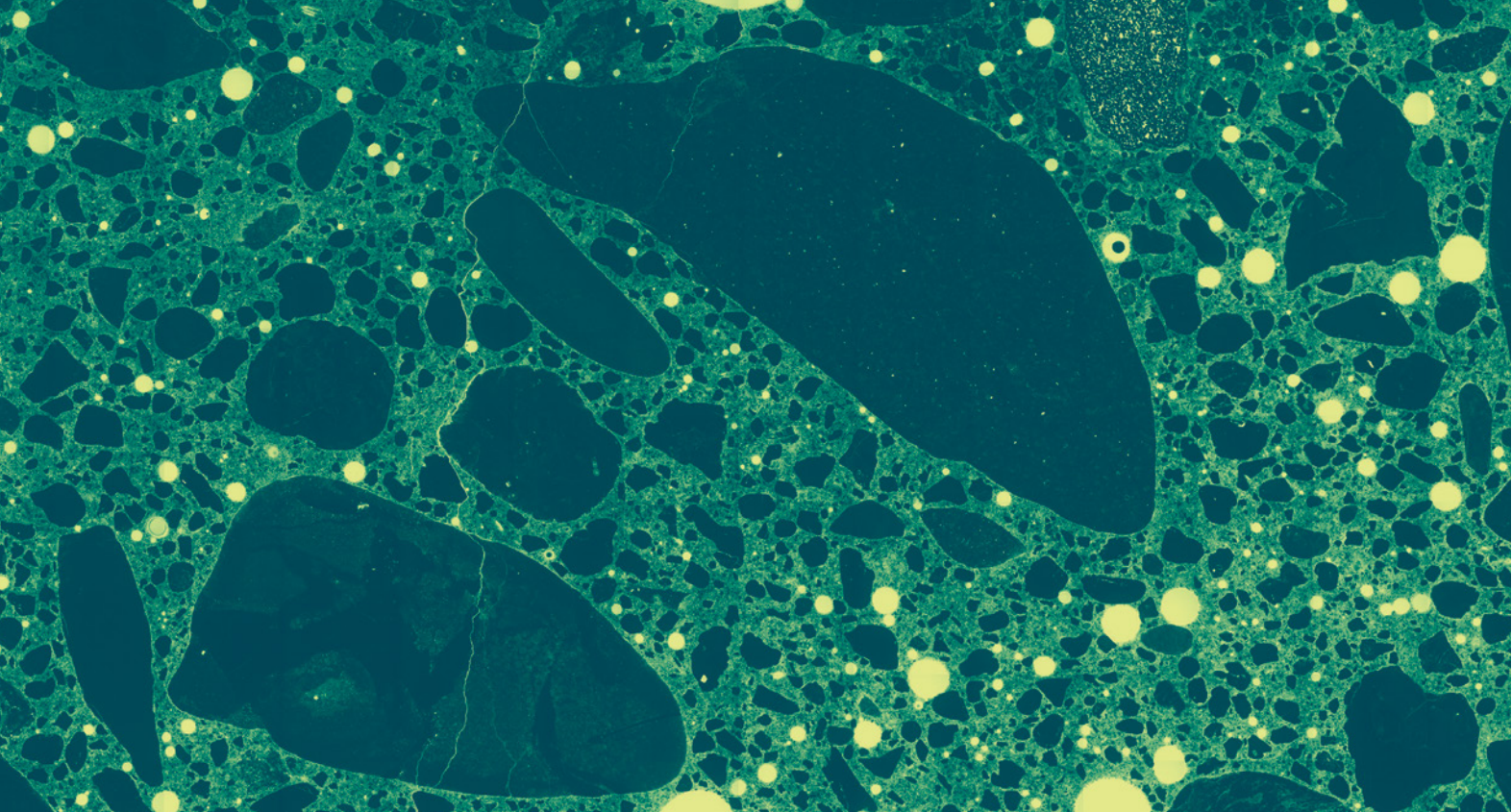


4 2025

betoni

95 vuotta





From microscope to bridge span – we put your concrete to the test

When your concrete structures show signs of damage, or when new materials need evaluation, you need expertise and advanced methods. At RISE, we offer a complete range of services within cement and concrete testing – from on-site inspections to laboratory analysis and recommended actions.

What can we help you with?

- Investigating the inner structure of concrete and identifying damage causes on site
- Non-destructive testing using methods such as ground-penetrating radar, ultrasound and acoustic emission
- Efficient identification of reinforcement corrosion, cracking and material degradation
- Providing service-life assessments, sustainable repair strategies and guidance on reuse

Why choose RISE?

- We are Sweden's leading experts in concrete testing and material analysis
- Our interdisciplinary expertise and advanced equipment cover cement chemistry and concrete technology
- We bring experience from projects across the Nordics and Europe
- We deliver tailored solutions for the construction industry and public sector alike



Contact us and read more at
www.ri.se/en/concrete-analysis

**RI.
SE**

Betoni 95. 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 (verkkójulkaisu)
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

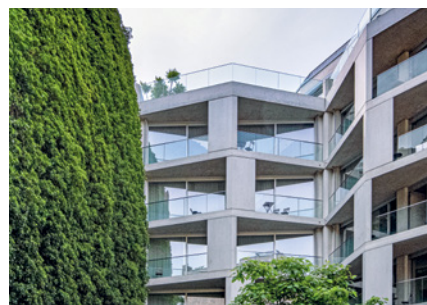
Ilmoitukset – Advertising Manager
Nina Loivalo
tel. +358 50 368 9072
nina.loivalo@rakennusteollisuus.fi
Ilmoitukset:
betoni@betoni.com

Kirjapaino – Printers
Punamusta, Joensuu

Kansi – Cover
EriCa, Green Chemistry Park, Espoo.
JKMM Arkkitehdit Oy. Betonijulkisivu
-arkkitehtuuripalkinto 2025.
Kuva: Hannu Rytty, 2025.

Takakansi: Meander, Helsinki.
Steven Holl Architects, ARK-house
Arkkitehdit Oy. 2024.
Kuva: Angel Gil. 2024.

Jussi Mattila	Pääkirjoitus – Vähähiilissä betonissa ei ole mitään uutta – ainoastaan vähemmän hiiltä <i>Preface – Low-carbon concrete – familiar concrete with less carbon</i>	7
JKMM Arkkitehdit Oy, Raija Siikamäki & Maritta Koivisto	Uutta julkisivuarkkitehtuuria toteutettiin muotobetonilla EriCa, Green Chemistry Park <i>EriCa, Green Chemistry Park, Espoo</i>	8
Maritta Koivisto	Betonijulkisivu -arkkitehtuuripalkinto 2025 Erica Green Chemistry Parkille <i>EriCa Green Chemistry Park – new concrete facade architecture</i>	16
Pentti Kareoja & Sami Moisio	Meander on veistoksellinen asuinkerrostalo Töölössä <i>Meander, Helsinki</i>	18
Tarja Nurmi	Kaupunkitalo Carlotta – betonista <i>Carlotta Berlin</i>	32
Inari Weijo, Olli Koski & Teemu Lensu	Julkisivuvyödistys julkaisi väliaikaisen ohjeistuksen Kevytrakenteisten parvekekaiteiden turvallisuus	42
Mirva Vuori & Jouni Punkki	BY-Vähähiilisyysluokitus® – Hyväksytty menetelmä päästöjen ilmoittamiseen	50
Tia Härkönen & Maritta Koivisto	Vähähiilinen betoni on arkea, ei enää tulevaisuutta	58
Ari Mantila, Jouni Punkki & Juha Komonen	Uudistuneet ohjeet – Betonin lujuuden arviointi rakenteesta kimmovasaralla <i>New national standard for rebound hammer testing</i>	66
Auli Lastunen	Kolumni – Maailma muuttuu vai muuttuuko?	75
Teemu Alaluusua	BETK – Tuoteyksilöinnin ja tunnistamisen pilotointi Vakioitu tuoteyksilöinti ja tunnistaminen elementtien toimitusketjun digitalisaation kehityksessä	76
Jukka Haavisto, Teemu Riihimäki, Teemu Repo & Anssi Laaksonen	Paaluinfo 2–25: Paalutuksen vetorasitusten vaikutus paalujatkosten tartuntaan	82
Dakota Lavento	Henkilökuvassa Aki Kemppainen	86
Betoni-toimitus	Betonialan uutisia, julkaisuja, kursseja	90
	Betoniteollisuus ry:n jäsenyritysten tuote- ja valmistajatietoja	92



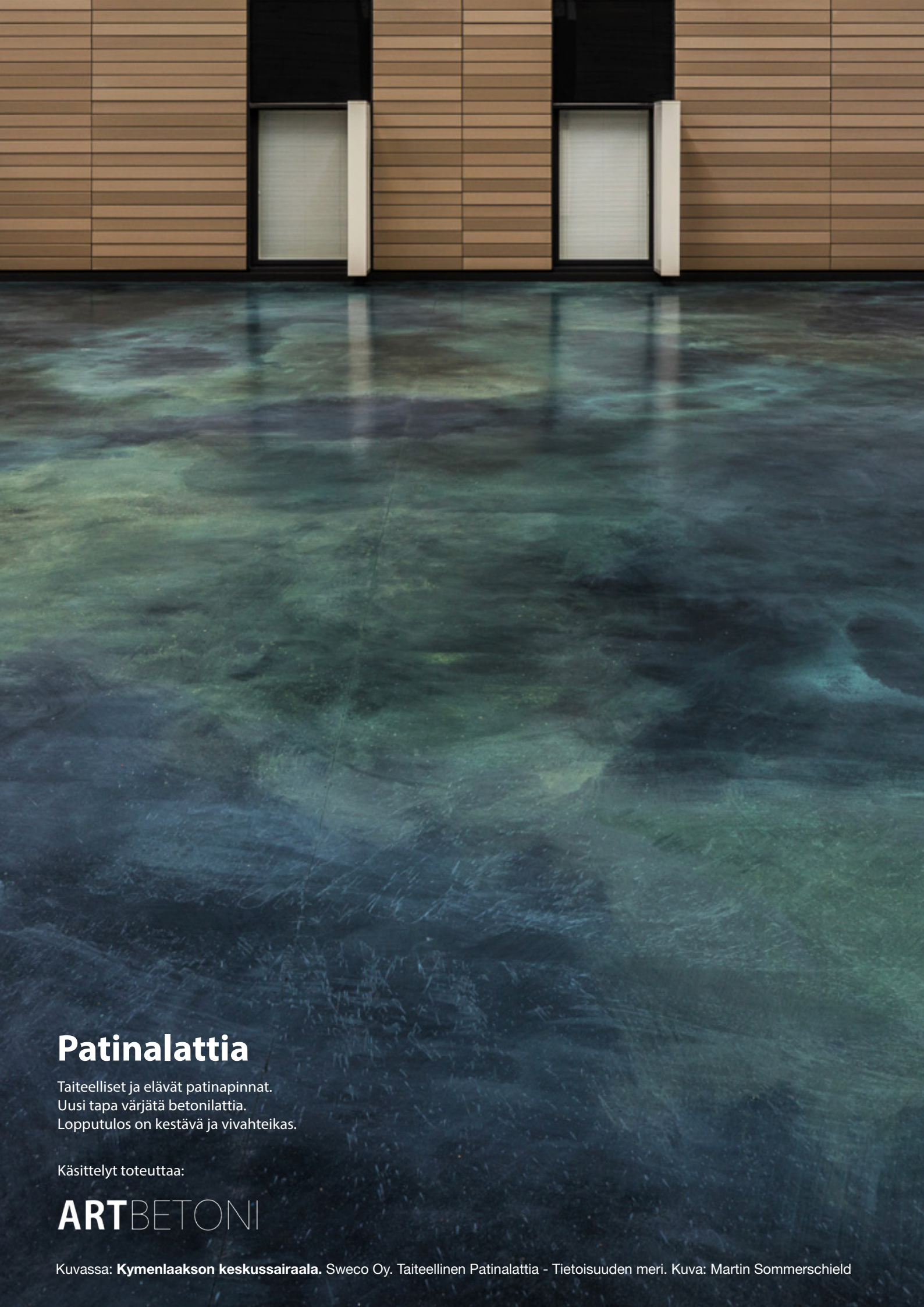
32 Carlotta



18 Meander



8 EriCa, Green Chemistry Park



Patinalattia

Taiteelliset ja elävät patinapinnat.
Uusi tapa värjätä betonilattia.
Lopputuloks on kestävä ja vivahteikas.

Käsittelytoteuttaa:

ARTBETONI

Kuvassa: **Kymenlaakson keskussairaala**. Sweco Oy. Taiteellinen Patinalattia - Tietoisuuden meri. Kuva: Martin Sommerschild



**Betoniasemat,
betonin jakelu- ja
siirtojärjestelmät**

Räätälöityjä ratkaisuja
vaativaan tuotantoon



**Rauditusautomaatio-
koneet ja verkkojen
hitsauslinjat**

Tehokkuutta, tarkkuutta
ja yli 20 vuoden edustus
Suomessa



**Ontelolaattojen,
palkkien ja pilareiden
tuotantovälineet**

Extruderit, liukuvalu-
koneet, sahat, plotterit,
puhdistuskoneet



**Betonielementtien
tuotantolinjat**

Kiertomuottilinjastot,
elementtipöydät ja
erikoismuotit



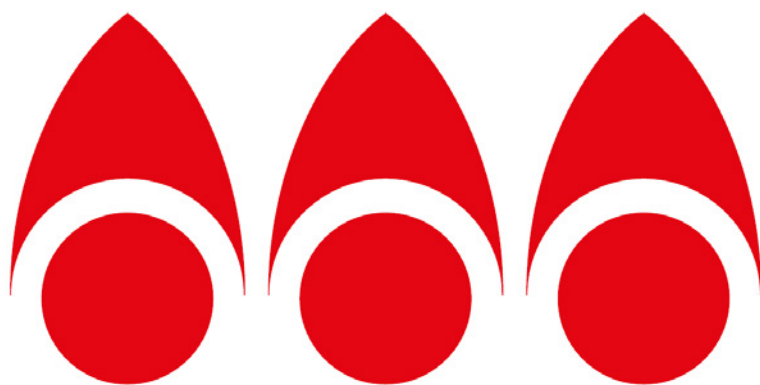
**Kokonaisratkaisut tulevaisuuden ympäristöystävälliseen betoni-
ja elementtituotantoon – avaimet käteen yhdeltä kumppanilta**

www.bau-met.com



**BETONIELEMENTTIEN
KOKONAI-
TOIMITUKSET
KOVABETONILTA**

BETONIELEMENTTIEN
SUUNNITTELU, VALMISTUS JA
ASENNUS



KOVABETONI

www.kovabetoni.fi



AKOgarden
AKOhouses

Vähähiiliset betonikivet- ja harkot



carbonaide

-teknologialla



Väliseinäkivi 88 – 40 % vähemmän sementtiä, jopa 57 % pienempi hiilijalanjälki.
CO₂ sitoutettu 2,6 % tuotteen painosta.

Hulekivi – maksimoitu hiilensidonta, 48 % pienempi jalanjälki.
CO₂ sitoutettu 5,1 % tuotteen painosta.



Kaikki AKOgarden pihakivet ja AKOhouses harkot valmistetaan
tilauksesta CO₂ -jälkikäsittelymenetelmällä.

Tiedustele lisää ja rakenna vastuullisempi tulevaisuus kanssamme.

www.rakennusbetoni.fi



SCHWENK

**Laadukkaat
ja
ympäristöystävälliset
sementit**

SCHWENK Suomi Oy / www.schwenk.fi

**betoni
95 vuotta**



#hibe

**RAKENTAMASSA
PAREMPAA
HUOMISTA**

Laaduntekijä
elementissään

**PIELISEN
BETONI OY**



Kaikki harkkomme ovat
aina vähähiilisiä



Lammi Kivitalot rakennetaan kestävään sukupolvelta toiselle.
Siksi käytämme harkkotuotannossamme
vain vähähiilisiä materiaaleja.



Palkittua rakenne- suunnittelua

fi.ramboll.com

RAMBOLL



Kestävämpi rakentaminen alkaa valinnoista.

Vähähiiliset ratkaisut valmisbetonista
elementteihin ja betonituotteisiin
- aina luotettavasti,
tehokkaasti ja vastuullisesti.



Lujabetoni

Haahtela

Poikkeuksellinen rakentavaa ajattelua

haahtela.fi

ERICA GREEN CHEMISTRY PARK

H

748 0000 748 0000 748 0000 748 0000 748 0000 748 0000 748 0000 748 0000 748 0000 748 0000
648 0000 648 0000 648 0000 648 0000 648 0000 648 0000 648 0000 648 0000 648 0000 648 0000
467 7644 467 7644 467 7644 467 7644 467 7644 467 7644 467 7644 467 7644 467 7644 467 7644

**POHJOLAN PARHAITA
BETONIELEMENTTEJÄ**

ASKELEEN EDELLÄ RAKENTAMISESSA

 **Betoniluoma**

www.betoniluoma.com

Vähähiilisessä betonissa ei ole mitään uutta – ainoastaan vähemmän hiiltä



1 Jussi Mattila

Betoniteollisuus on kehittänyt yhdessä sementinvalmistajien kanssa koko joukon vähähiilisiä tuotteita vastatakseen alan tarpeeseen pienentää hiilijalanjälkeä. Vähähiilisistä betonituotteista kerrotaan muun muassa tämän lehden artikkeleissa, ja teema on ollut useasti esillä myös lehden aiemmissa numeroissa.

Vähähiilisten betonien käyttöönottoa edistämään on kehitetty myös BY-Vähähiilisyyssluokitus®, joka tarjoaa äärimmäisen selkeän ja helposti ymmärrettävän sekä luotettavan tavan todeta ja osoittaa kunkin tuotteen vähähiilisyyden aste. Luokitus on vastikään laajentunut kattamaan myös harkot ja maisemabetonituotteet, aiempien valmisbetonin ja elementtien betonin lisäksi. Aivan nurkan takana on luokituksen laajeneminen teräsbetonipaaluihin, vaikkakin ne ovat jo lähtökohdaisestikin hyvin vähähiilinen tapa toteuttaa paaluperustus. Myös laskuri, jolla voidaan määrittää luotettavasti kokonaisen elementin ilmastopäästöt, on valmistumassa vuodenvaihteen tietämillä.

Keskusteluissa varsinkin rakennuttajien kanssa nousee ajoittain esille epäily vähähiilisiin tuotteisiin mahdollisesti sisältyvistä riskeistä. Tämä on ymmärrettävää, monestakin syystä. Rakentajaa seuraa aina painava vastuu, ja se saa alan toimijat varovaiseksi kaiken uuden suhteen. Vähäpäästöisiä beto-

nia muistuttavia tuotteita on aika ajoin pyritty koostamaan hyvinkin erikoisista raaka-aineista ja lopputuotetta on kutsuttu uustermillä geopolymeeri. Betonia nämä tuotteet eivät kuitenkaan ole.

Vähähiilinen betoni täyttää kaikki ne samat tutut normit, jotka perinteisillekin betoneille on asetettu, eikä vähähiilisten betonien resepteissä ole mitään uutta, siis ainesosia, joita ei olisi käytetty jo vuosikymmeniä. Vähähiilisyiden taustalla olevan keskeisen komponentin, terästeollisuudesta tulevan masuunikuonan käytöstä betonin seosaineena on yli 50 vuoden kokemus. Tuorempi seosaine, kalkkikivijauhe, ei ole sen kummempaa kuin hyvin hienoksi jauhettua kiveä. Tältä pohjalta on helppo vakuuttua ja vakuuttaa siitä, että vähähiilisten betonien käyttöön ei sisälly riskiä siitä, että tuotteesta alkaisi vuosikymmenten käytön aikana paljastua jotain odottamatonta ja ikävää. BY-Vähähiilisyyssluokituksen® mukainen vähähiilinen betoni on yhtä turvallista käyttää betonin kaikissa käyttökohteissa kuin perinteisetkin betonit.

Mitä tulee vähähiilisten betonien hitaampaan lujuudenkehitykseen, siinäkin ei ole sinänsä mitään uutta. Asiaa voidaan auttaa melko helposti perinteisillä, tutuilla konsteilla.

Suomalaiset rakentajat ovat talvibetonoinnin huippuammattilaisia. Meillä valaminen

onnistuu ja betoni kovettuu kylmissäkin olosuhteissa. Valut 20 pakkasasteen lämpötilassa eivät ole mikään mahdottomuus, vaan kovan talven arkipäivää.

Jos vähähiilisen betonin lujuudenkehitykseen halutaan antaa potkua, valmiit ratkaisut löytyvät juuri talvibetonoinnista. Nämä konstit pitää vain ottaa käyttöön jo totuttua korkeammassa ulkolämpötilassa. Kovettuvan betonin lämpötilan nostaminen antaa hyvin potkua juuri masuunikuonasementteistä valmistettujen betonien lujuudenkehitykselle. Koska energia on Suomessa hyvin vähäpäästöistä, betonin tai työkohteen lämmittäminen ei kumoa betonin vähähiilisyysasteella aikaan saatua päästövähennystä. Laskelmien mukaan reilukaan lämmittäminen harvoin nostaa rakentamisen hiilijalanjälkeä kymmenyksellä siihen verrattuna, miten suuri päästövähennys vähähiilistä betonia käyttämällä on saatu aikaan.

Ensimmäiset valtakunnallisen tason sitovat vaatimukset rakennusten hiilijalanjäljelle astuvat voimaan tulevassa vuodenvaihteessa. Vähähiilinen betoni, joko työmaalla valettuna tai elementteinä toimitettuna on turvallinen tapa rakentaa vähähiilisesti.

Jussi Mattila,

toimitusjohtaja, Betoniteollisuus ry
jussi.mattila@rt.fi

Low-carbon concrete – familiar concrete with less carbon

The concrete industry together with cement manufacturers has developed low-carbon concrete products to reduce the carbon footprint of the industry.

BY Low Carbon Classification® provides a clear system for demonstrating the low-carbon nature of products and the classification system is constantly expanding to cover more products. Low-carbon concrete meets the same criteria as conventional concrete and the mixes do not contain any new, unknown ingredients – the furnace slag derived from steel industry, for

example, has been used as an admixture in concrete for more than 50 years already.

Any doubts that may exist are often related to new concrete products, but low-carbon concrete is safe to use in all applications. The slower strength development of low-carbon steel can be resolved by the familiar methods in use in winter concreting, and heating does not increase the carbon footprint to any significant degree.

The new carbon footprint requirements for buildings as of the beginning of 2026 will

make low-carbon concrete a safe and responsible material for building, both for cast-in-place projects and precast products.

Jussi Mattila, Managing Director,

Association of Concrete Industry in Finland
jussi.mattila@rt.fi

Uutta julkisivuarkkitehtuuria toteutettiin muotobetonilla EriCa, Green Chemistry Park

JKMM Arkkitehdit Oy

www.jkmm.fi

Raija Siikamäki, Muotobetoni Oy

raija.siikamaki@formconcrete.fi

Maritta Koivisto, arkkitehti SAFA

päätoimittaja Betoni

maritta.koivisto@betoni.com

Nykyaikainen tutkimus- ja toimistorakennus on suunniteltu painottaen turvallisuutta, selkeyttä, toimivuutta ja kestävyyttä. Selkeälinjainen arkkitehtuuri, runsas luonnonvalo ja muunneltavat tilat tukevat tutkimusta, yhteistyötä ja hyvinvointia.

Rakennuksen suorakulmainen muoto määrittyy vaakasuuntaisten lasipintojen ja muotoiltujen betonielementtien kautta, jotka luovat julkisivulle tunnistettavan tekstuurin ja vahvan horisontaalisen rytmin. Kontrastiin asettuva yläosa kätkee tekniset toiminnot ja vahvistaa rakennuksen identiteettiä. Energiatehokkaat järjestelmät ja kestävät materiaalit tukevat pitkäaikaisia kestävyystavoitteita, ja arkkitehtuuri on suunniteltu joustavaksi vihreän kemianalan yrityspuiston myös tuleviin tarpeisiin.

Rakennuskokonaisuus kattaa 21 150 m², joista yli 10 000 m² on laboratorioita, noin 2 500 m² toimistoja (mukaan lukien 1 000 m² coworking-tiloja) sekä 400 m² kokouskeskuksen. Kaikki tilat on suunniteltu joustaviksi ja muokattaviksi.

Hanke saavutti suunnitteluvaiheessa BREEAM-ympäristösertifikaatin arvosanalla Very Good, ja valmistuttuaan tavoite on vielä korkeampi.

Rakentaminen alkoi keväällä 2023 ja rakennus valmistui syyskuussa 2025. Pääkäyttäjänä toimii Kemira Oyj.

"Ratkaisimme haasteen, kuinka poikkeuksellisen vaativat toiminnot, tilat ja järjestelmät muotoillaan pelkistetyksi ja kaupunkikuvalli-

EriCa, Green Chemistry Park Espoon Finnoossa on edelläkävijähanke vihreän kemianalan ja kestävä kehityksen saralla. Tavoitteena on ollut luoda huipputason tutkimus- ja yritys-ympäristö, joka kokoaa yhteen alan johtavat toimijat, startupit ja tutkimuslaitokset. Rakennuksen julkisivuissa käytettiin uutta muotobetoni-teknologiaa.

sesti linjakkaaksi arkkitehtuuriksi," kuvailee Jukka Mäkinen, projektiarkkitehti, JKMM Arkkitehdeilta.

JKMM Arkkitehtien suunnittelema hanke toteutettiin yhteistyössä Ahlström Capitalin, Kirkon eläkerahaston ja Aktia Henkivakuutus Oy:n kanssa, ja sitä rahoittaa osittain Pohjoismaiden Investointipankki.

EriCa Green Chemistry Park tarjoaa inspiroivan ympäristön vihreän kemian edelläkävijöille ja toimii mallina alan tuleville kehityshankkeille.

Muotobetoni-teknologiaa käytettiin EriCa Green Chemistry Parkin toteutuksessa

Muotobetoni-teknologia on uusi suomalainen innovaatio, patentoitu valmistusmenetelmä, joka mahdollistaa betonielementtien kolmiulotteisten pintojen valmistuksen normaalisissa tuotannossa käyttämällä erilaisia betonimateriaaleja ja/-tai -seoksia. 3D-muodon lisäksi teknologialla saadaan mattapintainen, huokoseton ja korkealaatuinen betonipinta, johon voidaan tarvittaessa käyttää lisäksi erilaisia pintakäsittelymenetelmiä.

Renata Schirm, taitelija ja muotobetonin innovaattori, kuvaa tekniikan antamia mahdollisuuksia luoda erilaisia pinnan muotoja seuraavasti: "Muovaamaton, nestemäinen materiaali sisältää loputtomasti erilaisia muotoja".

Teknologiaa kehittänyt Muotobetoni Oy tukee sekä arkkitehtejä ja suunnittelijoita että betonielementtivalmistajia koko valmistuspolun ajan, konseptoinnista testaukseen ja tuo-

tantoon. Arkkitehteja ja suunnittelijoita avustetaan toivottujen visuaalisten ominaisuuksien luomisessa. Betonielementtivalmistajia yritys kouluttaa teknologian käytössä ja tukee testi-, pilotti- ja valmistusprojektien toteutuksessa.

Tutkimus ja teknologian kehitys

Muotobetoni-teknologiaa on tutkittu ja testattu yhteistyössä suomalaisen betoniteollisuuden ja tutkimusorganisaatioiden kanssa. Kehitystyön aikana on testattu mm. erilaisia betonimateriaaleja ja -seoksia sekä apumateriaalien soveltuvuutta teknologian käytössä.

Muotobetonipintojen laatu on testattu kansainvälisellä pakkas-sulatustestausmenetelmällä (CEN/TS 12390-9). Tulokset osoittivat, että näytteiden keskimääräinen pintarapautuma oli 37 g/m², mikä on alle 20 % useimpien pakkaselle ja suolalle altistuneiden rakenteiden, kuten maantiesiltojen, tiukimmista 100 vuoden käyttöiän vaatimuksista. Kestävällä pinnan laadulla voidaan mahdollistaa tuotteiden pitkä käyttöikä.

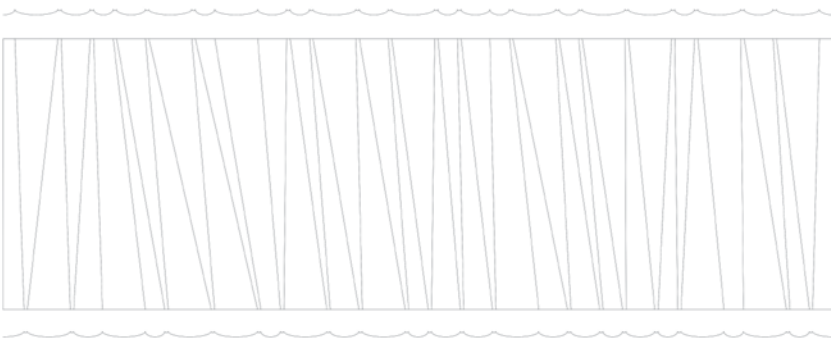
Kestävä kehityksen teemat ovat toiminnan ja kehitystyön lähtökohtina. Tutkimus- ja kehityshankkeissa tutkitaan muotobetoni-teknologiaa käytettäessä mm. kierrätysmateriaalien hyödyntämistä osana betonin koostumusta ja betonielementtien uusiokäyttöä.

1 EriCa Green Chemistry Park on esimerkki nykyaikaisesta betonirakentamisesta, jossa kestävyys, tarkkuus ja materiaallinen herkkyyys yhdistyvät ajattomaksi arkkitehtuuriksi.





2



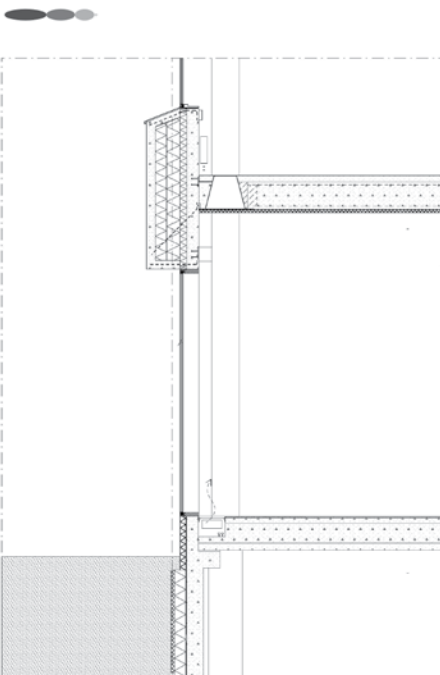
3

2 Julkisivuelementti Betoniluoma Oy:n tehtaalla.

3 Ulkoseinämuotti – pintareliefikuvio.

4 Ulkoseinäleikkaus.

5 Esivaletut betonielementit, joissa on tekstiili-
mäinen pinta, on toteutettu rakenteellisen tarkasti.
Julkisivuelementit on valettu yksilöllisillä muoteilla,
mikä tuo pintaan pehmeyttä ja käsityön jälkeä.



4



Hannu Rytty

5



6

EriCa, Green Chemistry Parkin julkisivut toteutettiin yhteistyössä

EriCan betonijulkisivujen suunnittelu ja toteutus tehtiin yhteistyönä JKMM arkkitehtien, Betoniluoma Oy:n, Haahtelan, Rambollin ja Muotobetoni Oy:n kanssa.

Suunnitteluvaiheessa JKMM Arkkitehdit tutustuivat muotobetoni-teknologiaan ja samalla tutkittiin erilaisia vaihtoehtoisia pintaratkaisuja. Betonielementtijulkisivun suunnittelussa tavoitteena oli klassinen nauhajulkisivu, jossa pintojen 3D-kuviointi tukee yhtenäistä valkobetonielementtien jatkumoa.

Konkreettinen työ käynnistyi Betoniluoma Oy:n betonielementtitehtaalla järjestetyn teknologiakoulutuksen kautta. Tuotannossa valmistettiin metri x metri kokoinen testielementti, jossa osa 3D-kuviopinnasta toteutettiin 1:1 mittakaavassa. Testauksen perusteella varmistettiin, että kuvio toimi suunnitellusti: elementtipinnat ja niiden yksityiskohdat, kuten kuviodien päätyminen elementtien reuna-alueilla sekä kuvion jatkumo elementistä toiseen.

Näiden havaintojen pohjalta siirryttiin kuuden eri pintavariaation suunnitteluun, huomioimalla rakentamisen etenemisen, tuotannon kulun sekä siirtelyyn, varastointiin ja kuljetuksiin liittyvät käytännön vaatimukset.

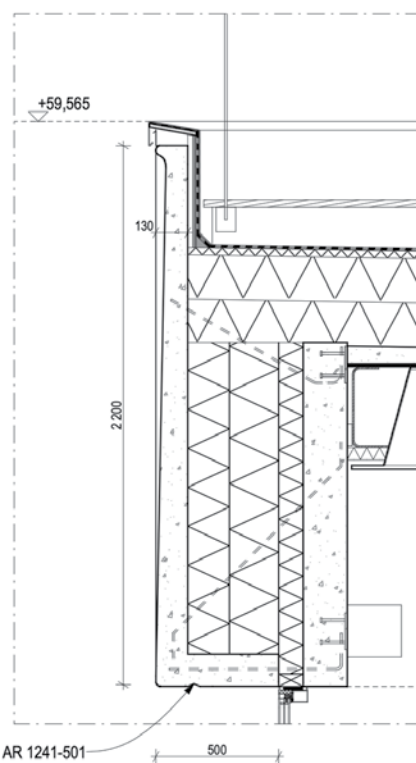
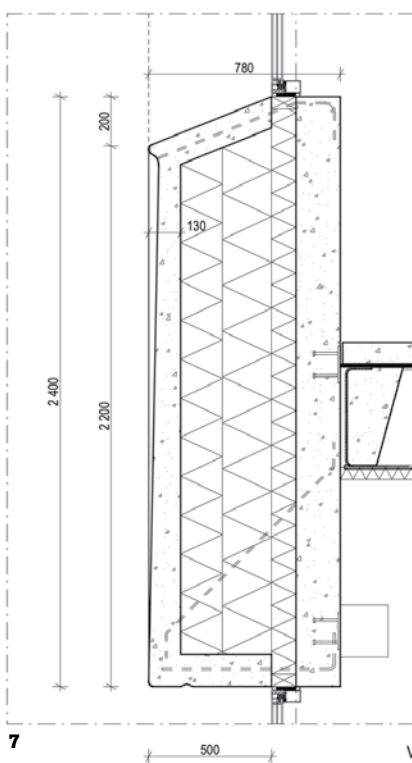
EriCan betonielementtien rakenteiden ja toteutuksen suunnittelu eteni yhteistyössä

Rambollin ja Haahtelan asiantuntijoiden kanssa. Yhtenäisellä kokoonpanolla myös seurattiin tuotannon ja rakentamisen eri vaiheita ja niiden toteutumaa suunnitellun mukaisena.

Valmis julkisivu elää valon ja varjon vaihdellessa, luoden syvyyttä, rytmiä ja materiaalista herkkyyttä. •

6 Julkisivu muodostuu horisontaalisista lasinauhoista ja tekstiilimäisistä muotobetonielementeistä.

7 Seinä- ja räystääleikkaukset.



7

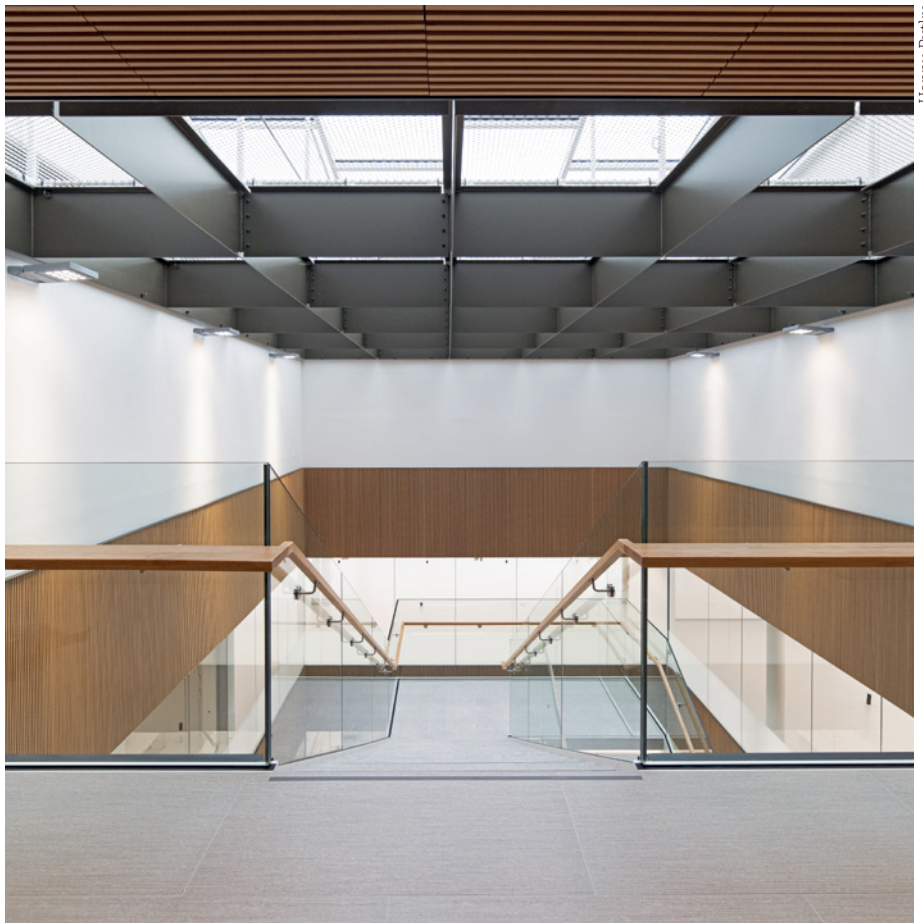
VESIURA KS. AR 1241-501



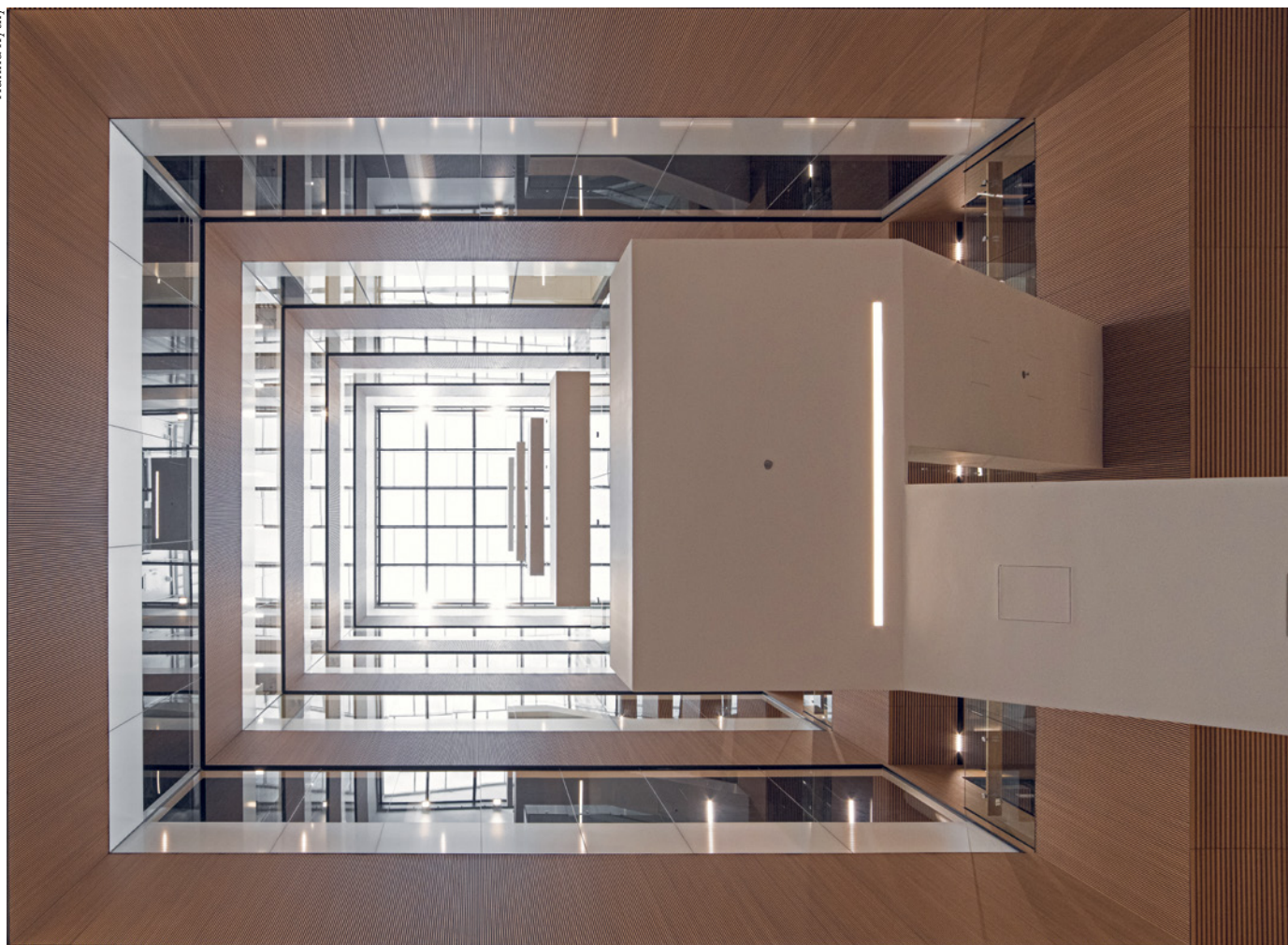
8

EriCa Green Chemistry Park

Osoite: Malleniuksenkatu 1, 02270 Espoo
Tilaohjelma: Aula, kokoustilat, laboratoriot, monitoimitilat, pysäköintitilat, ravintola, taukokeittiöt ja työkahvilat, työympäristö, yhteistyötilat
Laajuus: 21 150 m²
Sertifiointi: BREEAM Very Good
Valmistumisvuosi: 2025
Tilaaja: A. Ahlström, Kirkon Eläkerahasto, Aktia Henkivakuutus Oy
Pääkäyttäjä: Kemira Oyj
Projektinjohtokonsultti: Haahtela Oy
Arkkitehtisuunnittelu: JKMM Arkkitehdit Oy
Suunnittelutiimi: Juha Mäki-Jyllilä, pääsuunnittelija, Jukka Mäkinen, projektiarkkitehti, Elina Niemi, projektisisustusarkkitehti, Anna Melander, Riikka Heldan, Olli Vaskelainen, Harri Lindberg, Pinja Hänninen, Sami Laine
Rakenne- ja elementtisuunnittelu: Ramboll Finland Oy
Pääurakoitsija: Haahtela Oy
Betonielementtitoimittaja: Betoniluoma Oy yhteistyössä Muotobetoni Oy:n kanssa



9



10

8 Tavoitteena oli yhdistää teollisuuden toimijat, startupit ja tutkimuslaitokset saman katon alle.

9 Kattoikkuna tuo valoa keskusportaikkoon. Muuntautuvat pohjaratkaisut mahdollistavat tilojen pitkäaikaisen käytettävyyden.

10 Rakennus toimii mallina joustavalle ja muuntautuvalla tutkimusympäristölle.

11 Laboratoriotiloissa on runsaasti talotekniikkaa. Korkeat ikkunat tuovat luonnonvalon syvään rakennusrunkoon.



11

EriCa, Green Chemistry Park, Espoo

EriCa Green Chemistry Park in the Finnöö district of Espoo, Finland, is a pioneering hub for green chemistry innovation and sustainable development. The aim has been to create a state-of-the-art research and business environment that brings together industry leaders, startups, and research institutions.

The contemporary research and office facility is designed with an emphasis on safety, clarity, functionality, and sustainability. Clear architectural lines, abundant natural light, and adaptable interiors create an environment that supports research, collaboration, and well-being. Its rectilinear form is defined by horizontal bands of glazing and textile-like precast concrete elements, producing a distinctive façade texture and a strong horizontal rhythm. A contrasting upper volume houses technical functions and reinforces the building's identity. Energy-efficient systems and durable materials underpin long-term sustainability, while the design ensures adaptability to the evolving needs of science and industry as part of the wider Green Chemistry Park.

The facility spans 21,150 m², including over 10,000 m² of laboratories, around 2,500 m² of offices with 1,000 m² of coworking spaces, and a 400 m² conference center. All spaces are designed to be flexible and adaptable. The project has achieved a BREEAM "Very Good" rating at the design stage, with higher certification expected upon completion. Construction began in spring 2023 and was completed in September 2025. Kemira will be the main tenant.

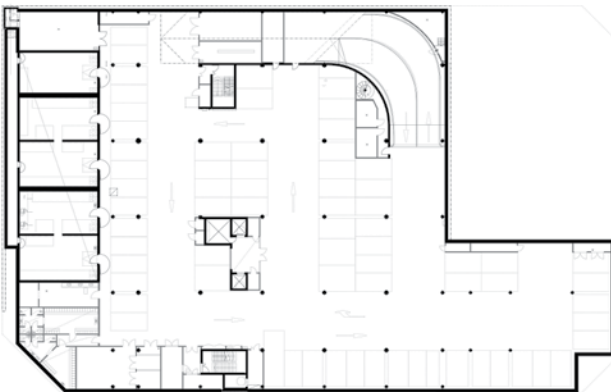
Designed by JKMM Architects, the project was developed jointly by Ahlström Capital, Kirkon Eläkerahasto, and Aktia Life Insurance Ltd, and financed in part by the Nordic Investment Bank. EriCa Green Chemistry Park provides an inspiring environment for the pioneers of green chemistry and sets a model for future developments in the field.



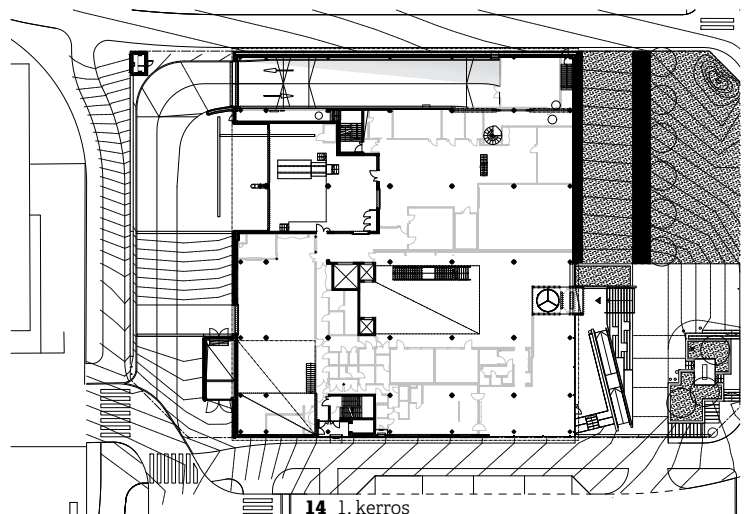
Hannu Rytty

12

12 Kattoterassi. Yläosan kontrastinen tilaelementti korostaa rakennuksen identiteettiä ja sisältää rakennuksen tekniset tilat.



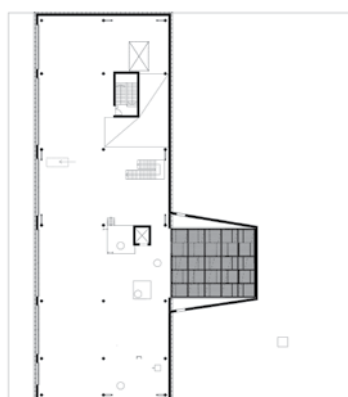
13 K1 kerros



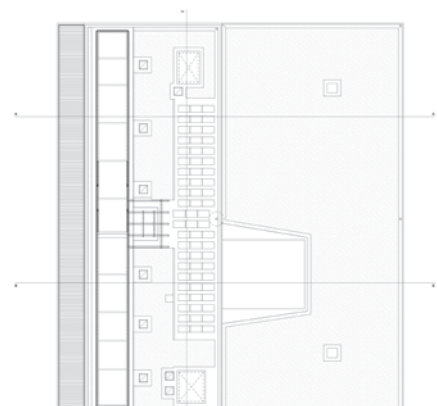
14 1. kerros



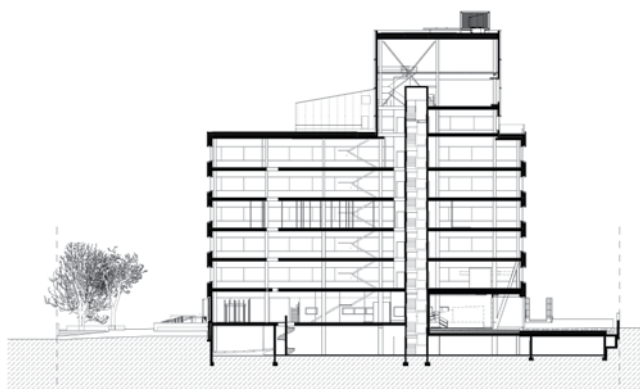
15 3.-6. kerros



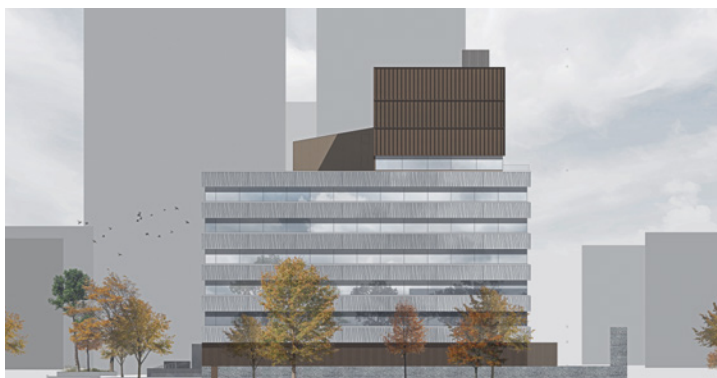
16 8. kerros



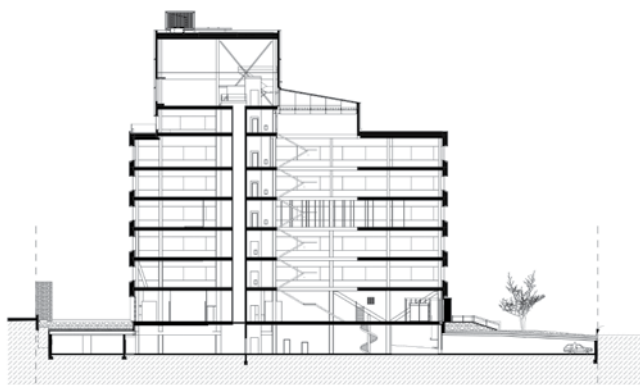
17 11. kerros, vesikattopiirustus



18 Leikkaus A



19 Julkisivu pohjoiseen.



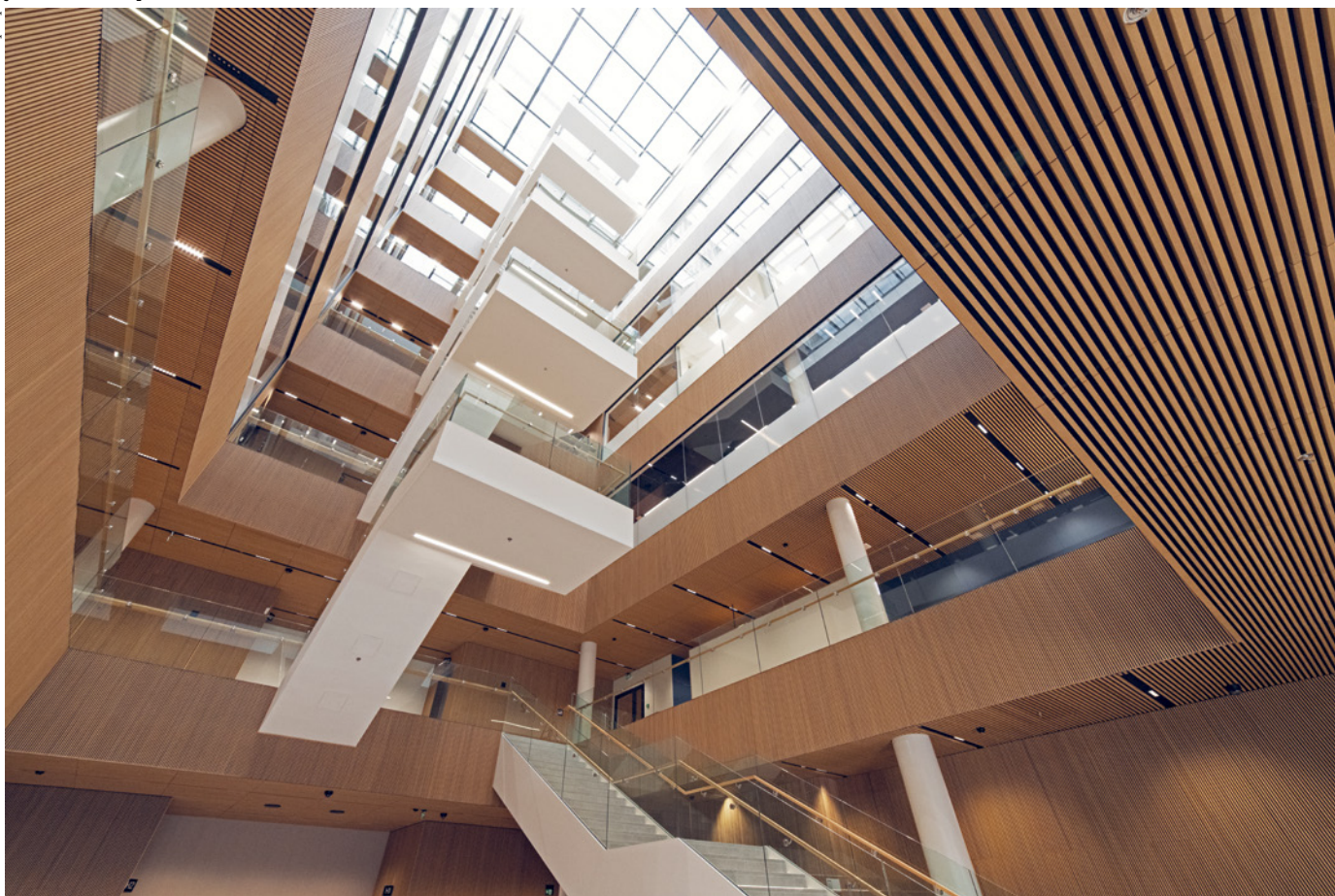
20 Leikkaus B



21 Julkisivu etelään.

22 Julkisivun rytmi toistuu sisätilojen materiaalien
ja valon käsittelyssä.

Hannu Ryrky



22



23

Betonijulkisivu -arkkitehtuuripalkinto 2025 Erica, Green Chemistry Parkille

Maritta Koivisto, arkkitehti SAFA,
päätoimittaja Betoni
maritta.koivisto@betoni.com
Lähteenä: kilpailutuomariston perustelut

Vuoden 2025 Betonijulkisivu -arkkitehtuuripalkinnon voitti marraskuussa palkittu *JKMM Arkkitehdit Oy* kohteellaan Erica, Green Chemistry Park.

Espoon Finnooseen syksyllä 2025 valmistunut Erica, Green Chemistry Park tarjoaa huipputason tilat kemian alan tutkimukselle ja kehitykselle, sekä kokoaa yhteen alan johtavat toimijat, startupit ja tutkimuslaitokset. Rakennuksen omistajat ovat A. Ahlström, Kirkon Eläkerahasto ja Aktia Henkivakuutus sekä pääkäyttäjänä toimii Kemira. "Erica, Green Chemistry Park on näyttävä edelläkävijähanke vihreän kemian ja kestävä kehityksen saralla", todettiin kilpailutuomariston perusteluissa

"Erican kaupunkikuvalliset ansiot ovat sen yleispätevässä, mutta tunnistettavassa arkkitehtuurissa ja rakennuksen nauhamainen kerrosjako näyttää tavoittelevan tietoisesti modernismin arkkitehtonisia ihanteita", sanoi tuomariston puheenjohtajana toiminut arkkitehti SAFA Panu Härmävaara.



24

Geometrinen rationaalisuus on toimistorakennuksissa usein läpikaluttu aihe, mutta tässä kohteessa lähes aineettoman lasinauhan ja monoliittisen valkobetonin yhdistelmä nostaa kohteen tyyllilajissaan kirkkaasti arjen yläpuolelle. "Elementtirakentamisen mahdollisuudet ja rajoitteet on käytetty harkitusti ja se näyttää palvelevan hyvin suunnittelijan tavoitetta", perusteluissa todettiin.

Suorakulmaisen rakennuksen peruserosten julkisivut ovat vaaleaa muotobetonina ja lasia.

Rakennuskokonaisuuden peruserosten päällä on metallilla verhoiltu tavanomaista näyttävämpi konehuonemassa. Ulkoarkkitehtuurin pääelementtien kokoama yhdistelmä antaa vihjeen, että kyseessä ei ole tavanomainen toimistotalo, vaan laajasti energiatehokasta talotekniikkaa hyödyntävä laboratoriorakennus. Maantasokerros on varmaotteinen ja istuu jyrkästi ympäristöön. Korkea ja valoisa sisäantuloaula ja ravintola ovat kaikille avoimia ja laadukkaasti toteutettuja tiloja.

Rakennuksen julkisivuissa on hyödynnetty täysimääräisesti pilaripalkkirungon antama vapaus.

"Pelkistetyn julkisivun ansiot ovat kauttaaltaan määrätietoisissa, yhtenäisissä valinnoissa ja loppuun asti viedyssä detaljisuunnittelussa. Rakennuksen julkisivun laatuvaikutelma perustuu muutamaaan avaindetaljiin, joista keskeisimmät ovat betonielementin poikkeileikkausmuoto ja pintalistaton nauhaikkuna liitoksineen. Kokonaisuuden viimeistelee lasinauhan kiertyminen nurkkien ympäri", kiteytti tuomaristo.

Julkisivun vaalean betonipinnan pystysuuntainen reliefikuvio on toteutettu muotobetoniteknikalla. Julkisivureliefin ilme elää rakennuksen neljällä sivulla säävaihteluiden ja auringon kierron mukaan.

"Reliefikuvion voi nähdä hyväntuulisena ja persoonallisena kevennyksenä muuten tiukkalinjaisessa ja klinisessä rakennuksessa. Erica on ensimmäinen rakennuskohteista, jossa on laajasti käytetty tätä Suomessa kehitettyä muotobetoniteknikkaa rakennuksen pääjulkisivumateriaalina. Valittu valmistustekniikka tukee rakennuksen käyttötarkoitusta vihreän kemian yrityskiihdyttämönä ja sen hyvään pyrkivää identiteettiä kansainvälisten innovaatioiden lähteenä", korostettiin tuomariston perusteluissa. •

EriCa Green Chemistry Park – new concrete facade architecture

The winner of the 2025 Concrete Facade Architectural Award is EriCa Green Chemistry Park in Espoo. The building provides cutting edge facilities for research and development in chemistry and serves as an assembly of the leading operators of the sector. The architecture of the property is identifiable in the urban setting, combining the ideals of modernism with geometric rationality.

The vertical relief pattern on the light-coloured concrete surface of the facade has been implemented using the form concrete technology, the new surface patterning method developed in Finland. The large windows wrapped like tape around the corners of the building on all facades complete the overall facade expression.

The high-standard finishing of detail planning as well as the material choices support the identity of the building as a business accelerator for green chemistry. Thanks to the relief pattern on the facade and the high quality of implementation, in particular, the building complex as a whole stands out in its setting.

Palkittavat tahot:

Arkkitehtisuunnittelu: JKMM Arkkitehdit Oy
Pääsuunnittelijana on toiminut Juha Mäki-Jyllilä ja projektiarkkitehtina Jukka Mäkinen
Julkisivusuunnittelussa mukana: Muotobetoni Oy
Elementti- ja rakennesuunnittelu: Ramboll Finland Oy
Tilaaaja: Kiinteistö Oy Espoon Erica
Projektinjohtokonsultti: Haahtela-rakennuttaminen Oy
Betonielementtien toimittaja: Betoniluoma Oy

23 EriCan pääsisäänkäyntijulkisivu.

24 Palkinnon vastaanottivat (vas.): Mikko Torvela (Betoniluoma Oy), Anna Melander (JKMM Arkkitehdit Oy), Juha Mäki-Jyllilä (JKMM Arkkitehdit Oy), Jukka Mäkinen (JKMM Arkkitehdit Oy), Raija Siikamäki (Muotobetoni Oy), Pia Lindborg (A. Ahlström Kiinteistöt Oy), Juhani Jalava (Haahtela), Simo Pulli (Haahtela), Tuukka Turunen (Haahtela) ja Emil Sundman (Ramboll Finland Oy).

Betonijulkisivu-arkkitehtuurikilpailu

Betoniteollisuus ry:n elementtijaoksen jo kymmenennen kerran järjestämän Betonijulkisivu-arkkitehtuuripalkinnon tarkoituksena on tuoda esiin onnistuneesti toteutettuja betonijulkisivukohteita ja niiden suunnittelijoita. Kilpailu järjestetään joka toinen vuosi. Kilpailussa palkitaan voittaneen julkisivun suunnitellut arkkitehtuuritoimisto 5.000,- eurolla.

Palkinnon tärkeimpinä arvosteluperusteina ovat julkisivun arkkitehtoninen kokonaisuus, yksityiskohtien suunnittelu, betonin ominaisuuksien laadukas hyödyntäminen, uuden kehittäminen ja kohteen soveltuminen ympäristöön.

Betonijulkisivu-arkkitehtuuripalkinto 2025 tuomariston puheenjohtajana toimi arkkitehti SAFA Panu Härmävaara ja jäsenenä arkkitehti SAFA Ville-Pekka Ikola sekä arkkitehti SAFA, päätoimittaja Maritta Koivisto. Tuomariston sihteerinä toimi DI, jaospäällikkö Janne Kihula Betoniteollisuus ry:stä.

Lisätietoja: Betoniteollisuus ry, Janne Kihula, janne.kihula@rt.fi, puh. 040 514 6510

Kuvat sekä tuomariston perustelut löytyvät osoitteesta: <https://betoni.com/tapahtumat/betonijulkisivu-arkkitehtuuripalkinto/vuosi-2025/>

Meander on veistoksellinen asuinkerrostalo Töölössä

Pentti Kareoja, professori, arkkitehti SAFA
ARK-house Arkkitehdit Oy
pentti.kareoja@ark-house.com

Sami Moisio, suunnittelujohtaja
A-Insinöörit Suunnittelu Oy
sami.moisio@a-insinoorit.fi

Meander Helsinki on yli sata metriä pitkä ja polveileva, 115 asunnon asuinkerrostalo Helsingin Töölössä, joka hyödyntää rakennuspaikan näkymiä ja tarjoaa asukkailleen monipuolisia yhteistiloja sekä ekologisia ratkaisuja. Rakennuksen kantava runko on paikallavalettua teräsbetonia, ja perustukset ovat pääosin kallionvaraisia.

Arkkitehtuuria ja materiaalien vuoropuhelua

Asuinkerrostalo Meanderin muoto hyödyntää rakennuspaikan näkymiä ja synnyttää ympärilleen intiimejä lähiulkotiloja. Yli sata metriä pitkä, polveileva rakennusmassa sisältää 115 asuntoa ja sen korkeus vaihtelee kahdesta seitsemään kerrokseen. Rakennus kulkee suorakulmaisen tonttinsa läpi kuin musiikillinen nuottiviivasto. Helsingin Töölössä, Taivallahden rannalla, sijaitsevaa tonttia reunustavat asuinrakennukset ja historiallisesti merkittävät Taivallahden autopataljoonan rakennukset

Koko rakennusta kiertää lasilla verhoiltu, suojaava parvekevyöhyke. Meanderin kantavana rakenteena toimivat kohtisuorat betoniseinät, ja julkisivu on verhottu vaakasuuntaisilla, lämpimään sävyyn kuullotetuilla puupaneeleilla.

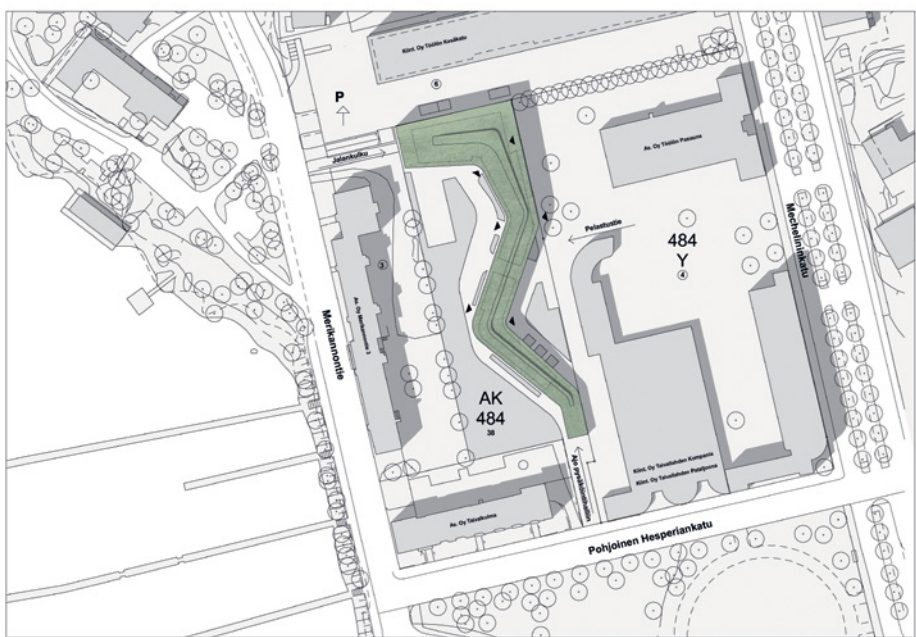
Kaikki asunnot avautuvat maisemaan korkeiden ikkunoiden ja yksityisten parvekeiden kautta, näkyminä joko Taivallahden satama-alue, tai Hesperianpuiston vehreys. Yöllä rakennus hehkuu kuin jääveistos.

Rakennukseen on sisällytetty materiaalien ja yksityiskohtien kokemuksellinen ulottuvuus. Räätilöidyt ovenkahvat, valaisimet, käsinkudotut villamatot ja valetut koirankulhot heijastavat Meanderin muotoa. Kaikki puu on paikallisesti hankittua, mukaan lukien kestävästi korjattu suomalainen kuusi ulkoverhouksessa, parvekkeissa ja ikkunoissa.

Asukkaiden yhteisiä tiloja ovat muun muassa saunat, joogastudio, viinikellari, yhtei-

1 Asemapiirros.

2 Penkit ja istutusaltaat jakavat piha-alueen pienempiin osiin. Lasitettujen ulokeparvekkeiden alapinta hehkuu sinisenä.



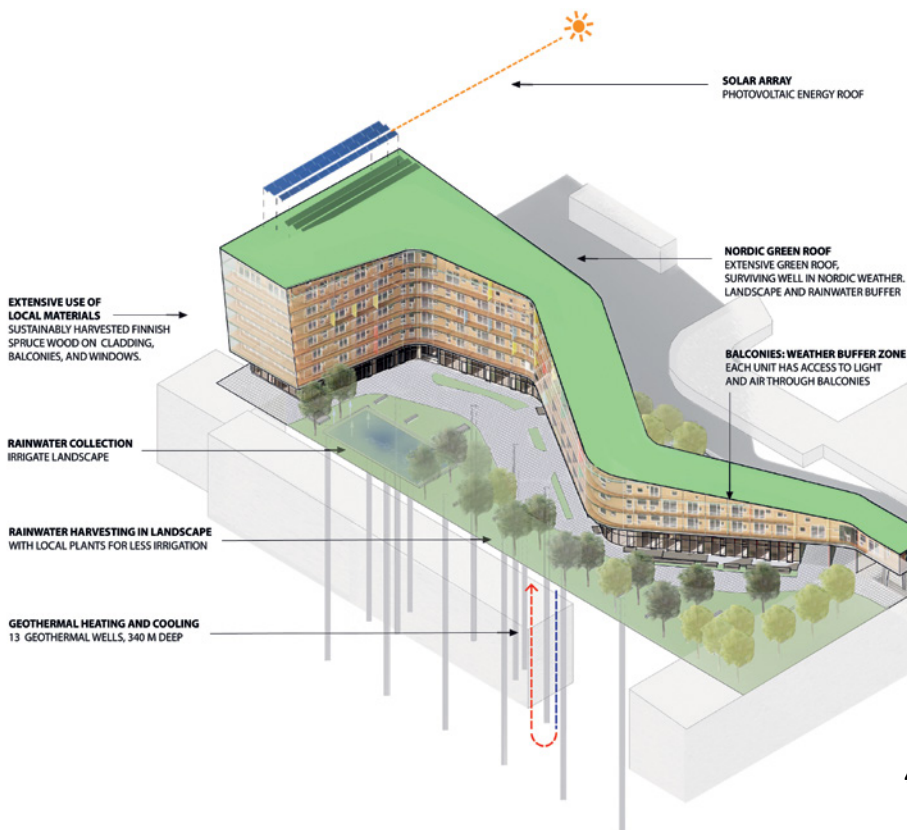
ARK-house Arkkitehdit

Anders Portman





3



4

3 Meanderin naapureina on Autokomppanian matalia funkkiskasarmeja (Martta Martikainen 1936) sekä asunnoiksi hiljattain muutettu Yleisradion entinen toimitalo (Kurt Simberg 1968). Meren puoleiset kerrostalot on suunnitellut Elsi Borg 1950-luvun alussa.

4 Kuusitoista maalämpökaivoa lämmittää ja viilentää rakennusta, ja kaikissa asunnoissa on lattialämmitys. Pihat sisältävät sadeveden keruujärjestelmiä.



5

5 Parvekkeiden lasitus antaa rakennukselle yhteisen ilmeen. Jokainen talon 115 huoneistosta on erilainen.

6 Päätyjulkisivu etelään.

set oleskelu- ja coworking-tilat sekä 12-paikainen elokuvateatteri. Taide ja arkkitehtuuri yhdistyvät suomalaisen kuvataiteilijan *Fanny Tavastilan* teoksissa; hän loi uniikkeja töitä jokaisen asukkaan kotiin sekä Meanderin yhteisiin oleskelutiloihin.

Steven Holl Architects saavutti kansainvälistä mainetta voitettuaan kansainvälisen kilpailun Helsingin nykytaiteen museon suunnittelusta. Voittanut ehdotus *Kiasma* valmistui vuonna 1997. Meander merkitsee studion

paluuta Helsinkiin. Projekti toteutettiin yhteistyössä ARK-house Arkkitehtien kanssa.

Vuonna 2021 Newil&Bau osti hankkeen ja kehitti sitä edelleen lisäämällä huolellisesti suunnitellut piha-alueet, kuratoidut sisätilat ja innovatiiviset, asukaslähtöiset palvelut. Meander valmistui vuonna 2024.

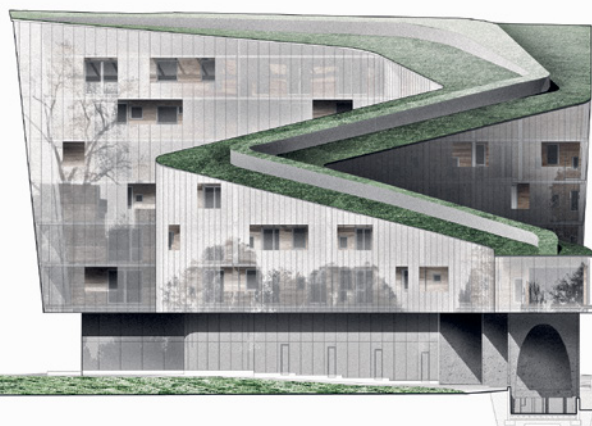
Kestävyys ja ympäristö

Kuusitoista maalämpökaivoa lämmittää ja viilentää rakennusta, ja kaikissa asunnoissa on lattialämmitys, mikä minimoi rakennuksen elinkaaren aikaiset päästöt.

Laaja viherkatto ja aurinkopaneelientä tarjoavat suorituskykyä ja luovat viihtävän, maisemallisen kävelyreitit. Rakennusmassojen muotoilemat pihat sisältävät sadeveden keruujärjestelmiä ja monipuolista kasvillisuutta, mukaan lukien luonnonvaraisia kotoheräisiä lajeja.

Rakenteissa paikallavalettua teräsbetonia

Meanderin rakenteet ovat poikkeuksellisen vaativia. Lähes kaikki kantavan rungon rakenteet ovat paikallavalettua teräsbetonia. Rakennuksen rungossa on paljon ominaisuuksia ja



6



Tuomas Uusheimo

7



8



Anders Portman

9



10

Meander on veistoksellinen asuinkerrostalo Töölössä

7 Kantavia betonirakenteita. Pysäköintihallin ajoluiska sijaitsee rakennuksen päädyssä.

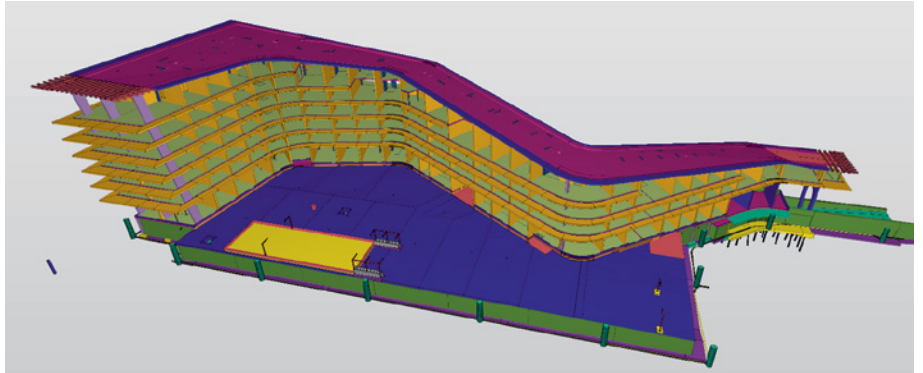
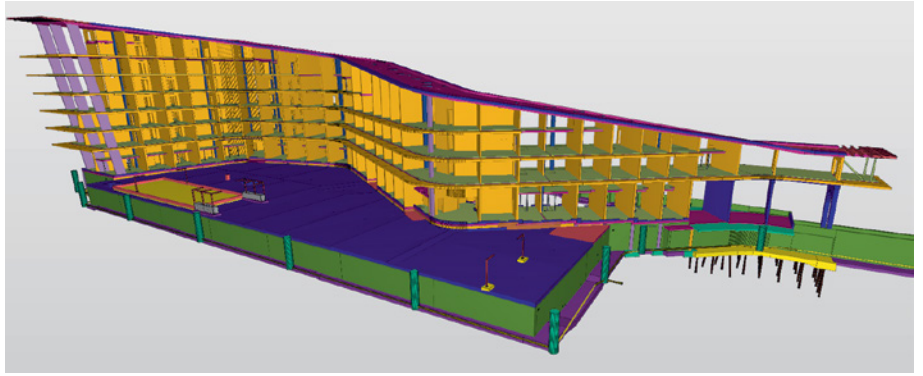
8 Betonirunkorakenteita työmaalla.

9 Päätyjulkisivu etelään. Pysäköintihalliin ajetaan rakennuksen kapeassa päädyssä olevaa luiskaa pitkin.

10 Paikallavalettuja runkorakenteita työmaalla.

11a ja b Rakennuksesta tehtiin tarkat tietomallikuvat. Perustukset ovat pääosin kallionvaraiset. Paalutettu perustus on rakennuksen kapeimman ja matalimman osan päädyssä

12 Holvikaaren rakenne- ja raudituspiirustus.



A-Insinöörit

11a ja b

yksityiskohtia, joiden takia paikallavalettu runko oli selkeästi paras vaihtoehto.

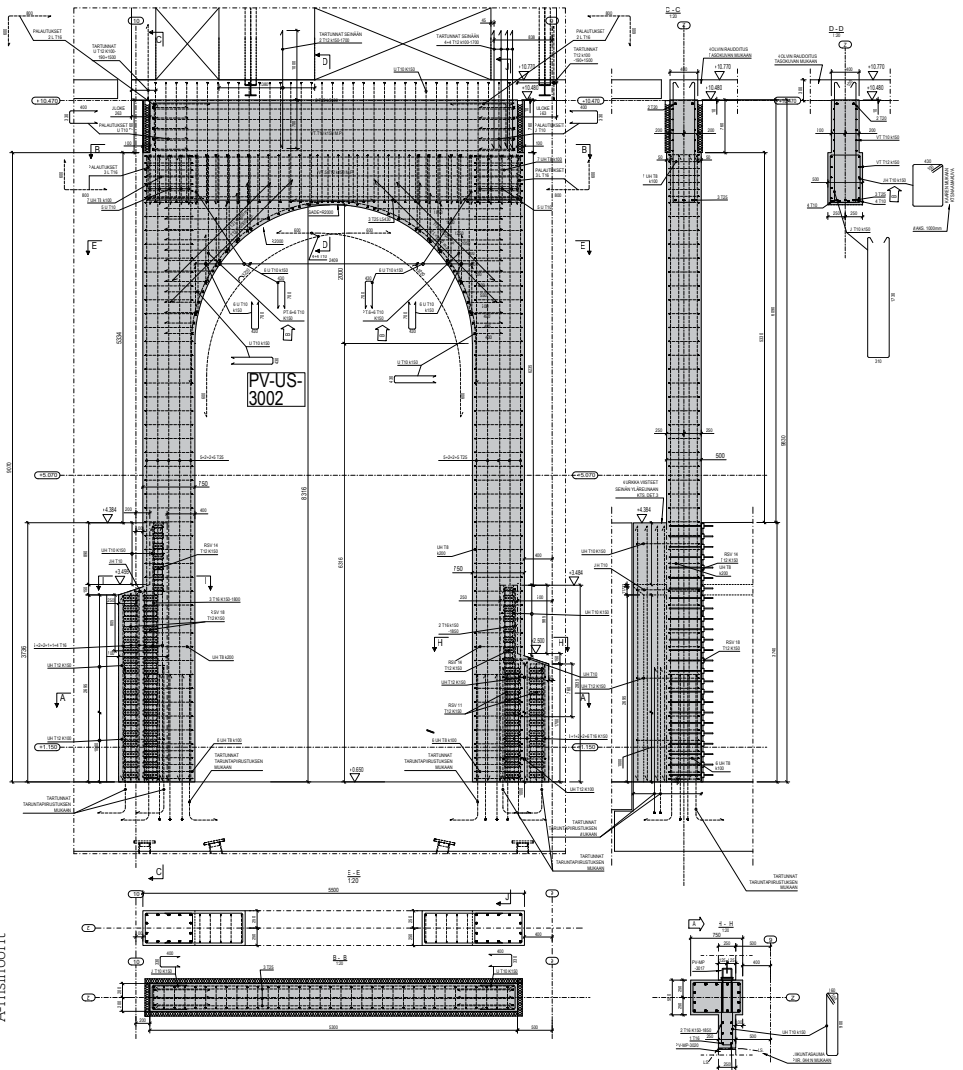
Perustukset ovat pääosin kallionvaraiset. Paalutettu perustus on rakennuksen kapeimman ja matalimman osan päädyssä. Kohde sijaitsee meren tulva-alueella, eli kaikki perustus-, kellari- ja autohallirakenteet tehtiin vesitiiviinä rakenteina.

Rakennuksen paikallavaletussa kantavassa rungossa on paljon kaarevia, vinoja ja kaltevia pintoja, joiden muotokielen rakentamiseen paikallavalu sopi hyvin. Kohteessa jokainen pilari, seinä ja laatan kohta on yksilöllinen eli toistoa kohteen rakenteissa oli verrattain vähän.

Rakennuksen rungossa on mm. seinäpalkkeja, lippupalkkeja, kaarevia palkkeja, uloke-laattoja ja hoikkia pilareita. Autohallin kansi on jälkijännitetty pilarilaatta.

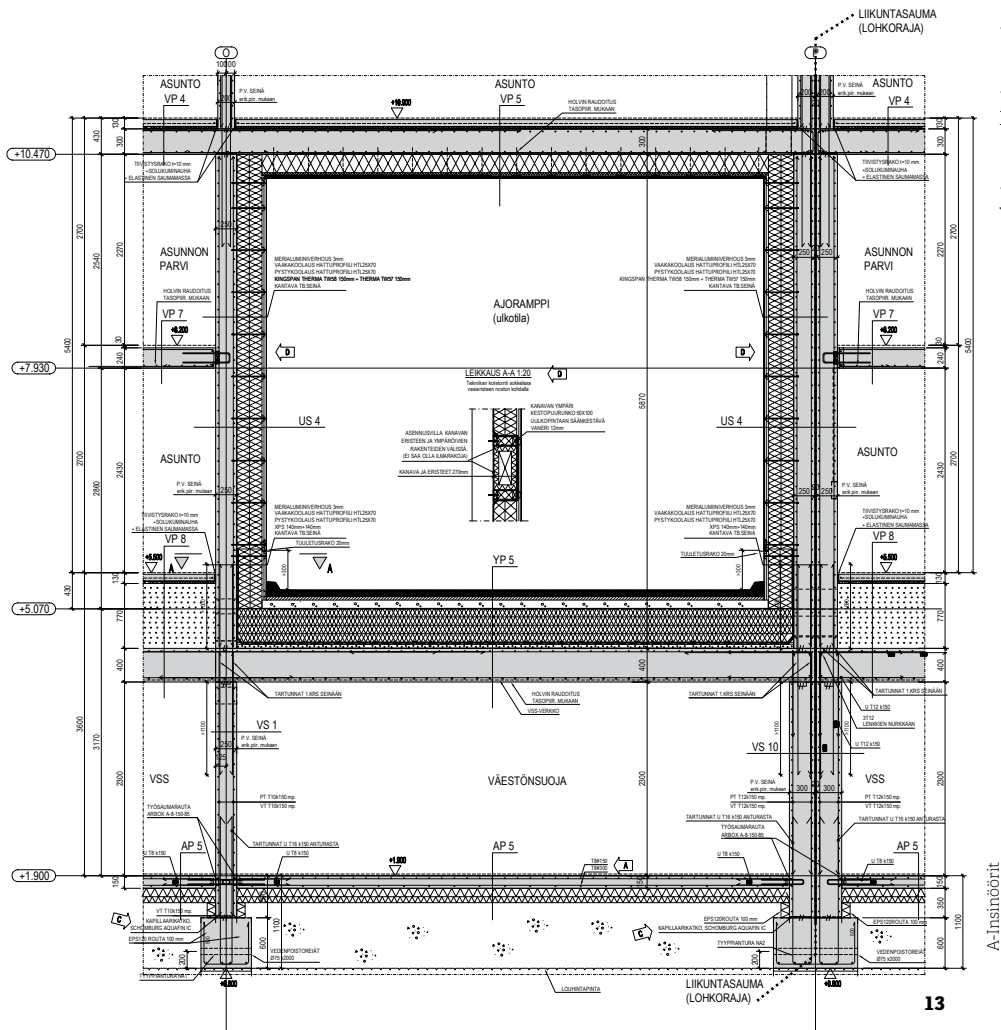
Rakennuksen erittäin haastavassa yläpohjalaatassa ei ole vaakasuoria kohtia lainkaan. Koko vesikatto on kaltevaa viherkattoa. Yläpohjalaatan esittäminen pelkästään perinteisillä suunnitelmilla oli haastavasta geometriasta johtuen mahdotonta.

Rakennuksesta tehtiin tarkka tietomalli, joka oli avuksi varsinkin vaikeasti hahmotettavien rakenteiden mitoituksessa, yhteensovituksessa ja selkeyttämisessä. •



A-Insinöörit

VSS3
120



- 13 Väestönsuojan rakennepiirustus.
- 14 Paikallavalettuja lautamuottipintaisia seinära-kenteita työmaalla.
- 15 Puhdasvalupinnat jätettiin näkyviin julkisivuissa. Valmisbetonia työmaalle toimitti Swerock Oy.

ARK-house Arkkitehdit



ARK-house Arkkitehdit

14



ARK-house Arkkitehdit

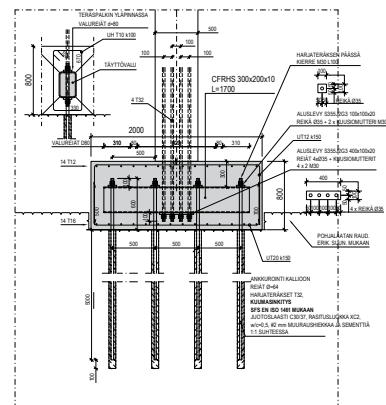
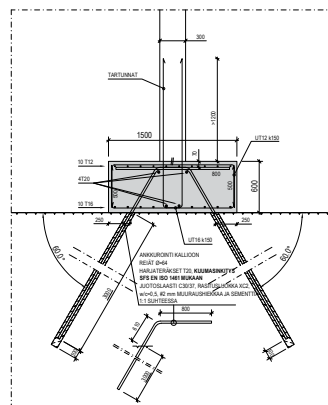
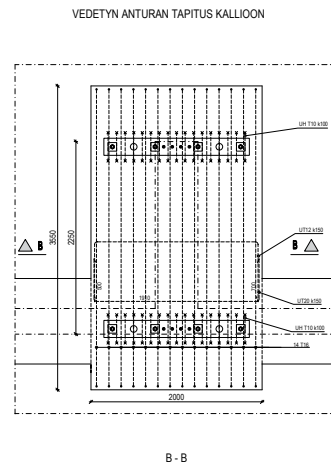
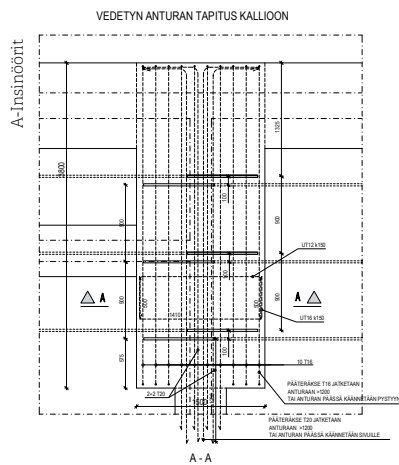
15



16



17



18

16 Paikallavalettuja sisäseinärakenteita. Lattioissa on lattialämmitys.

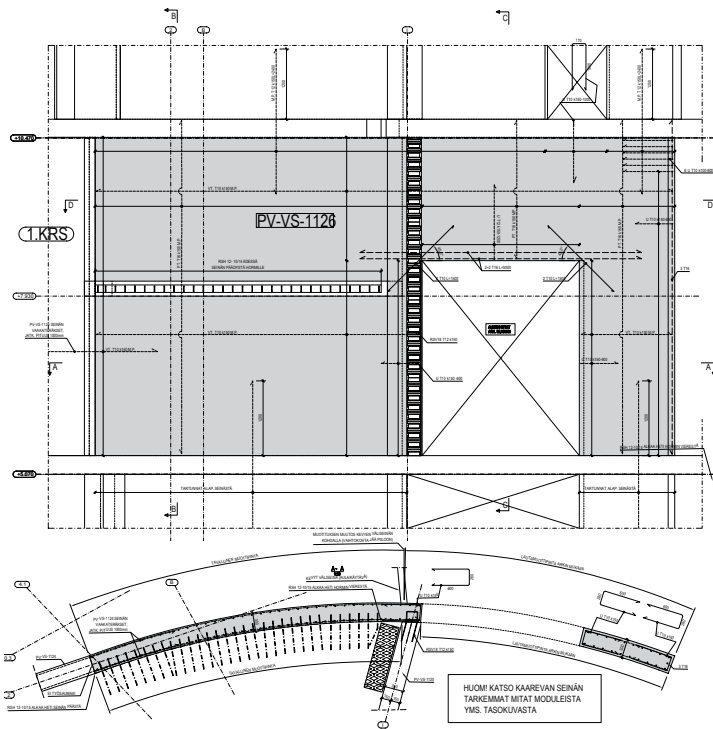
17 Valmiit paikallavaletutu betoniseinät maalattiin valkoisiksi. Sininen väri jatkuu ulkona ulokeparvekkeiden alapinnassa.

18 Vetoankkuroitujen anturoiden rakennepiirustuksia. Kuvissa vedetyn anturan tapitus kallioon.



Anders Portman

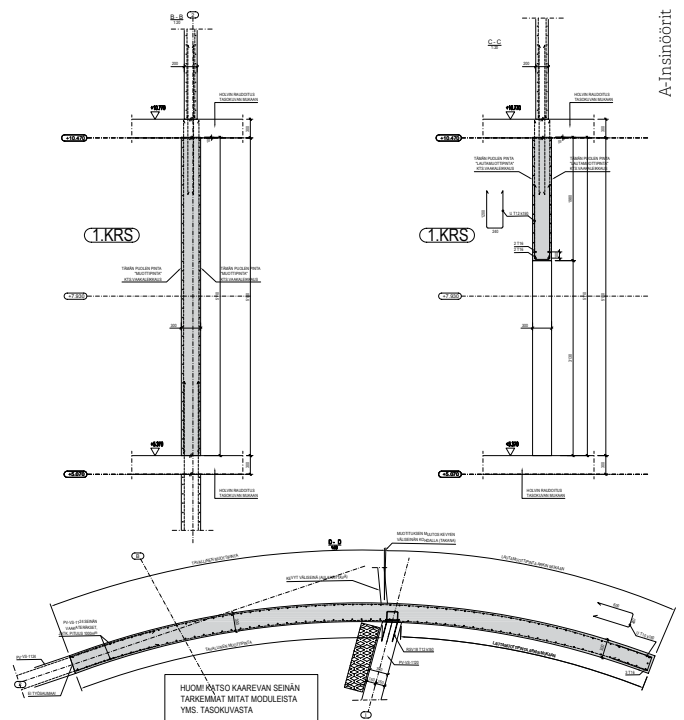
19



20

19 Käytävä- ja aulatiloissa on hiottu betonilattia.

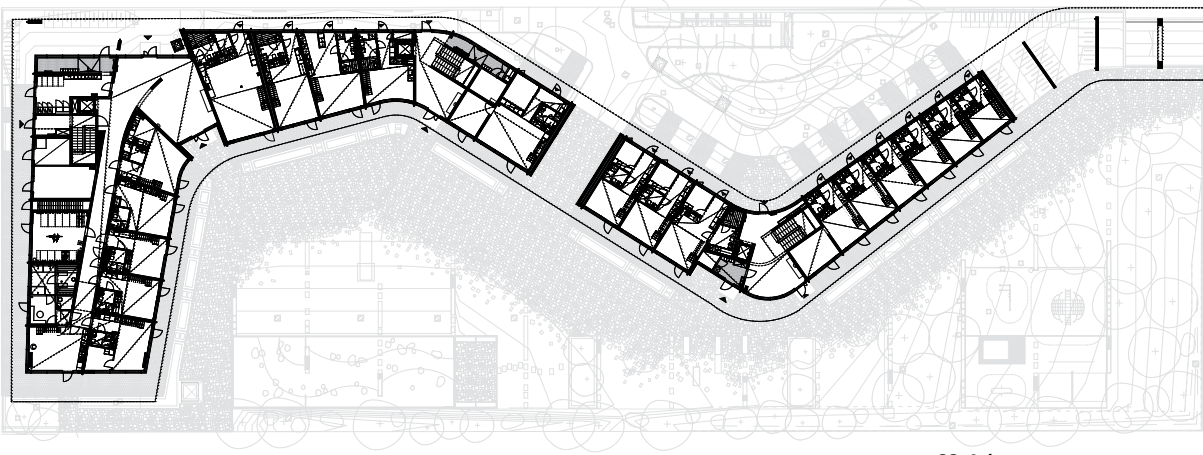
20 Paikallavaletun seinän rakennepiirros ja seinäleikkaukset.



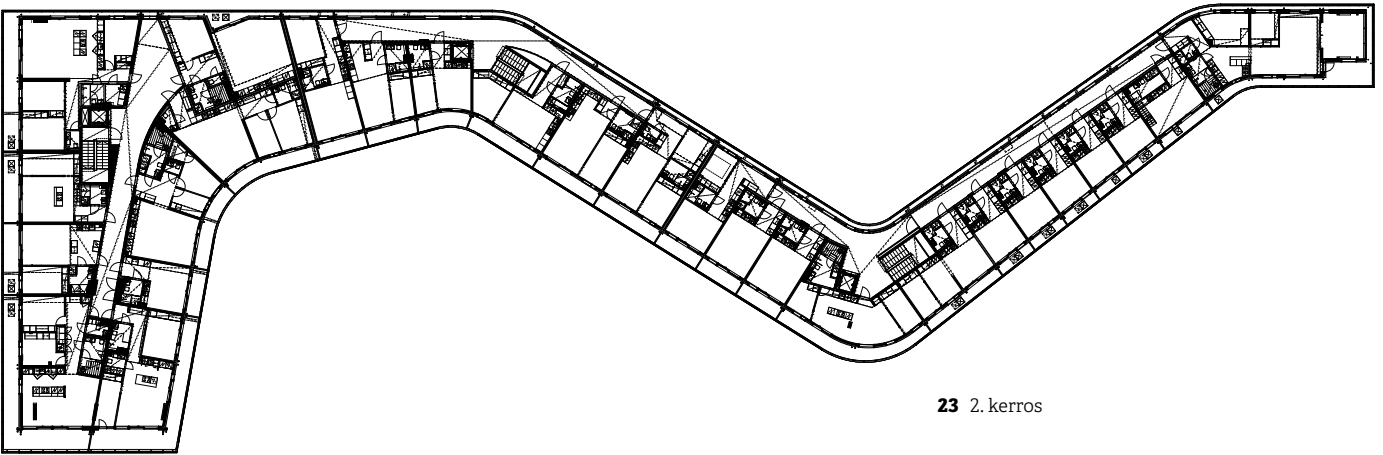
A-Insiinöörit

21 Valoisissa aulatiloissa on Meanderiin suunniteltuja penkkejä ja valaisimia. Paikallavaletut lautamuottipintaaiset betoniseinät on maalattu valkoiseksi.





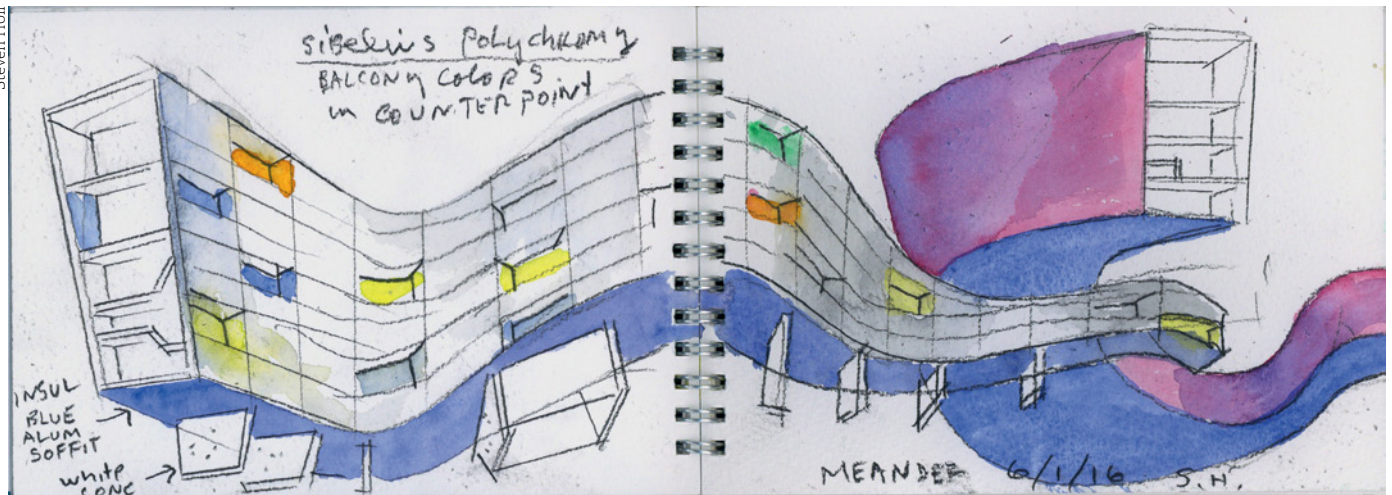
22 1. kerros



23 2. kerros



Steven Holl



25

24 Rakennuksen veistoksellinen muoto näkyy huoneistojen sisätiloissa. Osa huoneistoista on kaksikerroksisia.

25 Arkkitehti Steven Hollin värisuunnitelmaluonnos.

26 Meanderiin on suunniteltu yksilöllisiä valaisimia ja kalusteita.

27 Näkymä lasitetulta ulokeparvekkeelta.

Angel Gil



26

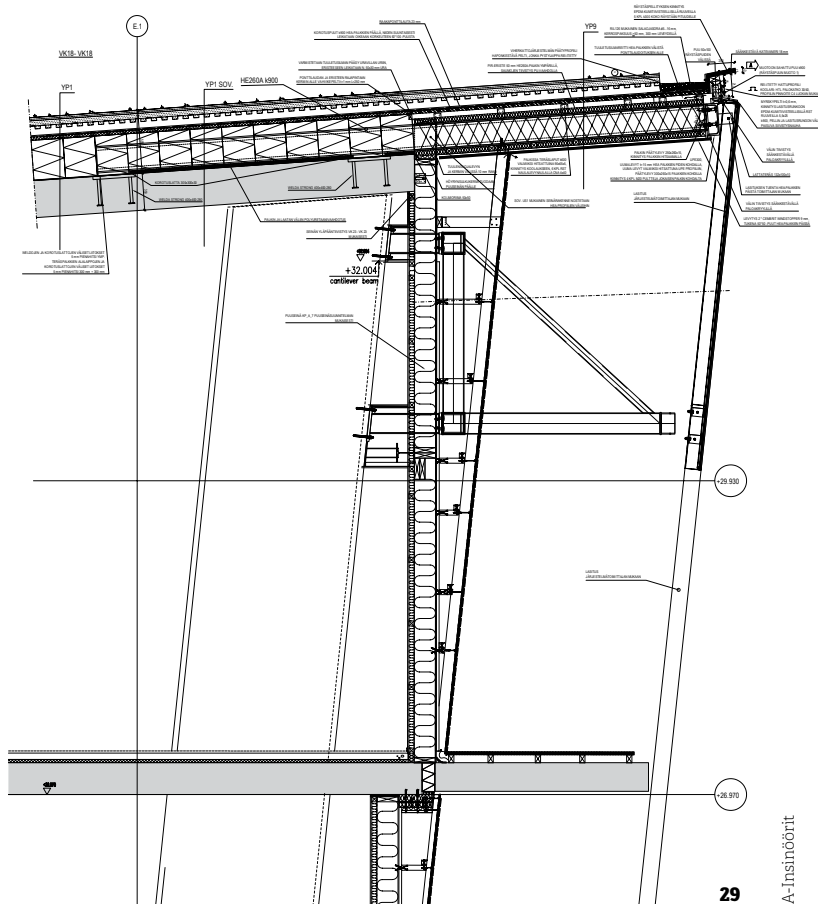
Angel Gil



27



28



A-Insinöörit

29

As Oy Töölön Meander, Helsinki

osoite: Pohjoinen Hesperiankatu 35, Töölö, Helsinki

Arkkitehtisuunnittelu: Steven Holl Architects / Steven Holl, Noah Yaffe, JongSeo Lee, ARK-house Arkkitehdit / Pentti Kareoja, Pauli Terho

Kilpailuvaiheen pääarkkitehti: Vesa Honkonen Architects

Tilaaaja, rakennuttaja: Newil&Bau Oy

Käyttäjä: As Oy Töölön Meander

Urakoitsija: SSA Rakennus Oy

Laajuus: bruttoala 14040 m², 7 800 k-m²

Valmistusvuosi: 2024

Kaavoitus: Helsinki City Planning Office: Janne Prokkola

Rakennesuunnittelu: A-insinöörit Suunnittelu Oy / Sami Moisio

Sisustussuunnittelu: Fyra Oy

Maisema-arkkitehtuuri: VSU Maisema-arkkitehdit Oy

LVI-suunnittelu: Sitowise Oy

Sähkösuunnittelu: Sitowise Oy

Palotekninen suunnittelu: Sitowise Oy

Lasitus: Stamper Solutions Oy

Valmisbetonin toimittaja: Swerock Oy



30



ARK-house Arkkitehdit

31

28 Pihatilat on jaettu pienempiin osiin, joissa on monipuolista kasvillisuutta, mukaan lukien luonnonvaraisia kotoperäisiä lajeja.

29 Vesikatto- ja seinäleikkaus.

30 Pihan leikkipaikka.

31 Arkkitehdit Pentti Kareoja (vas.) ja Steven Holl.

Meander, Helsinki

Steven Holl's Meander was chosen as the winner of an invitation-only design competition for Helsinki's disused Taivallahti Barracks site back in 2006. After two decades of twists and turns, a developer was finally found to turn the architect's far-from-ordinary vision into a reality. At this stage, Finland-based ARK-house Arkkitehdit was brought on board as a local consultant.

The core design concept first put forward in the original competition submission has been retained and, happily, the architecture has stood the test of time. Meander is an excellent example of how infill development can be used to deliver greater density in an existing residential area. The idiosyncratic solution does a great job of responding to the challenges brought by a site that does not offer much room to work with. Meander starts off low next to the former barracks buildings, rising as it extends towards the tall residential buildings that predate it here. The open spaces that remain between Meander and the buildings around it are an important part of the finished result.

Serpentine in appearance, the building has duplex apartments complete with loft-style inte-

riors on the ground floor. Above them, vast glass walls soar upwards, offering privacy and protection for the balconies and timber-clad facades behind. The upper floors are home to a series of apartments with stunning sloping ceilings.

"A ship in a bottle" is how the architect himself has described the design. The building's sculptural form has offered a seemingly endless series of exciting possibilities, including homes offering something a little bit out of the ordinary. Not one of the 115 units here is the same, and they each have their own distinct identity. Excitingly, they have been created to meet the needs of people at different ages and stages of life.

Text source: Finlandia Prize for Architecture 2025 jury.

Kaupunkitalo Carlotta – betonista

Tarja Nurmi, arkkitehti SAFA
arkkivahti@gmail.com

Berliinin Charlottenburgin kaupunginosassa on uusi ja niin sanottuja klusteriasuntoja käsittävä hotellimainen kerrostalo nimeltään Carlotta. Aito kaupunkitalo se on sikäli, että jalkakäytävän vieressä on liiketiloja, kuten päiväkahvila ja pieni kuntokeskus. Perinteisen asuntokadun julkisivurivistössä uusi rakennus on paikannut aukon, jonka nyt täyttää naapuritalojen kokoon ja olemukseen hyvin sopeutuva uudenlainen asuntohotelli. Arkkitehti Tarja Nurmi kävi koeasumassa paikan päällä.

Rakennuksen varsinainen runko on paikalla valettua betonia. Katujulkisivu on rakennepaksuudeltaan noin 50 cm lämpöä eristävää kevytbetonia. Kadulle avautuvat suuret puualumiini-ikkunat. Lisää elävyyttä julkisivuun tuovat asuinkehyksen suurten, ikään kuin taulunkehysten ympäröimien ikkunoiden ulkopuolella sijaitsevat liikusäleiköt.

Tavanomaisesta asuntohotellista Carlotta eroaa siten, että siinä on itsenäisiä yksiköitä, joita voidaan pariovien avulla yhdistää kokonaiseksi huoneistoksi – siitä nimitys ”klusteriasunnot”. Ideana on, että rakennuksessa voi asua useitakin kuukausia, mutta ei pysyvästi. Konsepti sopii yhtä hyvin yksin matkustavalle kuin ystävä- tai työryhmille, jalkapallojoukkueille tai vastaaville sekä perheelle tai suvulle, joka haluaa viettää merkkipäiviä tai vaikkapa loma- tai joulukauden Berliinissä.

Carlotta on tehty betonista

Arkkitehtitoimisto Grüntuch Ernst on jo aikaisemmin muokannut viereisen tontin entisestä naisvankilasta yhden Berliinin jännittävimmistä ja puutarhasuunnittelun puolesta esimerkillisimmistä hotelleista, nykyisin nimeltään Wilmina. Entisen vankilan köynnöksen jo vuosikymmenien ajan verhoama pohjoispuolen palomuuriseinä on naapuritontin eli nykyisen Carlottan suunnittelussa otettu huomioon kerrassaan mestarisella

tavalla. Huolimatta Carlottan rakennustöistä ja pihakannen alle toteutetusta betonirakenteesta autohallista, on pörheä usean kerroksen korkuinen köynnös pystytty suojelemaan ja säilyttämään sellaisenaan.

Betonilla on kokonaisuudessa pidättyväinen, mutta katujulkisivuun hienostunutta koristeellisuuttaakin tuova rooli. Pohjapiirroksesta on nähtävissä, että loivasti vekietyssä katujulkisivussa on taiten mitoitettu, hieman krouvi betonireliefimäinen kehys suurille ikkunoille. Katutason julkisivu on suora, mutta ylempien kerrosten julkisivuratkaisu ulkonee erkermäisenä.

Kadun varrella on toiselta maailmansodasta säilynyttä vanhempaa ja uudemmpaa rakennuskantaa sekä suuria katupuita. Arkkitehtien valinta uudisrakennukselle edustaa peräänantamattomalla tavalla nykyarkkitehtuuria, mutta sopii mukavasti ympäristöönsä.

Pihajulkisivu koostuu loivasti poimuilevista, betonielementtiseinäkkeiden kehys-tämästä, lasikaitein varustetusta parvekerivistöstä. Parvekkeille avautuvat huoneiden ikkunat ja liukuikkunaovet ovat täyskorkeita, huoneiston seinän korkuisia. Oleskeluun tarkoitettut parvekkeet ovat syviä, joten liukuikkunaovia on mahdollista pitää auki myös sateella. Parvekevyöhykkeen betoniset umpinaiset seinäkeosat toimivat osittain myös näkösuojana.

Kauniisti ratkaistuja tilahaasteita

Rakennukseen on rakennettu maanalainen paikoitushalli, asukkaiden ja viereisen hotellin vieraiden ajoneuvoille. Halliin ajetaan luiskaa myöten Pestalozzistraßelta, jolta on käynti myös Carlottan porrashuoneisiin. Betoniseinäiset portaikot ovat elementeistä ja osin paikalla valettuja rakenteita. Sisääntuloaulojen lattioissa on käytetty luonnonkiveä.

Kellarikerroksessa sijaitsevat myös jätteen kierrätyshuone, kahvilan ja muiden liiketilojen aputilat sekä lukittavat paikat asukkaiden ja työntekijöiden polkupyörille.

Paikoitushallin ja entisen vankilan tontin väliin on taiteiltu loiva kahden muurin reunustama luiska. Muhkealle köynnökselle on jätetty alkuperäinen kasvutila ja tilaa juuristolle toisen luiskaa reunustavan betonimuurin suojaan. Luiska palvelee myös matkalaukkujen kanssa kulkevia tai pihan kautta alas autohalliin meneviä sekä rakennuksen huoltoa.

Carlottan pihalta on vanhan tiilimuurissa olevan pikkuportin kautta käynti entisen vankilan eli Wilmina hotellin esimerkiksi istutetulle pihalle. Samalla voi käydä tutustu-







2

4

3

5



massa naapurihotellin tiloihin. Vanhan vankilan tiloihin on rakennettu ravintola ja hotelli Wilminan puolella tarjoillaan aamiaista.

Katutasen liiketilat avautuvat myös Carlotan vehreälle pihalle. Vaikka pihan alla on autohalli, istutukset ja pihan pienet kumpareet sekä piha-alueen vihreä kasvillisuus luovat suojaosan puutarhamaisen vaikutelman. Pörheä ja näyttävä seinäköynnös pehmentää myös ympäristön ääniä. Carlotassa on vain päiväkahvila, jotta asukkaita tai vierailijoita ei häiritä sisäpihan terassilla iltamyöhään. Asukkaina on usein pidemmäksi ajaksi asunnon varanneita lomailijoita tai työhuoneiston hankkineita eri alojen ammattilaisia.

Klusteriasunnnot, mitä ne ovat

Rakennuksessa on kaksi rungon keskellä olevaa kattolyhydylä varustettua porrashuonetta sekä kummankin vieressä jokaiselle porrastasanteelle suoraan avautuva hissi. Tasanteilta on portaikkoihin ovet hissien vieressä.

Kummassakin porraskäytävässä on kerrosta kohti kaksi sisäänkäyntiä suuriin klusteriasuntoihin. Ensin tullaan sisälle eteismäiseen tilaan, josta pääsee joko toisiaan vastapäätä sijaitsevien leveiden pariovien tai tavallisen oven kautta erikokoisiin asuinyksiköihin. Kadun puolella ovat pienemmät asunnnot ja toisella puolella läpi talon oleva kahden makuuhuoneen huoneisto.

- 2 Näkymä puistomaiselle pihalle ja Wilmina hotellille.
- 3 Julkisivu Pestalozzistrasselle.
- 4 Sisäpihan julkisivu.
- 5 Porrashuone ja veistoksellinen betoniporras.



Markus Gröteke

6

Länsipuolen porraskäytävään liittyy vanhaan punatiiliseen seinämuuriin asti ulottuvan sakaran mahdollistama lähes 120 neliön kokoinen asuinhuoneisto, jonka suurempi huone voi samalla toimia kahden yhdistettävissä olevan asunnon yhteisenä oleskelutilana. Kadun puolella sen sisäänkäyntiä vastapäätä on pienempi asunto. Kun pariovet avataan, nämä asunnot toimivat yhtenä suurena huoneistona. Suuremmassa asunnossa on täysikokoinen avoin keittiö saarekkeineen, suuri ruokapöytä sekä erikseen oleskelutilat. Muuriin asti ulottuvan osan perällä on tilava makuuhuone. Kummastakin huoneesta pääsee liukuikkunaoven kautta parvekkeelle, kun taas kadun puolen asunto on parvekkeeton.

Huoneistojen sisäkatot ovat paikalla valettua betonia ja pinnat on jätetty näkyviin. Seinät on tasoitettu ja käsitelty valkoisiksi. Tiloissa on lattiaparketti sekä moderni jalopuinen kalustus. Tilava ja valkoisten pikkukaakeleiden verhoama kylpyhuone on eteisen tuntumassa. Osassa kylpyhuoneita on kylpyamme.

Pienin kadunpuoleinen klusteriasuntoyksikkö on sekin kooltaan yli 35 neliötä. Ylimässä kerroksessa on jopa yli 250 neliön kokoinen penthouse terasseineen. Pienimmissäkin yksiköissä on huoneiston kalustukseen sopiva ns. tekeittiö, kun taas suuremmissa keittiöiden varustelu vastaa perheasunnon tasoa.

Pidempiaikaisessa vuokrauksessa huoneisto varusteineen soveltuu hyvin kodin-

omaiseen asumiseen ja toimintaan. Kalustus ja varustus on toteutettu ajattoman tyylikkäästi.

Pitkään rakennuksessa asuvilla on mahdollista kotoutua lähiympäristöön ja tutustua talon kahvilassa muihin asukkaisiin tai paikalliseen muuhun toimintaan.

Pihan ja naapuritontin kautta pääsee suoraan Charlottenburgia halkovalle vilkkaalle Kantstraßealle sekä julkisen liikenteen piiriin.

6 Yhtenäinen olohuone, ruokailu- ja oleskelutila.

7 Huoneistoissa on paikallavaletut betoniset sisäkatot jätetty puhtasvalupinnoille.

8 Keittiö avautuu ruokailutilaan.

9 Kylpyhuone.

10 Suuret ikkunat avautuvat puistomaiseen pihaan.



Markus Gröteke

7

Markus Gröteke



8

Markus Gröteke



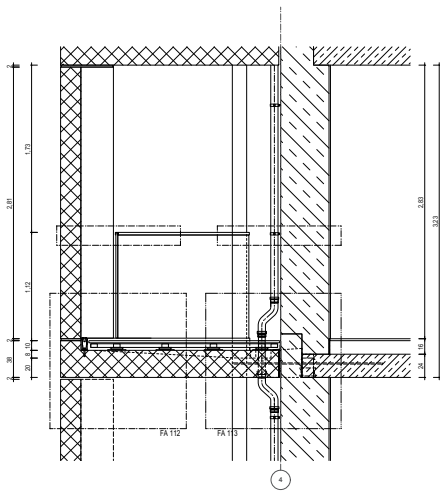
9

Markus Gröteke

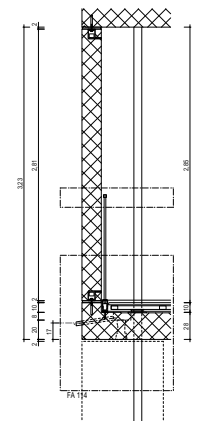


10

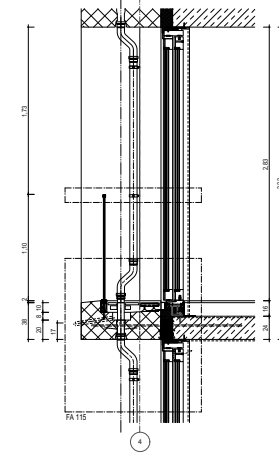
FA_110-V1



FA_110-V2



FA_110-V3



11



Markus Gröteke



13



14

Taitavaa suunnittelua

Carlotta edustaa taitavaa suunnittelua ja poikkeuksen tyylikästä betonin käyttöä niin katu- julkisivun kuin pihaympäristön sekä sisätilojen osalta. Materiaali on rehellisesti esillä jo tultaessa taloon sisälle sekä portaikoissa. Grüntuch Ernst -toimiston kokonaisuute on kaikkialla yksityiskohtia myöten vakuuttava. Ronskin betonisen auto- ja huoltokellarikerroksen yllätyksinä on Boccin tyylikkää valaisimia.

Kysymys on täydentävästä uudisrakentamisesta, joka osoittaa myös, kuinka tiiviskin kaupunkirakenne voi pihojen osalta olla kutsuva ja vihreä. Rakennus on loistava vaihtoehto ketjuhotelleille ja sen asunnoissa on viiden tähden hotellin flairia – ilman 24 tunnin huonepalvelua, hovimestareita ja muuta viiden tähden asumiseen kuuluvaa kustannuksineen. Voisi ajatella, että tämä solidisti rakennettu ns. asuntohotelli saattaisi joskus olla muuntuva pidempiaikaiseenkin eli ns. tavalliseen, mutta tavanomaisempaan yhteisöllisempään asumiseen. Klusteriasuntojen suunnitteluun Carlotta antaa mallia. •

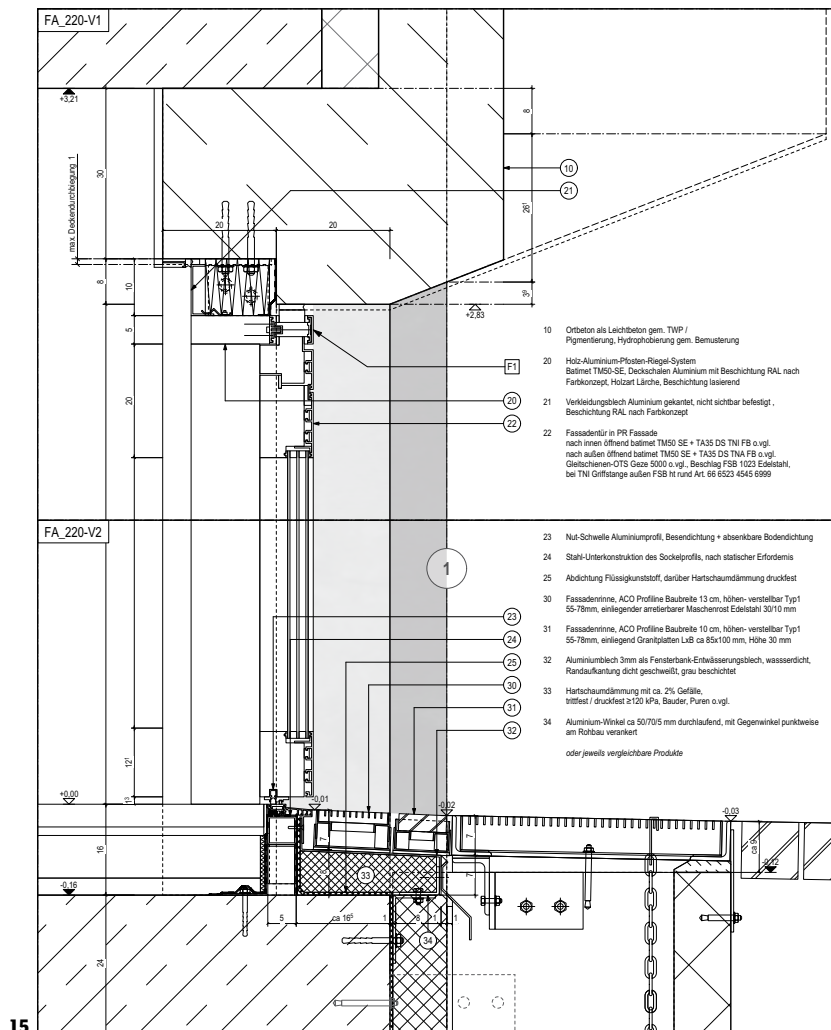
11 Julkisivuleikkaus ja detailjipiirustuksia.

12 Parvekedetailji.

13 Parvekenäkymä.

14 Kattoterassi.

15 Julkisivun yksityiskohta pohjakerroksessa kadun puolella, sisäänpäin avautuva ovi. Pystyleikkaus.





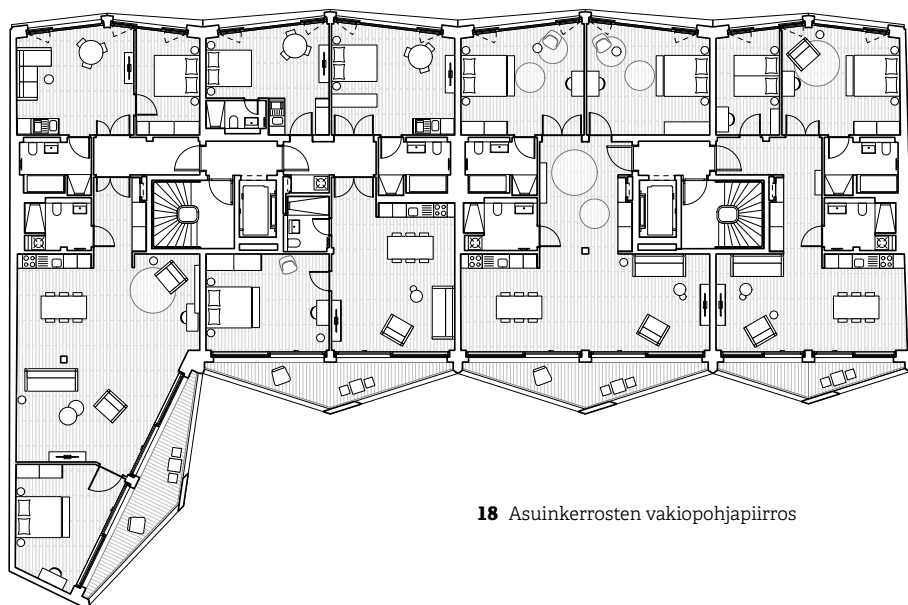
16 Sisäpihalla sijaitsee rehevä puutarha ja ulkoterassi.

17 Katukahvila Pestalozzi-kadulla.

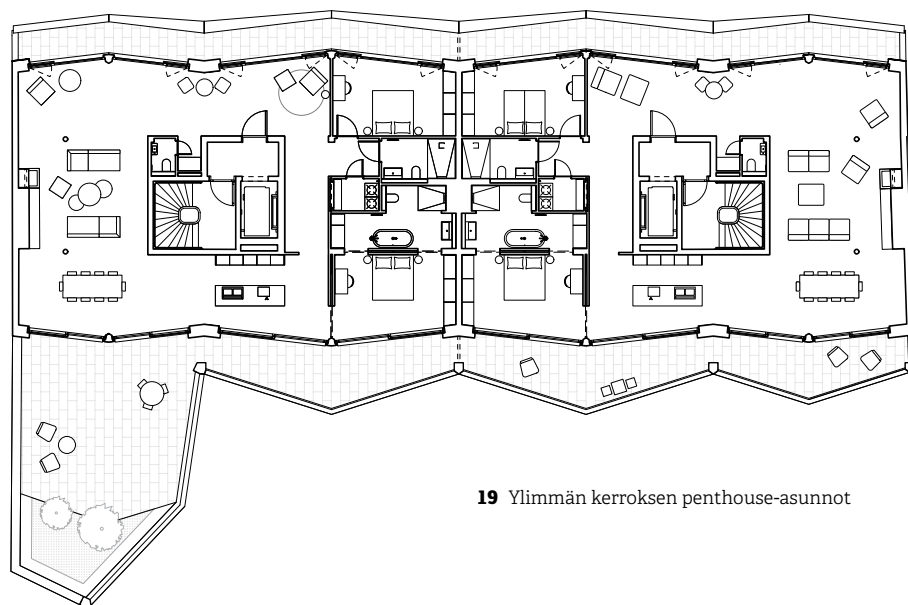
Slowdown Hotels



17



18 Asuinkerrosten vakiopohjapiirros



19 Ylimmän kerroksen penthouse-asunnot

Carlotta Berlin

Located in Berlin-Charlottenburg, "next to Wilmina" the Carlotta apartment building has been designed and developed by Grüntuch Ernst Architects, who also transformed the former women's prison on Kantstraße into the Hotel Wilmina. The new building offers a wide range of spaces for temporary living on the adjacent vacant lot on Pestalozzistraße. Carlotta provides space for residency in furnished apartments along with a café and sports studio on the ground floor.

The length of the street is divided into two residential buildings with separate addresses and access cores. The configuration of the floor plans allows for a wide range of apartment types: from small studios, which can be connected to form cluster units, to interspersed family apartments and spacious penthouse apartments.

The monolithic lightweight concrete façade on the street side is structured by a calm alternating fold. Large glass façades ensure plenty of daylight in the apartments and visual connections to the surroundings.

On the south side, the apartments are fronted by triangular loggias, creating an animated façade with spatial depth. With generous sliding doors, the living space extends without thresholds into the outdoor space above the peaceful courtyard garden that offers a view of a wall of ivy that has grown over decades.

Carlotta, Berlin

Sijainti: Pestalozzistraße 55A, Berlin-Charlottenburg

Rakennuttaja: 1. Jeonie GmbH

Arkkitehtisuunnittelu: Grüntuch Ernst Architekten

Valmistumisvuosi: 2024

Julkisivuyhdistys julkaisi väliaikaisen ohjeistuksen Kevytrakenteisten parvekekaiteiden turvallisuus



Inari Weijo, dipl.ins., Julkisivuyhdistys JSY ry, hallituksen varapuheenjohtaja ja teknisen toimikunnan vetäjä / Ramboll Finland Oy, Competence Lead, Transformation
inari.weijo@ramboll.fi
Olli Koski, dipl.ins. rakennesuunnittelija, Renovatek Oy, olli.koski@renovatek.fi
Teemu Lensu, Ins YAMK, suunnittelu-päällikkö, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, teemu.lensu@ains.fi

Kevytrakenteisten parvekekaiteiden turvallisuudesta

2000-luvulla on raportoitu useita kevytrakenteisiin parvekekaiteisiin liittyviä onnettomuuksia. Onnettomuustutkintakeskus on laatinut mm. vuonna 2016 tapahtuneesta Lahden onnettomuudesta raportin, jossa todetaan mm. suunnitteluohjeiden niukkuus koskien erityisesti levyrakenteisia kaiteita.

Lasirakenteisten kaiteiden turvallisuus on ollut pidempään julkisen huomion kohteena. Lasikaiteiden osalta on vaadittu ja myös laadittu kolmannen osapuolen tarkastuksia laskelmille ja selvityksille sekä kehitetty testauksen ohjeistusta.

Levyrakenteiset parvekekaiteet ovat jääneet kuitenkin vähemmälle huomiolle, vaikka myös niitä koskee tilanne, jossa riittävän tarkkoja suunnitteluohjeita ei ole, eikä vaatimuksia ole esitetty levyosan kestävyydelle. Myös useiden asiantuntijoiden kokemus kentällä on ollut, että levyrakenteisissa kaiteissa on havaittu niin kiinnityspuutteita kuin vaurioita, jotka vaikuttavat välittömään käyttöturvallisuuteen parvekkeilla.

"Usein vauriot voivat erottua vasta tarkemmin tarkasteltaessa, parvekekaide saattaa kauempaa tarkasteltuna näyttää eheältä. Äärimmäinen tilanne on, että puutteet tulevat esiin vasta onnettomuuden myötä. Kevytrakenteisten parvekekaiteiden tarkastus ei ole kuvailtuna missään kansallisessa kuntotutkimusoh-

jeessa, jolloin esimerkiksi betonirakenteiden tutkimuksen yhteydessä tarkastelu voi jäädä kokonaan suorittamatta. Tähän haluamme muutoksen", toteaa teknisen toimikunnan vetäjä *Inari Weijo* nykytilanteesta.

Näiden kokemusten vuoksi Julkisivuyhdistyksen hallitus antoi yhdistyksen tekniselle toimikunnalle vuonna 2024 tehtäväksi selvittää nykytilanne levykaiteiden osalta ja toimikunta päätti lähestyä asiaa opinnäytetyön kautta. Samanaikaisesti Renovatek Oy ja Lumon Oy käynnistivät lasikaiteita koskevan tutkimuksen, jossa teetettiin myös opinnäytetöitä.

Tekninen toimikunta päätyi koordinoimaan ja antamaan ohjausryhmäpanostusta molempiin, toisiaan tukeviin opinnäytetöihin. Tavoitteena oli saada käsitys siitä, mikä nykytilanne todellisuudessa on suunnittelijoiden näkökulmasta ja mitä tarvittaisiin alalle, jotta kevytrakenteisia kaiteita voidaan suunnitella, toteuttaa ja korjata turvallisesti.

Opinnäytetöiden tekijöinä olivat rakennesuunnittelija *Olli Koski* Renovatek Oy:ltä sekä suunnittelupäällikkö *Teemu Lensu* opinnäytetyön teon aikaan Sitowise Oy:ltä, nykyisin A-Insinööreiltä.



1 Olli Koski



2 Inari Weijo



3 Teemu Lensu



4 Lasirakenteinen parvekekaide.



Inari Weiho

5a



Inari Weiho

5b

Opinnäytetyö lasilevyllisen parvekekaidejärjestelmän turvallisuustekijöistä

Diplomityössään Olli Koski tutki lasirakenteisten parvekekaidejärjestelmien turvallisuustekijöitä. Työn tavoitteena oli selvittää parvekekaiteiden suunnitteluperusteita ja vaatimuksenmukaisuuden osoittamista sekä löytää kaiderakenteen kriittisin mitoitusmekanismi. Tutkimuksessa Koski analysoi 50 parvekekaiteiden suunnitelmat ja teki niihin rakennelaskelmat, sekä tarkasti kohdekäynnillä viiden parvekkeen kaiderakenteet.

Kirjallisuuskatsauksessa Koski havaitsi, ettei lasikaiteiden mitoittamiseen ole olemassa yhtä suunnitteluohjetta, vaan tarvittava tieto on edelleen etsittävä eri lähteistä. Kattavimmat ohjeet metallirungolle on löydettävissä Teräsrakenneyhdistyksen suunnittelu- ja toteutusohjeesta teräksisille ja alumiinisille kaidejärjestelmille (2022) (ladattavissa TRYn verkkosivuilta) sekä kaidelasille Tasolasiyhdistyksen verkkosivuilta löytyvistä kaidelasin mitoitusohjeet (päivittyvä ohje verkkosivuilla). Myös tämän opinnäytetyön laskenta toteutettiin pääasiassa näitä ohjeita noudattaen.

Kosken tekemien rakennelaskelmien perusteella lasi oli olemassa olevien kaiderakenteiden mitoittavin osa ja vain alle puolet aineiston kai-

teista täytti niille asetetut tekniset vaatimukset. Toisin sanoen Eurokoodin mukaisten kuormien vaikutus ylitti rakenneosan kestävyysjakauman puolella tarkasteltuja rakenteita. Puutteita oli sekä suunnitelma-aineiston kaiteissa että paikan päällä tutkituissa kaiteissa.

Merkittävimmät puutteet olivat lasien pistekuormakestävyys. Pistekuorma on vaakasuuntainen hyötykuorma eli rakenteen käyttöä edustava kuorma, jonka suuruus on 0,3 kN. Lasin murtotapa on hauras eli se menettää lujuutensa kokonaan, kun se murtuu. Siksi suurimman kuormituksen hetkellä on riski, että lasilevy pettaa menettäen heti lujuutensa. Aineiston kaiteiden korkeuksissa ja aukotuksissa Koski ei havainnut puutteita.

Lasikaiteiden suunnittelun ja lujuuslaskennan voi tehdä siis kahden erillisen ohjeen mukaan. Ohjeita tulisi Kosken mukaan täydentää siten, että otettaisiin tarkemmin kantaa missä menee raja sille, onko uudelle kaiderakenteelle tarpeellista tehdä väsymistarkastelu. Tätä voisi tutkia esimerkiksi omana opinnäytetyönä. Korkean rakennuksen yläkerroksissa ulkonurkalla tuulikuormat ovat suuria ja tuulikuorma on väsyttävä kuorma, ja rakenteiden on käyttöturvallisuusasetuksen mukaan kestävä niihin vaikuttavat kuormat koko käyttöikänsä ajan. Eurokoodin ohjeiden mukaan

5a ja 5b 2000-luvulla uusitut parvekekaiteet, joissa kuitusementtilevy toimii aukon putoamissuojana. Lähempi tarkastelu paljasti alareunoissa pitkälle edenneitä vaurioita jo noin 10 vuotta kaiteiden asennuksen jälkeen.



6 Lasirakenteisten parvekekaiteiden tarkastamista
koskien on julkaistu RT-kortin ohje (RT 103757) vuonna
2024.

tuulikuormien aiheuttama väsyminen otetaan huomioon, mikäli rakenne on tällaiselle ilmiölle herkkä. Tässä työssä tutkitut rakenteet eivät kuitenkaan olleet herkkiä väsymiselle, koska niissä ei – pieniä reikiä lukuun ottamatta – ole väsymismurron lähtökohtia, kuten hitsejä tai poikkileikkauksien muutoksia.

”Kaiteiden puutteita on mahdollista korjata vahvistamalla rakennetta. Lasilevyt voi vaihtaa jäykempisiin tai niiden kiinnitystä olisi mahdollista kehittää lisäämällä lasilevyjen väliin pystytueta. Tolppakaiteesta on monissa tapauksissa mahdollista tehdä tukevampi kiinnittämällä käsijohde tai reunimmaisat tolpat parvekepieliin. Lisäkiinnityksien tarpeellisuus tai onnistuminen on kuitenkin ensin tarkastettava laskennallisesti ja tapauskohtaisesti”, toteaa Koski kaiteiden korjaamisesta.

Kosken ehdotus onkin koota seuraavaksi erilaisia tyyppiratkaisuja kevytrakenteisten kaiteiden korjaamiseksi asiantuntijatyön tukemiseksi

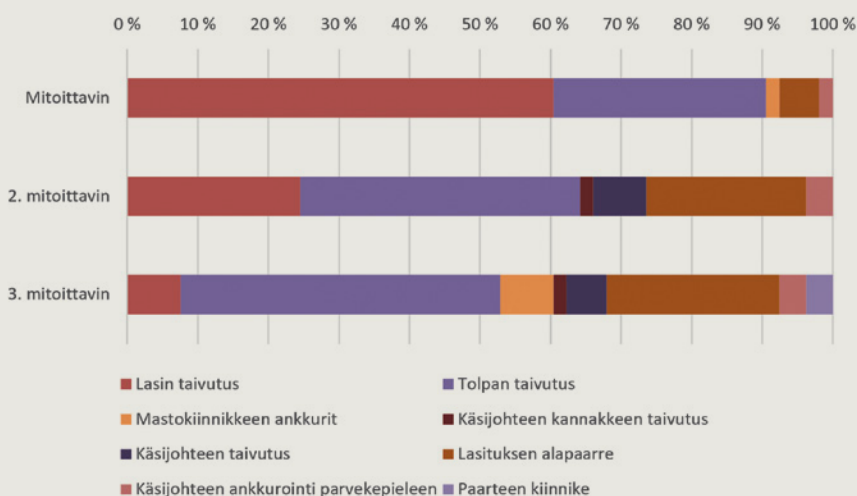
Lisätietoja:

Olli Kosken opinnäytetyö: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/225085/KoskiOlli-Peteri.pdf>

Työn ohjaajana toimi Arto Kõliõ, Renovatek Oy.

Kuva 2

Kaiteen mitoittavimmat osat murtorajatilassa
(N=52) Kosken opinnäytetyössä (Olli Koski)





Inari Weiho

7

Opinnäytetyö kuitusementtilevyjen käytöstä parvekekaiteissa

Teemu Lensun opinnäytetyö keskittyi kuitusementtilevykaiteen tarkasteluun. Idea Lensun opinnäytetyöhön tuli hänen kahdesta asiakasprojektistansa, joissa tarkasteltiin olemassa olevien levykaiteiden turvallisuutta. Toisessa kohteessa kuitusementtilevy oli haljennut rallaattorin töytäisystä. Kaiteiden turvallisuusselvitystä laatiessa Lensu jäi pohtimaan, miten levyrakenteiden kuormitusvaatimukset on tarkoitus osoittaa ja onko kuormitusmääräyksissä vaadittu 0,3 kN:n pistekuormavaatimus ylipääntään riittävän suuri huomioimaan esimerkiksi ihmisen kaatuminen levyrakennetta päin.

Alun perin tavoitteena oli lähinnä tarkastella levyjen kestävyyslaskelmin. "Odotin, että levyjen lujuuslaskentaan olisi ollut olemassa selkeämmät ohjeet, mutta aika pian aloituksen jälkeen huomasin, että standardeissa on ohjeet lähinnä levyjen lujuus- ja säänkestävyysominaisuuksien määrittelyyn, mutta lujuustietojen käytännön sovellukseen ohjeistusta ei ole", Lensu toteaa.

Työn kirjallisuuskatsaus muodostui oletettua laajemmaksi ja varsinainen levyjen lujuuslaskenta jäi sivurooliin. Kirjallisuuskatsauksen yksi mielenkiintoisimmista havainnoista oli, että ulkoseinässä käytettävien levyrakenteiden iskunkestävyydestä on annettu varsin tiukkoja

ohjeistuksia mm. eurooppalaisessa teknisessä hyväksyntäohjeessa. Ohjeet eivät vain missään vaiheessa ole siirtyneet määräyksiksi.

Yksiaukkoinen kahdelta tai neljältä sivulta tuettu levyrakenne on teoriassa yksinkertainen laskea rakennesuunnittelijalle, mutta haasteelliseksi on osoittautunut iskusta aiheutuvan kuorman määrittäminen. Opinnäytetyötä varten tehdyssä laskennassa tehtiin oletuksia muun muassa törmäyksen keston suhteen, jotta kuorma voitiin arvioida. Näiden oletusten perusteella tehdyillä laskelmilla johtopäätökseksi saatiin, että tavanomainen kaiteissa käytetty kuitusementtilevy ei todennäköisesti kestä törmäyksestä aiheutuvaa iskua normaalilla 600 mm:n rankajaolla. Laskelmat tehtiin RFEM-ohjelman lasimitoitukseen kehitetyllä GLASS-lisäosalla.

"Opinnäytetyössäni määritelty kaatumisesta aiheutuva kuorma ei ole absoluuttinen totuus, mutta vuosikymmenet määräyksissä samana pysynyt 0,3 kN:n pistekuormavaatimus vaatisi laajempaa kriittistä tarkastelua. Samana aikana parvekkeiden koko on kasvanut merkittävästi, jolloin parvekkeilla mahtuu myös liikkumaan enemmän ja kaatumisen mahdollisuus kasvaa", toteaa Lensu opinnäytetyön perusteella tehdyistä havainnoista.

Opinnäytetyön aikana on syntynyt käsitys, etteivät nykykäytännöt palvele suunnittelua

eikä turvallista toteutusta. Jotta levyverhoiluja kaiteita voitaisiin suunnitella turvallisesti, niitä pitäisi käsitellä kuten lasikaiteita. Levyjen iskunkestävyys tulisi osoittaa heiluritestillä tai vaihtoehtoisesti tulisi laatia selkeät mitoitushjeet, jotta niiden kestävyys voidaan osoittaa laskennallisesti.

Virallisten mitoitushjeiden saaminen käyttöön nopealla aikataululla ei ole realistista, minkä vuoksi Julkisivuyhdistys on nyt laatinut alustavan ohjeistuksen, miten tarkastella kuitusementtilevypintaisia kaiteita.

Ulkona käytettäviltä kuitusementtilevyiltä vaaditaan säärasitustestejä, joiden jälkeen levyn taivutusmurtolujuus saa harmonisoidun tuotestandardin mukaan olla heikompi kuin levyllä, jota ei ole rasitettu. Heiluritestit tulisi kuitenkin suorittaa säärasitetulle levyille, sillä parvekkeilla ne toimivat putoamissuojauksena, myös säärasitettuna. Levyn tulisi pysyä ehjänä heiluritestissä, koska levyissä ei ole laminointia, joka pitäisi rikkoutuneen levyn kasassa.

Lisätietoja

Teemu Lensun opinnäytetyö: [Theseus-fi/Lensu_Teemu](#)
Opinnäytetyön ohjaajana toimi *Timo Raiki*, Sitowise Oy.

Teemu Lensu



8 Laskentaesimerkkitarkastelun mukainen levykaide Lensun työstä, jossa laskennallisen tarkastelun perusteella levy ei kestä 0,3 kN pistekuormaa.

Inari WeiJo



9 Kevytrakenteisen kaiteen levyn säilytyminen kaiteen alaprofiiliin kertyneen kosteuden seurauksena.

Teknisen toimikunnan laatima tarkastusohje

Opinnäytetöiden valmistuttua keväällä 2025 Julkisivuyhdistyksen ohjausryhmässä päätettiin laatia yhteisesti tarkastusohje, jossa tuodaan tiivistetysti esiin nyt havaitut puutteet. Tarkastusohjeessa esitetään toimenpiteitä, joilla toistaiseksi voitaisiin varmistua uusien levyllä verhottujen kaiteiden turvallisuudesta suunnittelusta ja toteutuksesta.

Uusien lasirakenteisten parvekekaiteiden tarkastamista koskien on julkaistu RT-kortin ohje (RT 103757) vuonna 2024. Kuntotutkimukseen keskittyvää ohjeistusta ei kuitenkaan ole.

Levyverhottujen kaiteiden ohje sisältää myös tarkastuslistan jo olemassa olevien kaiteiden tarkastukseen sekä tarkempien tutkimusten suorittamiseksi. Listassa nostetaan esiin erilaisia riskitekijöitä levykaiteissa, joita ei ole vielä esitetty missään kansallisessa kuntotutkimusohjeessa, ja jotka tämän vuoksi jäävät usein suorittamatta nykytuotoisen julkisivujen kuntotutkimuksen yhteydessä.

Tähän asti tarkastuksen riittävä huomiointi on edellyttänyt kuntotutkijan perehtyneen tai kuulleen kollegoilta levykaiteisiin liittyvistä riskeistä. ”Työ ei jää tähän, vaan nyt tarvitaan myös virallisia, validoituja suunnitteluohjeita sekä määräyksiä kaiteiden suunnitteluun. Ohjeen tarkoitus on antaa akuutti tuki kiinteistönomis-

tajille, suunnittelijoille ja asiantuntijoille, miten huomioida tilanne juuri nyt”, summaa WeiJo.

Ohje on esitelty tämän artikkelin lopussa ja se on vapaasti ladattavissa Julkisivuyhdistyksen verkkosivuilta: <https://julkisivuyhdistys.fi/tieto-julkisivuista/ohjeet/>

Levyrakenteisten parvekekaiteiden turvallisesta toteutuksesta

Julkisivuyhdistyksen tavoite on herättää vielä laajemmin keskustelua aiheesta, saada kehitystyöhön mukaan niin suunnittelijat, viranomaiset, valmistajat kuin rakentajatkin. Julkisivuyhdistys haluaa omalta osaltaan tukea toimia, joilla saadaan käyntiin aiheeseen liittyvää tarkempaa tutkimusta, testausta ja tutkittuun tietoon perustuvaa ohjeistusta niin suunnitteluun kuin toteutukseen.

Julkisivuyhdistys ehdottaa, että levyrakenteita koskevia standardeja tulee tarkentaa kuormitustapausten osalta ja laatia selkeät ohjeet sille, miten levyrakenteinen kaide voidaan suunnitella siten, että levy toimii riittävänä putoamissuojauksena. Riittävien kuormitustapausten lisäksi tulee edellyttää levyvalmistajilta heiluri- ja säänkestävyyskokeita, joiden perusteella levyt voidaan todeta pitkäaikaisesti riittävän kestäviksi toimimaan kaiteen putoamissuojana. Tämän lisäksi kaide-

rakenteelle on syytä laatia viralliset suunnitteluohjeet, joiden avulla kaiteeseen valitaan oikeat kannatus-, liitos- ja jäykistysratkaisut sekä yhteensopivat materiaalit kaiteen turvallisen toteuttamisen varmistamiseksi. Myös säännönmukainen ja ohjelmoitu tarkastus parvekkeiden kuntotutkimusten yhteydessä tulee saada osaksi toimintaprotokollaa. •

Lähteet:

1. Teemu Lensun YAMK opinnäytetyö (Metropolia, 2025): Lensu_Teemu.pdf
2. Ympäristöministeriön asetus (9/16) toteuttamisen aikaisia kuormia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS EN 1991-1-6
3. Ympäristöministeriön asetus (4/16) tilavuuspaino, omaa painoa ja rakennusten hyötykuormia koskevista kansallisista valinnoista sovellettaessa standardia SFS-EN 1991-1-1
4. Lahden parvekekaideonnettomuuden tutkintaraportti (2016): Y2016-02_Lahti.pdf
5. SFS-EN 17468-1:2022 Kuitusementituotteet. Läpiveto- ja leikkauskestävyyden määrittäminen sekä taivutuslujuuslaskelmat. Osa 1: Tasomaiset levyt
6. SFS-EN 12467:2012 + A2:2018 Kuitusementitasolevyt. Tuotestandardi ja testimenetelmät



Inari Weiho

10

Tarkastuslista kuitusementtilevyillä verhottuihin parvekekaiteisiin

Kuitusementtilevypintaisissa parvekekaiteissa on esiintynyt turvallisuuspuutteita, joissa on syntynyt myös henkilövahinkoja. Erityisesti näitä on syntynyt parvekkeella tapahtuneiden henkilöiden kaatumisten aiheuttamien ja levyrakenteeseen kohdistuvien pistemäisten kuormitusten seurauksena. Kuitusementtisten parvekekaidelevyjen mitoitukseen ei ole olemassa erillisiä yleisiä suunnitteluohjeita eivätkä materiaalivalmistajat toistaiseksi valmista erityisesti kaiteiden rakenteelliseen suojaukseen tarkoitettuja levyjä. Alustavien selvitysten perusteella nykyiset kuormitusmääräykset eivät vastaa riittävän hyvin kaatumisesta syntyvää kuormitusta.

Tämä tarkastuslista on laadittu asiantuntijoiden tueksi tarkastella sekä suunnitteilla olevia että jo rakennettuja, kuitusementtilevyillä verhottuja kaiderakenteita. Asiakirja on koottu ulko-olosuhteissa olevien, kuitusementtilevyillä toteutettavien tai toteutettujen parvekekaiteiden tarkastusta varten.

Uusien kaiteiden suunnittelu:

Kuitusementtilevy ei toimi ensisijaisena putoamissuojauksena (suositeltava)

- Kaiderungon toteutus siten, että putoaminen estyy esim. riittävän tiheällä runkojaolla ja putoaminen rikkoutuvan kuitusementtilevyn läpi ei ole mahdollista. Runkorakenteessa otettava huomioon, ettei runko muodosta tasoja, joita pitkin pystyy kiipeämään.
- Kaiderungon levytys toteutetaan vaihtoehtoisesti molemmiin puoliin (esim. profiilipelti sisäpinnan puolella ja kuitusementtilevy ulkopuolella). Otettava huomioon rakenteen kosteustekninen toiminta ja huolehdittava levyjen välin tuulettumisesta ja tiivistyvän kosteuden poispääsystä. Kiinnikkeiden valinta runkomateriaalien kanssa yhteensopivaksi.
- Kiinnityksen toteutus levyn läpäisevin, runkomateriaaliin yhteensopivin kiinnikkein.

Kuitusementtilevy toimii ensisijaisena putoamissuojauksena

Mikäli kaiteen kuitusementtilevy toimii ensisijaisena putoamissuojauksena ja kaidelevy toteutetaan yksipuolisena, tulee levyn toimivuus osoittaa laskennallisesti ja soveltuvin testein.

- Kaidelevyn vaatimukset tulee määrittää erikseen rakennesuunnittelijan toimesta, esim. pakkasenkestävyys, taivutuslujuus, kiinnitystapa ja levyn minimipaksuus.
- Kuormien määrittelyssä sovelletaan esimerkiksi Eurokoodin kansallista liitettä rakenteiden kuormista (SFS-EN 1991-1-1 tai SFS EN 1991-1-6) ja siinä esitettyä ihmisen törmäyksestä aiheutuvaa onnettomuuskuormaa. Kuormien osalta on otettava huomioon, että nykyiset kuormitusohjeet vaikuttavat liian pieniltä ja niiden riittävyttä tulee tapauskohtaisesti arvioida. Opinnäytetyössä (liite 1) laadittujen tarkastelujen perusteella esitetyt kuormitukset eivät vastaa riittävästi henkilön kaatumisesta ja/tai törmäyksestä aiheutuvaa kuormaa.

Kolmannen osapuolen tarkastus

Kuitusementtilevyillä toteutettavien kaiteiden suunnittelussa on suositeltavaa käyttää kolmannen osapuolen tarkastusmenettelyä vastaavasti kuin lasirakenteiden kaiteiden osalta on toimittu tarkempien suunnitteluohjeiden vielä puuttuessa.

Tämä asiakirja on laadittu Julkisivuyhdistyksen Teknisen toimikunnan toimesta. Tarkastusasiakirja perustuu toimikunnan ohjaaman opinnäytetyön myötä esiin tulleisiin havaintoihin. Työryhmänä on toiminut opinnäytetyön ohjaukseen osallistuneista asiantuntijoista muodostuva ryhmä, joka on koottu Julkisivuyhdistyksen jäsenyritysten edustajista.

- Inari Weiho, Ramboll Finland Oy / Julkisivuyhdistyksen teknisen toimikunnan pj.
- Teemu Lensu, A-insinöörit Suunnittelu Oy
- Timo Raiski, Sitowise Oy
- Joni Avikainen, Sitowise Oy
- Aapo Räsänen, Tampereen yliopisto
- Jukka Lahdensivu, Tampereen yliopisto
- Tomi Hautakangas, ARK:sto Ky
- Tomi Rajala, Saint-Gobain Finland Oy
- Jaakko Koskinen, Renovatek Oy
- Stina Hyryrynen, A-insinöörit Suunnittelu Oy / Julkisivuyhdistyksen hallituksen pj.

Erityinen riskiyhdistelmä syntyy, jos

- Levyasennuksesta on aikaa yli 15 vuotta.
- Levy on kiinnitetty vain lasituslistoilla
- Levy on asennettu vain yhdelle puolelle runkoa ja runkoväli on riittävän suuri putoamiselle
- Kiinnikejako ei täytä taulukossa esitettyä vähimmäisvaatimusta.

Mikäli yllä olevista riskeistä toteutuu yksikin, on tarkasteltava, tuleeko sen osalta ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin kohteissa. Korjaavat toimenpiteet pitää suunnitella rakennesuunnittelijan toimesta ennen niiden toteuttamista. Suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon uuden kaiteen suunnittelussa esitetyt näkökulmat.

Olemassa olevien kaiteiden tarkastelu

Alla oleva taulukko on tarkoitettu tarkastuksen aloitukseen pohjaksi, jolla voidaan tunnistaa tarpeelliset jatkoselvitystarpeet

SUUNNITELMATIEDOT	Riskitekijä	Toimenpide	Jatkoselvitystarve [kyllä/ei]
Levyn asennusajankohta	Valmistunut ennen vuotta 2012 (jonka jälkeen tullut voimaan Eurokoodi taivutuslujuudesta ja säänkestovaatimukset.	Tulee tarkastaa, onko käytetyillä levyillä esitetty erillisiä vaatimuksia lujuudesta tms.	
Tiedot levystä, valmistajasta tai ominaisuuksista sekä alkuperäisten suunnitelmien tarkkuus	Levyjen materiaalitiedot, levyjen taivutuslujuus, säänkestovaatimukset.	Arvioidaan lähtötietojen perusteella, ovatko ominaisuudet sekä suunnitelmat riittävät ja millainen odotettavissa oleva käyttöikä vielä on.	Lisäselvitystarpeet kuntotutkimuksen kohteessa
KAIDERUNKO	Riskitekijä	Toimenpide	Riskin toteutuminen [kyllä/ei]
Kaiderakenne: yksi vai kaksi levyä	Yhden levyn kaiteessa riskin muodostaa ulkopuolelta kiinnitetty levy. Kahden levyn kaiteessa riski kosteuden kertymiselle kaiderakenteen sisään.	Tarkastellaan erityisesti, onko kaide altis irtoamaan sisäpuolelta. Tarkastellaan kaiderakenteen tuuletus- ja kuivumismahdollisuudet.	
Levyn tukirakenteen jänneväli	Suurempi kuin 600 mm* tukiväli tulee tarkastaa aina, putoaminen tarkasteltava kokonaisuutena. Levyn taivutuskestävyyden arviointi.	Tarkastellaan tarvetta lisätä tukirakennetta kaiderakenteeseen kestävyysparantamiseksi ja/tai putoamisen estämiseksi.	
Kaiderungon kiinnitys ja kunto	Kaiderungon kiinnitys ei ulotu kantavaan runkoon asti. Runko tai sen kiinnitys vaurioitunut. Rungon jäykkyys puutteellinen, runkorakenne taipuu.	Tarkastetaan sekä suunnitelmista että paikan päällä kiinnitys, tarpeen vaatiessa rakenneavauksin kiinnityksen kohdalta. Arvioidaan kaidelevyn kiinnikkeiden kiinnitysalustan kuntoa.	
KAIDELEVY	Riskitekijä	Toimenpide	Riskin toteutuminen [kyllä/ei]
Kaidelevyn kunto	Levyssä esiintyvät vauriot (halkeilu, delaminoituminen, vettyminen tai palojen irtoaminen), joiden vuoksi levy voi joko kokonaan tai osittain rikkoutua, jos siihen kohdistuu rasitusta.	Tarkastetaan kaidelevyt kauttaaltaan silmämääräisesti ja mekaanisesti koestamalla.	
Kaidelevyn paksuus	Levyn paksuudelle ei ole esitetty vaatimuksia rakenteelliselle suojaukselle. Alle 10 mm* paksuisten suojaosien toimivuus tarkastettava aina.	Arvioidaan levyn taipumaa sekä paksuuden vaikutusta törmäykseen ja estääkö jokin muu putoamisen, jos levy rikkoutuu. Arvioidaan, voiko levystä tippua palasia rikkoutuessaan, jotka voivat muodostaa alla oleville riskin.	
Kaidelevyn kiinnitystapa ja kunto: lasituslista, veto-niitit, ruuvi kiinnitys	Kuitusementtilevyn ei-läpäisevät kiinnikkeet ovat riski sekä levyn luiskahtamisen että veden kertymisen takia. Kertyvä vesi vaurioittaa levyn alareunaa. Vaurioituneet tai puutteelliset kiinnikkeet ovat riski levyn tippumiselle.	Tarkastetaan, onko kiinnitysalueella vaurioita ja onko riski levyn irtoamiselle kiinnityksestä olemassa. Tarkastetaan kiinnikkeiden vauriot, mahdolliset tiivisteet ja tarve kiinnityksen uusimiselle.	
Läpikiinnityksen kiinnikejako	Kriittinen kiinnikejako 300 mm*, tätä suuremmat aina tarkastettava. Kiinnikkeen reunaetäisyys min. 30 mm* levyreunasta. Kuitusementtilevyn kunto kiinnitysalueella.	Tarkastellaan mahdollisuutta lisätä kiinnikkeitä. Tarkastellaan levyn kunto kiinnikealueilla. Levyn delaminoituminen sekä halkeilu/lohkeilu kiinnityskohdista muodostaa riskin levyn kiinnipysymiselle.	
Levyn kiinnitys	Levyn kiinnitys useammalta kuin kahdelta reunalta vähentää levyn taipumista sekä lisää rakenteen kestävyyttä.	Tarkastellaan mahdollisuutta lisätä kiinnitykset puuttuville reunoille.	

* Huom! Taulukossa esitetyt arvot ovat tarkastusasiakirjaa laatineen toimikunnan esittämiä suosituksia, kohdekohtaisesti arvioidaan sovellettavuus

BY-Vähähiilisyyssluokitus®

– Hyväksytty menetelmä päästöjen ilmoittamiseen



Mirva Vuori, dipl.ins., toimitusjohtaja
Betoni yhdistys ry
mirva.vuori@betoniyhdistys.fi

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

Hiilidioksidipäästöjen vähentäminen rakennetussa ympäristössä on ensisijaisen tärkeää. Päästövähennysten osalta rakennus- alalla on merkittävästi säästöpotentiaalia. Betoniyhdistyksen ylläpitämä BY-Vähähiilisyyssluokitus® on vapaaehtoinen, kansallinen luokitus betonin CO₂-päästöjen ilmoittamiseksi. Luokituksen tarkoituksena on luoda alalle tuotemerkeistä riippumaton, yhtenäinen tapa kuvata erilaisia vähähiilisempiä betonilaatuja, joilla voidaan vähentää betonin valmistuksen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä.

Rakentamislaki ja ilmastaselvitys

Vuoden alusta voimaan tullut Rakentamislaki päivittyi 1.1.2026 ja sen myötä tulee vaatimus rakennusten ilmastaselvityksen laadinnasta rakennushankkeen lopussa. Keskeisten rakennustyyppien uusiin rakentamislupiin tulee rakennusten CO₂-päästöille rakennustyyppikohtaiset raja-arvot. Raja-arvot määritellään asetuksessa, joka on hyväksyttävänä EU:ssa. Jotkut kaupungit kuten Helsinki ja Turku ovat jo asettaneet omiin rakennusjärjestyksiinsä asetusluonnoksessa esitetyjä tiukempia raja-arvoja, joiden toteutumista rakennusvalvonta tulee valvomaan. Luonnollisesti lain vaatimaa raja-arvotarkastelua varten eri rakennusmateriaalien CO₂-päästöjä pitää pystyä arvioimaan käytännössä jo heti rakennushankkeen alussa.

CO₂-päästötiedot voidaan saada joko kansallisesta päästötietokannasta CO₂-datasta, jota SYKE hallinnoi, kunkin tuotteen Ympäristöselosteesta eli EPD:stä tai GWP-luokiteltujen betonien ja betonituotteiden osalta. Ilmastaselvityksen perustelumuiotissa BY-Vähähiilisyyssluokitus on mainittu hyväksyttävänä menetelmänä päästöjen laskentaan.

Muistiossa todetaan, että alan kehittämää vapaaehtoista laskentamenetelmää voidaan käyttää sellaisille rakennustuotteille, joissa tuotteiden kirjo on niin suuri, ettei niille ole

tarkoituksenmukaista laatia tuotekohtaisia ympäristöselosteita. Muistiossa todetaan myös, että ympäristöselosteet toimivat esimerkiksi betonin osalta varsin huonosti, sillä betoniasemalla voi olla satoja betonilaatuja. Tämän takia Suomessa on laajassa käytössä esimerkiksi Suomen Betoniyhdistys ry:n ylläpitämä vähähiilisyyssluokitus.

Taustaa

Tarve hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi rakennetussa ympäristössä on varmasti kaikille itsestään selvää. Lain voimaantullessa se on myös pakollista. Betonin rooli hiilidioksidipäästöjen osalta on erittäin merkittävä, koska betonia käytetään rakentamisessa niin paljon. Vaikka betonin ominaispäästöt (kg-CO₂/kg-tuote) ovat varsin matalat, edelleenkin tehokkain keino betonin päästöjen vähentämiseksi on betonin ominaispäästöjen vähentäminen.

Valtaosa betonin päästöistä aiheutuu sementin valmistuksen aiheuttamista päästöistä. Siten monet päästövähennystoimenpiteet keskittyvät sementin aiheuttaminen päästöjen vähentämiseen. Osa hiili-intensivistä portland-klinkkeristä sementissä voidaan korvata standardit täyttävillä muiden teollisuuden alojen sivutuotteilla kuten esimerkiksi masuunikuonalla ja näin voidaan vähentää

1 Päästövähennysten osalta rakennusalalla on merkittävästi säästöpotentiaalia.





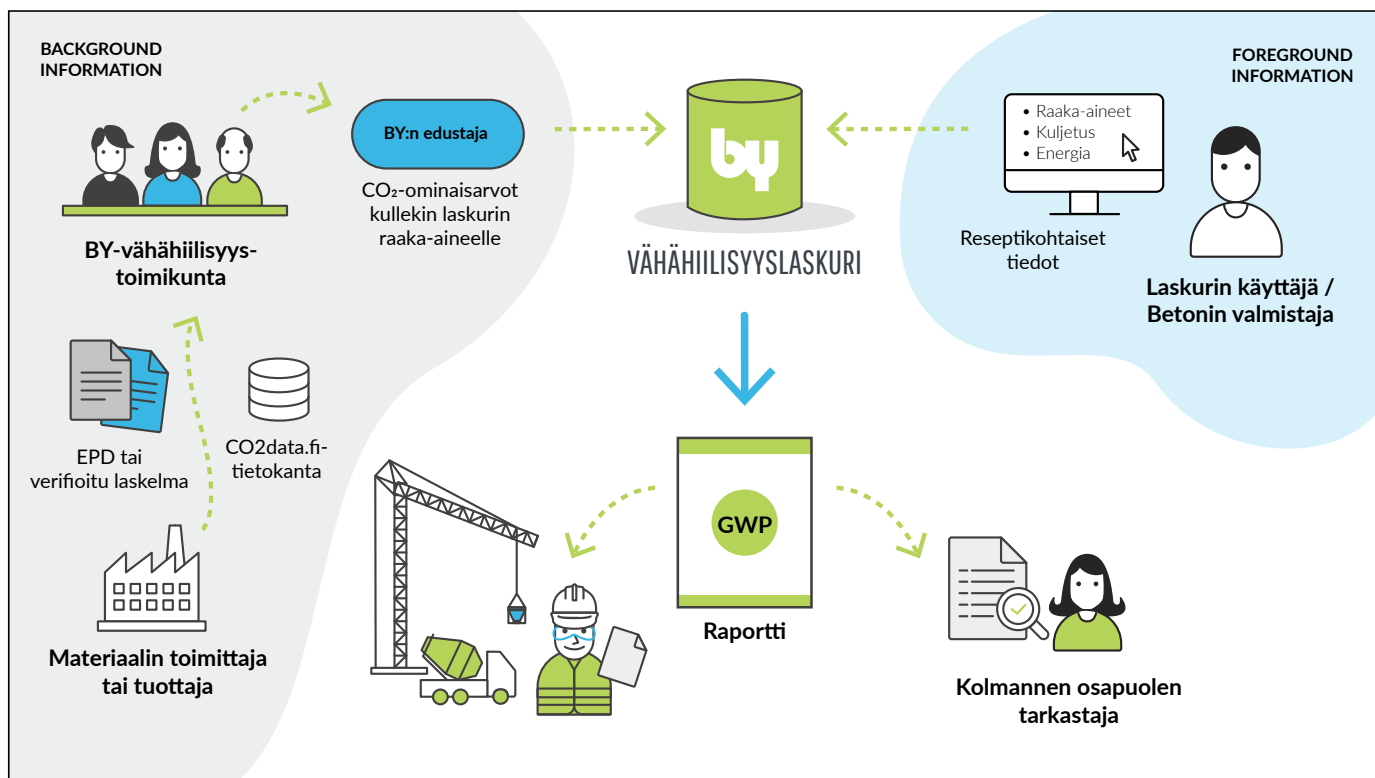
2



3

2 Betoniyhdistys on julkaissut BY-Vähähiilisyysluokituksen® luokitusarvot valmisbetonille.

3 BY-Vähähiilisyysluokituksen® luokitusarvot löytyvät myös elementeille.



merkittävästi betonin hiilidioksidipäästöjä. Tätä kehitystyötä on tehty jo pidemmän aikaa ja kehitys jatkuu edelleen. Masuunikuonan ohella aikaisemmin käytettiin lentotuhkaa, tulvaisuudessa markkinoille tulee uusia seosaineita kuten esimerkiksi luonnon pozzolaaneja.

Rakennusmateriaalien hiilidioksidipäästöt esitetään yleisesti ympäristöselosteella (EPD = Environmental Product Declaration). Eurooppalaiseen standardiin perustuva ympäristöseloste sisältää lukuisia indikaattoreita hiilidioksidipäästöjen lisäksi. Betonin osalta ympäristöselosteet toimivat osin huonosti, koska tuotevariaatiota on paljon, esimerkiksi valmisbetoniasemalla betonireseptejä voi olla satoja. Käytännössä ympäristöselosteita laadittaessa betonin variaatioiden suuri määrä johtaisi betonien ryhmittelyyn, jolloin tuoterhymälle tehtäisiin yhteinen ympäristöseloste.

Tällainen yhteinen ympäristöseloste vähentää laskennan tarkkuutta ja koska betonin merkitys ja määrä on niin suuri rakentamisessa, epätarkkuus kertaantuu ja voi aiheuttaa huomattavia virheitä.

Tätä epäkohtaa korjaamaan haluttiin kehittää vähähiilisten betonien luokitus Suomeen. Vastaavan tyyppinen luokitus oli ollut käytössä Norjassa jo pidemmän aikaa. Suomalainen luokitus tehtiin yhteistyössä Betoniyhdistys ry:n, Betoniteollisuus ry:n sekä Aalto-yliopiston kesken. Luokituksen ensimmäinen versio valmisbetonille valmistui vuonna 2022. Luokitusta täydennettiin elementtibetonien osalta vuonna 2023. Harkot ja ympäristöbetonituotteet tulivat mukaan luokitukseen loppuvuonna 2025. BY-Vähähiilisyysluokituksella vastaa Suomen Betoniyhdistys ry. Luokitukseen liittyvä materiaali on koottu internet-sivuille: www.vahahiili-linenbetoni.fi.

Sivuilta löytyvät betonivalmistajien käyttöön tehty BY-Vähähiilisyyslaskuri, käyttöohjeet suunnittelijalle ja tilaajalle sekä betonin valmistajalle.

BY-Vähähiilisyysluokitus

BY-Vähähiilisyysluokitus on vapaaehtoinen, kansallinen luokitus betonin CO₂-päästöjen ilmoittamiseksi. Luokituksen tarkoituksena on luoda alalle tuotemerkeistä riippumaton, yhtenäinen tapa kuvata erilaisia vähähiilisiä betonilatuja. Betonin lujuusluokkien kanssa analoginen päästöluokitus helpottaa vähähiilisten betonien määrittelyä ja valintaa jo rakennusten suunnitteluvaiheessa. Luokituksen perimmäisenä tavoitteena on vähentää betonin valmistuksen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä.

BY-Vähähiilisyysluokituksessa betonilaudut jaotellaan luokkiin hiilidioksidipäästöjen perusteella. Luokitus käsittää yhteensä 5 eri vähähiilisyys- eli GWP-luokkaa. Luokitus on betoniresepti- ja betoniasemakohtainen. Betonin valmistaja voi luokitella haluamansa betonireseptit vähähiilisyysluokkiin edellyttäen, että reseptin päästöarvo täyttää luokituksen vaatimukset.

Vähähiilisyysluokkia merkitään tunnuksella: GWP.NN. GWP-tunnus tulee sanoista Global Warming Potential. Tunnuksessa NN on päästötaso verrattuna referenssitasaan. Esimerkiksi GWP.85® tarkoittaa, että betonin hiilidioksidipäästöt ovat korkeintaan 85 % verrattuna referenssitasaan. Referenssitaso

Vähähiilinen betoni

Vähähiilinen betoni on betonia, jonka hiilidioksidipäästöt ovat perinteisiä betoneita pienemmät. Vähähiilisten betonien raaka-aineet ovat standardien mukaisia ja vähähiiliset betonit ovat kaikkien Suomessa voimassa olevien määräysten mukaisia. Vähähiilisyysluokka ei kumoa muita betonille asetettuja vaatimuksia. Esimerkiksi lujuus- ja säilyvyysominaisuudet (kuten rasitusluokat) tulee toteutua vähähiilisyysluokasta riippumatta. On kuitenkin huomattava, että vähähiilisen betonin valinta vaikuttaa myös muihin betonin ominaisuuksiin, esimerkiksi lujuudenkehitykseen.

Taulukko 1

BY-Vähähiilisyysluokituksen valmisbetonin betonilaadut sekä BY-Vähähiilisyysluokkien raja-arvot.

Arvot ovat GWP_{total}-arvoja sisältäen moduulit A1...A3. Arvojen yksikkönä on kg CO₂ eq total) / m³-betonia.

BETONILAATU	kg CO ₂ e/m ³				
	GWP.REF®	GWP.85®	GWP.70®	GWP.55®	GWP.40®
C20/25 - Ei huokostettu	210	180	145	115	85
C25/30 - Ei huokostettu	230	195	160	125	90
C30/37 - Ei huokostettu	255	215	180	140	100
C35/45 - Ei huokostettu	285	240	200	155	115
C40/50 - Ei huokostettu	305	260	215	170	120
C45/55 - Ei huokostettu	320	270	225	175	130
C50/60 - Ei huokostettu	340	290	240	185	135
C30/37 - Huokostettu	290	245	205	160	115
C35/45 - Huokostettu	330	280	230	180	130
C40/50 - Huokostettu	355	300	250	195	140
C45/55 - Huokostettu	375	320	265	205	150
C50/60 - Huokostettu	395	335	275	215	160
C30/37 P0	270	230	190	150	110
C30/37 P30	300	255	210	165	120
C35/45 P0	300	255	210	165	120
C35/45 P30	330	280	230	180	130
C35/45 P50	340	290	240	185	135
C45/55 P50	375	320	265	205	150

vastaa betonilaaduittain suomalaisten betoni-valmistajien keskimääräistä päästötasoa vuonna 2021, jotka määritettiin kattavassa selvityksessä. Vähähiilisyysluokat ovat päästötasoltaan alhaisempia kuin referenssitaso. Valmisbetonin ja elementtibetonin vähähiilisyysluokat on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Myös referenssitaso (GWP.REF®) toimii vähähiilisyysluokkana, koska kyseisessä luokassa betonin GWP-päästöt on laskettu ja ne ovat korkeintaan kyseisen betonilaadun keskiarvon suuruiset.

Päästöjen laskennassa käytetään Ympäristöselosteiden (EPD) periaatteita kuitenkin muutamin poikkeamin. Ympäristöselosteista poiketen luokituksessa lasketaan vain GWP_{total}-päästöt ja tarkastellaan vain ympäristöselosteen vaiheita A1...A3. Laskenta tehdään betonilaadun reseptin perusteella. Raaka-aineiden ja niiden kuljetusten lisäksi huomioidaan betonin valmistuksessa tarvittava sähkö- ja lämpöenergian kulutus. Samoin huomioidaan betonin valmistuksessa muodostuva hukka.

Luokituksen päästöarvot koskevat vain betonia, ei siis esimerkiksi betonirakenteiden raudoitusta, betonin tai betonituotteen kulje-

tuksia työmaalle eikä työmaatoimintoja. Betonin päästöarvoa voidaan käyttää rakennusten päästölaskennassa kuitenkin huomioiden em. päästöarvon kohdentuminen betoniin. Betonin päästöarvoa ei voida verrata esimerkiksi betonielementtien ympäristöselosteiden GWP-arvoihin, koska jälkimmäiset sisältävät myös raudoituksen ja muiden komponenttien aiheuttamat päästöt.

Betonin GWP-päästöjen laskenta tehdään käyttäen ensisijaisesti BY-Vähähiilisyyslaskuria. Laskenta voidaan suorittaa muullakin BY:n hyväksymällä, verifioidulla laskentatyökalulla. Raaka-aineiden, kuljetusten ja energian ominaispäästöjen osalta käytetään ennalta-asetettuja, tuotekohtaisia arvoja eikä käyttäjä pääse vaikuttamaan ominaispäästöihin. Näin pyritään varmistamaan laskelmien mahdollisimman hyvä luotettavuus ja vertailukelpoisuus.

Menetelmä on avoin kaikille Suomessa käytettävälle betonin raaka-aineille. Markkinoille tulevat uudet raaka-aineet lisätään luokitusjärjestelmään pyynnöstä. Uusille materiaaleille on oltava luotettava päästötieto, esimerkiksi verifioitu ympäristöseloste.

Luokituksen nykytilanne

GWP-luokitusmerkintää saavat käyttää ne betonin valmistajat, jotka noudattavat luokituksen ohjeita, käyttävät hyväksyttyä laskuria ja joiden laskelmia valvoo kolmas osapuoli. Valvonnan piirissäolosta merkiksi saa Vähähiilisyyssertifikaatin, joka on tehdaskohtainen. Hyväksyttyä laskuria käyttäviä betonia tai betonielementtejä valmistavia yrityksiä on tällä hetkellä 38. Heidän tehtaistaan jo yli 130 on sertifioitu ja ne ovat valmiita toimittamaan BY-Vähähiilisyysluokiteltua betonia. Lokakuun -25 lopussa julkistettiin myös omat vastaavat luokituksensa harkkobetoneille sekä ympäristöbetonituotteille. Näitä tuotteita on jatkossa myös saatavana eri GWP-luokissa.

Vähähiilisyysluokitellun betonin ja betonituotteiden saatavuus vaihtelee betonilaaduittain ja alueittain. Vahahiilinenbetoni.fi -sivustolla on suuntaa antavat taulukot, josta eri betonilaatujen saatavuustilannetta voi karkealla tasolla arvioida. Kohdekohtaisesti ajantasaisimman tiedon saa aina omalta betonin toimittajalta.

Taulukko 2

BY-Vähähiilisyysluokituksen betonielementtien betonilaadut sekä BY-Vähähiilisyysluokkien raja-arvot.

Arvot ovat GWP_{total}-arvoja sisältäen moduulit A1...A3. Arvojen yksikkönä on kg CO₂e_{q total}) / m³-betonia.

		kg CO ₂ e/m ³				
TUOTERYHMÄ		GWP.REF®	GWP.85®	GWP.70®	GWP.55®	GWP.40®
Ontelo- ja kuorilaatat	C40/50	270	230	190	150	110
	C50/60	295	250	205	160	120
	C60/75	340	290	240	185	135
Runkotuotteet ¹⁾	C35/45	315	270	220	175	125
	C40/50	335	285	235	185	135
	C45/55	350	300	245	195	140
	C50/60	360	305	250	200	145
	C55/67	375	320	265	205	150
	C60/75	390	330	275	215	155
Muut elementit ²⁾	C30/37	290	245	205	160	115
	C30/37 huokostettu	310	265	215	170	125
	C35/45	320	270	225	175	130
	C35/45 huokostettu	340	290	240	185	135
	C40/50	350	300	245	195	140
Seinät, valkosementti	C30/37	505	430	-	-	-
	C35/45	525	445	-	-	-
	C40/50	555	470	-	-	-
Infraelementit	C35/45 P50	355	300	250	195	140
	C45/55 P50	385	325	270	210	155

¹⁾ Runkotuotteet: pilarelementit, palkkielementit, TT- ja HTT-laattaelementit.

²⁾ Muut elementit: seinäelementit, massiivilaattaelementit, hormielementit, perustuselementit ja hissikuiluelementit.

Taulukko 3

BY-Vähähiilisyysluokituksen harkko- ja ympäristöbetonilaadut sekä luokkien raja-arvot.

Arvot ovat GWP_{total}-arvoja sisältäen moduulit A1...A3.

BY-Vähähiilisyysluokituksen harkkotuotteet: Arvojen yksikkönä on kg CO₂e/harkkojen betoni-m³ tai kevytsorabetoni-m³ kohden. Laskenta on tehty harkkojen betoni- tai kevytsorabetonin osalle. Betonin tiheys laskennassa on 2 300 kg/m³ ja kevytsorabetonin 700...1 200 kg/m³.

BY-Vähähiilisyysluokituksen ympäristöbetonituotteet: Arvojen yksikkönä on kg CO₂e/betoni-m³. Ympäristöbetonituotteiden keskitiheys on 2300 kg/m³.

TUOTERYHMÄ		GWP.REF®	GWP.85®	GWP.70®	GWP.55®	GWP.40®
Harkkotuotteet	Betoniset muottiharkot ^{1), 2)}	365	310	255	200	145
	Betoniset eristemuottiharkot ³⁾	430	365	300	235	170
	Kevytsorabetoniharkot	140	120	100	75	55
	Eristetyt kevytsorabetoniharkot	160	135	110	90	65
Ympäristöbetonituotteet	Betonikivet ja -laatat ⁴⁾	315	270	220	175	125
	Muuri- ja reunakivet	285	240	200	155	115

¹⁾ Eristämättömät betoniset muottiharkot

²⁾ Kattaa myös betoniset väliseinäharkot, pois lukien väliseinissä käytetyt kevytsorabetoniharkot

³⁾ Laskennassa mukana vain betoniosuus

⁴⁾ Päälysteiksi tarkoitettut

Taulukko 4

Ympäristöselosteiden ja BY-Vähähiilisyysluokituksen vertailua.

	Ympäristöseloste	BY-Vähähiilisyysluokitus
Indikaattorit	Yleensä 28 indikaattoria, vaihtelee hieman. Eniten hyödynnetty: CO ₂ eq total	1 indikaattori: CO ₂ eq total
Elinkaarianalyysin vaiheet	Pakollisena A1–A3, C ja D, Vapaehtoisena A4, A5 sekä B	A1–A3
Kohdentaminen	Voidaan laskea yksittäiselle tuotteelle tai yhden tai useamman yrityksen tuoteryhmälle. Voi siten sisältää useita valmistuspaikkoja. Tarjolla myös Komponentti-EPD tuotevariaatioiden laskentaan.	Resepti- ja betoniasemakohtainen. Ei mahdollista tehdä tuoteryhmäistä tarkastelua.
Laskentatapa	Lasketaan vuoden mittaiselle periodille. Raaka-aineet ja energia tuotettua tuotemäärää kohden huomioiden tuotannon hukat.	Lasketaan reseptitietojen perusteella. Huomioidaan tuotannon keskimääräinen hukka. Energiankulutus lasketaan vuositasona käyttäen joka tuotannon tyyppillisiä tai tehdaskoh- taisia energiankulutustietoja.
Lähtötiedot	Laskentaohjelmat hyödyntävät eri tietokan- toja, jotka sisältävät raaka-aineiden tiedot perustuen pääosin ympäristöselosteisiin. Esiintyy jonkin verran vaihtelua mm. ener- gian päästöjen osalta.	Vähähiilisyyslaskuri sisältää kaikki Suomessa käytettävät raaka-aineet, mm. kaikki sementti- laadut. Laskurin tiedot ovat peräisin ympä- ristöselosteista ja esimerkiksi energian osalta kansallisesta päästötietokannasta.
Verifointi	Ympäristöselosteet verifoidaan kolmannen osapuolen toimesta.	Vähähiilisyyslaskuri verifoidaan kolmannen osapuolen toimesta. Sertifiointielin tekee alku- tarkastuksen betonin valmistajalle ja lisäksi todentaa säännöllisten tarkastuskäyntien tar- kastuskäyntien yhteydessä edustavan joukon vähähiilisyyslaskelmia.
Voimassaolo	Viisi vuotta, ellei merkittäviä muutoksia ole tapahtunut	Laskelma uusittava kahden vuoden välein tai jos reseptissä / tuotannossa tapahtuu mer- kittäviä muutoksia. Käytännössä laskelmat päivitetään useammin koska esim. sementin päästöarvot päivittyvät vuosittain.

BY-Vähähiilisyysluokitus vs. Ympäristöselosteet

Kuten aikaisemmin jo todettiin rakennusmate- riaalien CO₂-päästöjä voidaan arvioida kansal- lisen päästötietokannan (CO₂data) ja ympäris- töselosteiden avulla. BY-Vähähiilisyysluokitus keskittyy vain betoniin, kun taas em. kaksi muuta kattavat lähes kaikki rakennusmate- riaalit. Kansallinen päästötietokanta sisältää varsin geneeristä tietoa, arvot edustavat mate- riaalien tyyppillisiä päästötasoja ja voivat siten poiketa merkittävästikin yksittäisen tuotteen päästötasosta. Tätä varten päästötietokantaan on lisätty 1,2-suuruinen kerroin useimmille päästöarvoille. Kansallinen päästötietokanta soveltuu hyvin alkuvaiheen karkeaan päästö- laskentaan, kun ei vielä tiedetä materiaalin/

tuotteen toimittajaa. Tarkempaan laskentaan tietokanta ei kuitenkaan anna riittävän tark- kaa tietoa materiaaleilla, joita käytetään suuria määriä (esimerkiksi betonilla).

Betonin osalta tarkempaan laskentaan soveltuvat ympäristöselosteet ja BY-Vähähi- lisyysluokitus®. BY-Vähähiilisyysluokituk- sesta saadaan GWP-luokka, mutta lisäksi siitä saadaan tarkka päästöarvo (kg-CO₂ eq total / m³-betonia). Ympäristöselosteiden ja BY-Vähä- hiilisyysluokituksen laskentaperiaatteet ovat hyvin samanlaiset, mutta ympäristöseloste sisältää useita eri indikaattoreita ja enemmän elinkaarianalyysin vaiheita kuin BY-Vähähi- lisyysluokitus®. Mikäli lasketaan betonin val- mistuksen (vaiheet A1–A3) kokonaishiilidiok- sidipäästöjä (CO₂ eq total), niin laskenta-arvot

ovat vertailukelpoisia. BY-Vähähiilisyysluoki- tus on yleensä ympäristöselostetta tarkempi, koska siinä kukin betoni lasketaan resepti- kohtaisesti, eikä esim. tuoteryhmäkohtaista laskentaa voida tehdä. Ympäristöselosteiden osalta Rakennustieto on lanseerannut kom- ponentti-EPD:n, joka osaltaan helpottaa eri tuotevariaatioiden laskentaa.

BY-Vähähiilisyysluokitus® kertoo myös hii- lidioksidipäästöjen tason GWP-luokan avulla. GWP-luokasta voidaan helposti nähdä onko betoni päästöjen osalta "normaalia" vai vähähi- listä tasoa. Ympäristöselosteen päästöarvosta on varsin vaikea tietää onko päästötaso hyvällä vai huonolla tasolla kyseiselle materiaalille.

Kokonaisuutena voidaan perustellusti todeta, että betonin hiilidioksidipäästöjen



4

(CO₂ eq total) laskentaan BY-Vähähiilisyysluokitus® soveltuu yhtä hyvin kuin ympäristöseloste ja BY-Vähähiilisyysluokitus antaa usein tarkemman arvon kuin ympäristöseloste. Muille materiaaleille tai mikäli tarvitaan muita indikaattoreita, ympäristöseloste on paras vaihtoehto. Ympäristöselostetta ja BY-Vähähiilisyysluokitusta on vertailtu taulukossa 4.

BY-Vähähiilisyysluokituksen tulevaisuudennäkömät

BY-Vähähiilisyysluokitus kehitty tarpeiden mukaan. Se alkoi valmisbetonin luokituksella, seuraavaksi mukaan tulivat elementtibetonit ja hiljattain mukaan tulivat myös harkot ja pihakivet. Vuonna 2026 saadaan käyttöön myös lisäosa, jolla voidaan laskea betonielementtien kokonaispäästöt mukaan lukien raudoitukset ja eristeet elementtibetonin päästöjen lisäksi. Betonielementtien moninaisuuden vuoksi elementeille ei voida antaa GWP-luokkaa, mutta kunkin elementin tarkka kokonaispäästö pystytään laskemaan. Eli jatkossakin GWP-luokitus perustuu vain elementtibetoniin. Koko elementin päästöt riippuvat voimakkaasti elementin rakenteesta, raudoituksen määrästä ja myös eristeiden laadusta ja määrästä. Nämä eivät kuitenkaan ole elementin valmistajan valittavissa.

Vuoden 2025 lopussa saatiin käyttöön myös tehdaskohtaisen energiankulutuksen laskenta.

Aikaisemmin energiankulutus laskettiin käyttäen valmistustapakohtaisia tyyppillisiä kulutustietoja, mutta jatkossa energiankulutus voidaan laskea tarkasti tehdaskohtaisesti. Valmistuksen energiankulutuksella ei valmisbetonin valmistuksessa ole iso vaikutus hiilidioksidipäästöihin, mutta elementti- ja betonituotetuotannossa vaikutus voi olla jo ihan merkittävä. Jatkossa tavoitteena on, että energiankulutuksen osalta siirrytään tehdaskohtaisiin todennettuihin arvoihin.

Ilmastoeselvityksen käyttöönotto tuo todennäköisemmin tarpeita BY-Vähähiilisyysluokituksen jatkekehittämiseen. Toisaalta muiden indikaattoreiden kuin CO₂ eq total mukaan ottaminen ei ainakaan tässä vaiheessa tunnu todennäköiseltä. BY-Vähähiilisyysluokitukseen voidaan lisätä tarpeellista tietoa, vaikka se ei liittyisikään suoraan laskettavaan päästöarvoon. Esimerkiksi betonin tai betonituotteen kuljetuksen työmaalle aiheuttamat päästöt (A4) voidaan antaa lisätietona. Vastaavasti voidaan antaa myös betonin pumppauksen aiheuttamat päästöt (A5). Myös vaiheista C ja D voidaan antaa tietoa BY-vähähiilisyysluokituksen yhteydessä.

Jatkossa päästölaskentaa integroidaan enemmän yrityksen toiminnanohjausjärjestelmiin ja näin laskelmat syntyvät käytännössä automaattisesti. Näin myös kohteen kokonaispäästöjen raportointi betonin osalta helpottuu. •

4 Betoniyhdistys on julkaissut BY-Vähähiilisyysluokituksen® luokitusarvot myös betoni- ja kevytsoraharkoille sekä ympäristöbetonituotteille.



Vähähiilinen betoni on arkea, ei enää tulevaisuutta

Tia Härkönen, toimittaja
Maritta Koivisto, päätoimittaja Betoni

Betoniteollisuus on tehnyt jo pitkään tuloksellista työtä päästöjen vähentämiseksi. Niin tuotannon prosessit kuin käytettävät materiaalit ja niiden kierrätysmahdollisuudet ovat kehittyneet merkittävästi. Uusia vähähiilisiä tuotteita löytyy markkinoilta jo lukuisa joukko.

Betonitoimiala on ollut keskellä merkittävää murrosvaihetta jo jonkin aikaa, kun ilmastavoitteen, kiristynyt sääntely ja asiakkaiden kasvavat ympäristövaatimukset ohjaavat kohti vähähiilisiä ratkaisuja. Yritykset eri puolilla arvoketjua sementinvalmistajista valmisbetoni- ja elementtituottajiin etsivät aktiivisesti keinoja pienentää niin toimintansa kuin tuotteidensa hiilijalanjälkeä.

"Käytännön toimet vaihtelevat prosessien energiatehokkuuden parantamisesta ja uusiutuvien polttoaineiden käytöstä aina raaka-aineiden korvaamiseen, kiertotalouden hyödyntämiseen ja uusien sideaineiden kehittämiseen", listaa Betoniteollisuus ry:n toimitusjohtaja *Jussi Mattila*.

Vähähiilisten tuotteiden kehitys on ollut nopeaa. Markkinoille on viime vuosina tullut useita tuotteita, joissa perinteistä portlandsementtiä on korvattu osittain vaihtoehtoisilla sideaineilla, lähinnä masuunikuonalla. Samalla uudet suunnittelukäytännöt, päästöluokitus-

järjestelmät ja ympäristöselosteet (EPD:t) ovat tulleet yhä tärkeämmiksi työkaluiksi tuotteiden vertailussa ja hankintapäätösten tukena.

"Kaiken keskellä jotkut asiat ovat myös pysyneet ennallaan. Uudet vähähiiliset betonit valmistetaan aivan samoista tutuista raaka-aineista, joita betoniteollisuudessa on totuttu käyttämään jo vuosikymmenten ajan. Siksi voidaan olla varmoja, että uusiin tuotteisiin ei liity "lastentauteja" tai ylipäättään ikäviä asioita, jotka voisivat tulla esiin vasta tuotteiden käytön aikana. Vähähiiliset betonit ovat yhtä turvallisia käyttäjälleen kuin perinteisetkin betonilaadut", Mattila huomauttaa.

Vaikka siirtymä vähähiiliseen rakentamiseen on vasta alussa, kehitys on vauhdikasta.

"Betoniteollisuus nähdään keskeisenä osana ratkaisua, ei pelkästään päästöjen lähteenä, vaan myös hiilen sitomisen ja kestävästi rakennetun ympäristön mahdollistajana", hän toteaa.

1 Finnsementin Paraisten tehdas.

Kotimaiset esimerkit näyttävät suuntaa

Betolar Oy

Betolar on kehittänyt sideainejärjestelmän, joka hyödyntää teollisuuden sivuvirtoja täysin sementittömän betonin valmistuksessa. Yrityksen Geoprime®-ratkaisu mahdollistaa jopa 80–90 prosentin päästövähennyksen perinteiseen betoniin verrattuna. Geoprime-materiaali käy vaihtoehtona sementille betonisissa maasemointi- ja infrastruktuurituotteissa.

Uusinta uutta on yrityksen uuden sukupolven metallinerotusteknologia, jonka ansiosta teollisuuden jäännöskuonat ja kaivoksien

rikastushiekat voidaan puhdistaa 99-prosenttisesti metalleista ja saada talteen arvokkaita kriittisiä ja strategisia metalleja. Puhdistuksen jälkeen jäljelle jäävä kuona toimii raaka-aineena betonin valmistukseen.

Betolarin testiaineiston mukaan uudentyyppisestä sideaineesta saatu 28 vuorokauden puristuslujuus vastaa täysin perinteisen portlandementin suorituskykyä ja ylittää masuunikuonasta valmistetun sideaineen lujuuden.

Betolar on hiljattain allekirjoittanut myös aiesopimuksen australialaisen kaivospalveluja tarjoavan Jetcreten kanssa vähähiilisten ruiskubetoniratkaisujen kaupallistamisesta Australian kaivosteollisuudessa. Kyseessä on CEM III -seossementtiseos, joka vähentää hiilidioksidipäästöjä korvaamalla jopa 60 % perinteisestä sementistä jauhetulla masuunikuonalla (GGBFS), sekä toisena ratkaisuna Geoprime®, joka on Betolarin 100 % sementitön sideaineteknologia.



2 Betolarin Geoprimeella on tehty mm. sementtivapaita betonituotteita, joiden CO₂-päästö on 80 % perinteistä betonia vähähiilisempi.

Betset Oy

Betset on panostanut energiatehokkaaseen tuotantoon keskittyen erityisesti energiatehokkuuden parantamiseen, materiaalihokkuuteen ja uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen. Materiaalien kierrätyksessä panostetaan veden, vanhan betonimurskeen ja muottipuun kierrättämiseen. Yritys pyrkii aktiivisesti alentamaan hiilipäästöjä muun muassa optimoimalla reseptien sementtimääriä, käyttämällä seossementtejä ja säätämällä muottien lämmitystekot oikealle tasolle. Elementtihallien lämmitysenergian kulutusta alennetaan säätämällä lämmitys oikealle tasolle ja poistamalla energiahukkaa. Betoniasemien energian käyttöä suunnitellaan entistä vähäpäästöisemmäksi lähivuosina korvaamalla polttoöljy uusiutuvalla energialla.

Betset optimoi tuotantoprosessiaan yhä vähähiilisempien tuotteiden valmistukseen. Sen tuotevalikoimassa ovat niin valmisbetonit kuin ontelolaatat, väliseinä- ja sisäkuorielementit, joista vähähiilipainotteiset ratkaisut on jo aloitettu. Vähähiilisyyssertifikaatit Betsetillä on kuudella elementtitehtaalla ja viidellä valmisbetoniasemalla. "Kaikilla tehtailla on siirrytty valmistamaan vähähiilistä betonia



hyödyntäen Betoniyhdistyksen vähähiilisyyslaskuria. Lisäksi olemme tehneet ESG-raportin 2024 mukaisen vastuullisuusselvityksen, laskeneet todelliset päästöt ja tehneet siirtymäsuunnitelman vuoteen 2025, jossa on määritelty konkreettiset päästövähennystavoitteet Scope 1–3 -päästöihin, energiatehokkuuteen, GWP-betonien osuuden kasvattamiseen sekä kierrätyksen lisäämiseen", kertoo Betsetin toimitusjohtaja Mika Löytönen.

Vähähiilisten tuotteiden käyttöönottoa vauhditetaan tiiviillä yhteistyöllä materiaali- valmistajien, asiakkaiden, suunnittelijoiden

ja urakoitsijoiden kanssa. Betset tarjoaa asiakkaille teknistä tukea, kuten lämmön- ja lujuudenkehityslaskelmia, jotta vähähiilisten ratkaisujen käyttö onnistuu mahdollisimman sujuvasti.

Hiljattain vähähiilisiä ontelolaattoja on toimitettu muun muassa Kruunuvuorenrannan palvelukorttelin (GWP.85), Tuusulan Logicer Palodexin (GWP.70) sekä Kirkkonummen yhteiskampuksen (GWP.REF)-rakennushankkeille.

3 Betset Oy:n vähähiilisiä ontelolaattoja.

BetoniLaatta Oy

BetoniLaatta Oy oli ensimmäisiä suomalaisia betoninvalmistajia, jotka aloittivat vähähiilisten pihalaattojen valmistamisen vuonna 2022. "Nyt pihakiviä on mahdollista saada 30–50 % alhaisimmilla hiilidioksidipäästöillä verrattuna vuonna 2022 valmistettuihin tuotteisiin, toteaa toimitusjohtaja Rami Lahti.

Päästöjen vähennys perustuu muun muassa aurinkoenergiaan, kiertotalouteen ja teollisuuden sivuvirtojen hyödyntämiseen sementin korvaajana betonin raaka-aineena.

"Tuottamalla itse osan käyttämästämme energiasta ja vähentämällä hiilidioksidipäästöjä, osallistumme omalta osaltamme ilmastotalkoisiin. Kysyntä vähähiilisille betonituotteille on kasvanut jatkuvasti asiakaskunnassamme niin suurissa kohteissa kuin pienemmissä kuluttajakohteissa. Halusimme olla ensimmäisten joukossa tuomassa tämän ratkaisun pihalaattojen tuotantoon", Lahti kertoo.

Ensimmäisiä yrityksen vähähiilisten pihalaattojen kohteita oli SRV:n uudiskohde, 23 asunnon Lentue, Helsinki-Vantaan lentoaseman läheisyydessä.



BetoniLaatta Oy

4 Kuva Sappalinan työmaalta Turusta (TKU-Rakennus Oy), jossa on käytetty vähähiilistä Beto-
pihatiiltä koko 240×60×80 mm.



Rakennusbetoni- ja Elementti Oy

5 Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n tuotantolin-
jalta valmistuivat keväällä 2024 ensimmäiset kaup-
alliset Carbonaide-menetelmällä CO₂-mineralisoidut
betonituotteet.

Carbonaide Oy

Carbonaide-teknologia on betonin jälkihoito-
menetelmä, jossa betonituotteet jälkihoitetaan
hiilidioksidiatmosfäärissä. Hiilidioksidi reagoi
kovettuvan betonin kanssa, parantaa tuotteen
ominaisuuksia ja tuo samalla merkittäviä kus-
tannussäästöjä. Hiilidioksidi muuttuu proses-
sissa erilaisiksi mineraaleiksi ja varastoituu
betoniin pysyvästi.

Carbonaiden teknologia mahdollistaa jopa
20 % pienemmän sementin tarpeen, samalla
nopeuttaa tuotantoa ja parantaa betonin
mekaanisia ominaisuuksia. Tuotannosta tulee
kustannustehokkaampaa, nopeampaa ja ilmas-
toystävällisempää, vastaten vähähiilisen raken-
tamisen tarpeisiin teollisessa mittakaavassa.

Carbonaide-teknologia on alun perin
Teknologian tutkimuskeskus VTT:n labora-
torioissa kehitetty prosessi. Ensimmäisissä
kokeissa karbonisoitiin muutamia grammoja
laastia VTT:n laboratorioissa. Vuoden 2023
alussa käynnistettiin jo teknologian teollisen
mittakaavan pilotointiin tähtäävä projekti
yhteistyössä Rakennusbetoni ja Elementin
kanssa. Rakennusvaihe valmistui elokuussa
2023 ja tuotantoon laitteisto siirtyi vuoden
2024 alkupuoliskolla, kertoo Carbonaide Oy:n
toimitusjohtaja Tapio Vehmas.

Rakennusbetoni- ja Elementti Oy:n tuo-
tantolinjalta valmistuivat keväällä 2024 ensim-
mäiset kaupalliset Carbonaide-menetelmällä
valmistetut betonituotteet – maailman ensim-
mäiset CO₂-mineralisoidut väliseinäkivet.
Vähähiilisessä Väliseinäkivi 88:ssä on tuotteen
painosta 2,6 % hiilidioksidia ja normaalikiveen
verrattuna 40 % vähemmän sementtiä. Välisei-
näkivi 88:n lisäksi tehtaalla voidaan Carbonai-
de-menetelmällä valmistaa myös pihakiviä.

Carbonaide-teknologiaa on otettu käyttöön
vähitellen myös muissa betonialan yrityksissä.



6

Finnsementti Oy

Finnsementti on investoinut viime vuosikymmeninä runsaasti vähentääkseen hiilidioksidipäästöjään. Tehokkaita keinoja ovat olleet energiatehokkaammat prosessit ja kierrätyspolttoaineiden käyttö sekä kalkkikiveä korvaavat raaka-aineet.

Finnsementti käyttää tuotannossaan huomattavan määrän erilaisia teollisuuden sivutuotteita ja -virtoja sementin raaka-aineena, mikä vähentää neitseellisten raaka-aineiden tarvetta ja vaikuttaa hiilidioksidipäästöihin.

Ensimmäisiä yrityksen vähähiilisiä tuotteita oli Oiva-sementti, jonka aikaisempia tuotteita korkeampi seosainemäärä tekee siitä vähäpäästöisemmän vaihtoehdon betonirakentamiseen. Sen jälkeen Finnsementti on tuonut markkinoille entistä vähäpäästöisempiä sementtituotteita, kuten Kolmossementti, joka on korkean 52,5 -lujuusluokan masuunikuonasementti sekä KolmosBerta, joka on alhaisen varhaislujuuden sulfaatinkestävä alhaislämpömasuunikuonasementti.

Näiden sementtien seosaineina käytetään suuria määriä masuunikuonaa, minkä ansiosta tuotteiden CO₂-päästöt ovat n. 40 % ja n. 70 % matalammat kuin korkeampipäästöisten CEM I -tyyppisten sementtien Finnsementin uusimpia tuotteita on myös vähähiilinen LC-Ykkösementti, joka on CEM II/A-LL -luokan erikoissementti. Sen kemialliset ominaisuudet on räätälöity sopimaan erityisesti erikoissovelluksiin ja kuivatuotteisiin.

Finnsementin tavoitteena on vähentää oman toimintansa päästöjä 30 % vuoden 2021 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Tulevai-

suudessa vastuullisuutta tarkastellaan myös entistä laajemmin.

"Hiilineutraalisuus voidaan yhteiskunnassa pitkälti saavuttaa fossiilisista energialähteistä luopumalla, mutta on muutamia ydintoimialoja, joissa hiilidioksidin talteenotto tulee olemaan tarpeen. Sementin valmistus on yksi näistä. Koska yli puolet sementin valmistuksen päästöistä muodostuu itse raaka-aineista, jolle ei ole varteen otettavaa korvaajaa, tulee hiilidioksidin talteenotto olemaan olennainen päästövähennyskeino hiilineutraalin sementin tiekartassa. Hiilidioksidin talteenotto sementti-

tehtaalla voidaan suorittaa joko valmistusprosessin jälkeen (post combustion) tai osana valmistusprosessia (intergrated process)", kertoo vastuullisuusjohtaja Ulla Leveelahti.

6 Finnsementin Paraisten tehdas ja arinajäähdytin. Tehokkaita hiilidioksidin päästövähennyskeinoja ovat energiatehokkaammat prosessit ja kierrätyspolttoaineiden käyttö sekä kalkkikiveä korvaavat raaka-aineet.

7 Finnsementin Oiva-sementtisäkki liukuhihnalla tuotannossa.

Finnsementti Oy



7



Kesko Oyj

8

Kovabetoni Oy

Kovabetoni on toteuttanut systemaattisesti toimia päästöjensä ja energiankulutuksen vähentämiseksi jo useamman vuoden. Lisäksi yritys on toteuttanut monia projekteja käyttäen vähähiilisiä reseptejä tuotannossaan. Kaikille yrityksen tuotteille on saatavilla verifioidut ympäristöselosteet (EPD), joissa otetaan huomioon koko yrityksen toiminnan päästöt aina raaka-aineiden hankinnasta jätteiden käsittelyyn. Kehityksen lähtökohtana on ollut ymmärtää koko tuotannon kokonaiskuva, jotta on voitu keskittyä merkityksellisiin päästölähteisiin. Lisäksi Kovabetonilta löytyy GWP-sertifikaatit. ”Pyrimme vastaamaan kaikkiin asiakkaan tarpeisiin vähähiilisyyden saralla”, sanoo toimitusjohtaja Marjet Mäkinen.

Yksi suurimmista Kovabetonin vähähiilisten elementtien toimituksista on ollut Keskon logistiikkakeskus Onnelan hankkeeseen vuonna 2024. Se on Suomen suurimpia logistiikkarakennuksia kattaen 85 000 neliometriä, vastaten noin 12 jalkapallokentän pinta-alaa. Kovabetonin toimittamien vähähiilisten elementtien kokonaismäärä oli 12 800 kuutiometriä ja 30 720 tonnia. Kokonaisuus kattoi laajan valikoiman niin sokkeleita, seiniä, pilareita, HI-palkkeja kuin TT-laattoja. Koko projektin aikana saavutettiin satojen tonnien CO₂-päästövähennys verrattuna perinteiseen betonirakentamiseen. Betonielementtien toimituksissa kiinnitettiin erityistä huomiota koko toimitusketjun ympäristöstä-väällisyyteen.

Kovabetonin runkotuotanto toimii täysin CO₂-neutraalisti lämmityksen osalta ja lisäksi tehtaan ja työmaan välisen matkan kohtuullinen etäisyys minimoi kuljetusten hiilijalanjäljen. Kaikki kuljetukset suoritettiin EUR6 -normin mukaisella kalustolla, mikä vähensi edelleen ympäristövaikutuksia.

8 Kovabetoni Oy toimitti Keskon logistiikkakeskukseen vähähiilisiä elementtejä.

Lammin Betoni Oy

Lammin Betonin vastuullisuusohjelman yksi neljästä painopistealueesta on hiilineutraali rakentaminen. Yhtiöllä on standardin mukaiset verifioidut ympäristöselosteet (EPD) tuotteilleen.

Syksyllä 2024 Lammin Betoni siirtyi valmistamaan pelkästään vähähiilisiä harkkotuotteita. Tuotekohtaiset päästövähennykset vaihtelevat tuoteryhmittäin jopa 23–53 % ja keskimäärin noin 42 %. Nyt toteutettu päästöjen pienentäminen ei ole ensimmäinen lajiaan, sillä Lammin tuotekohtaiset päästöarvot ovat olleet jo valmiiksi hyvällä tasolla. Ensimmäiset isot päästövähennykset yrityksessä saavutettiin jo vuonna 2010, kun koko tuotannon valmistusreseptit optimoitiin.

Vuoden 2024 muutoksen taustalla on laaja kehitystyö: yli kahden vuoden LOIKKA-tutkimus- ja kehityshankkeessa yritys testasi useita seossementtityyppejä ja reseptejä (6 erilaista sideainetyyppeä, 17 reseptiyhdistelmää) uuden vähähiilisen tuotteiston mahdollistamiseksi. Käytännössä muutoksen mahdollistajina on ollut sementin korvaaminen vähähiilisemmällä vaihtoehdolla, kokonaissideainemäärän pienentäminen uusissa resepteissä sekä siirtyminen käyttämään uusiutuvaa sähköä tuotantolaitoksilla.

Siirtyminen tarjoamaan ainoastaan vähähiilisiä tuotteita on merkittävä askel betoniteollisuudessa, jossa tavallisesti tarjotaan vähähiilisiä tuotteita rinnakkaisena vaihtoehtona.

9 Lammin Betoni Oy on siirtynyt valmistamaan pelkästään vähähiilisiä harkkotuotteita.



Betu Heikkilä

9

Lujabetoni Oy

Lujabetonin tavoite on toimia kärkiyritysten joukossa tavoitteenaan minimoida toimintansa haitalliset ympäristövaikutukset tuotteiden ja palveluiden koko arvoketjun ja elinkaaren kattavasti. Yritys hyödyntää myös uusiutuvaa sähköä tuotannossaan ja on asettanut tavoitteeseen hiilineutraalin toiminnan vuoteen 2035 mennessä.

Lujabetoni on ollut alan edelläkävijä vähähiilissä valmisbetoneissa. Lujabetoni on tuonut markkinoille myös niin vähähiiliset seinäelementit, ontelo- ja tasolaatat, julkisivuelementit, ripalaatat kuin pilarit ja palkit, joiden hiilijalanjälki on jopa 40 % pienempi kuin normaaleilla betonielementeillä. Lujabetonin vähähiilisillä elementeillä on BY-Vähähiilisyysluokitus.

Elokuussa 2025 Lujabetoni toi ensimmäisenä betonialan yrityksenä markkinoille betonipaalut, joiden hiilijalanjälki on merkittävästi pienempi kuin tavanomaisilla paaluilla. Betonipaalujen vähähiilisyys perustuu betonissa käytettävien sideaineiden GWP-päästöjen vähentämiseen.

”Tuotekehitystyössä korvaavia raaka-aineita testaamalla, tuotantoprosessia kehittämällä ja reseptiikkaa hiomalla olemme päässeet pienentämään betonipaalujen hiilijalan-



Matti Viljanen

10

jälkeä merkittävästi vaikuttamatta haitallisesti itse lopputuotteeseen”, kertoo Lujabetonin yksikönjohtaja Tuomo Eilola.

Lisäksi Lujabetoni on edennyt digitaalisten työkalu- ja mallinnusohjelmien käyttöön vähähiilisen betonin käytön tehostamiseksi esimerkiksi elementtien ja valmisbetonin suunnittelussa. Uusi digitaalinen järjestelmäratkaisu

mallintaa tarkasti betonin lujuudenkehitystä ja lämmöntuottoa. Betonirakenteen lujuudenkehityksen ennakoiminen ja todentaminen ovat ratkaisevan tärkeitä rakentamisaikataulun kannalta.

10 Kuvassa Lujabetonin Pernaja-paalut.



Janne Mikkilä

11

Parma Oy

Parma on seurannut PARMA Concrete Care™-vastuullisuusohjelmaansa aktiivisesti ja johdonmukaisesti vuodesta 2020. Ympäristönäkökulmasta Parman kehitystoiminnan painopisteinä ovat vähähiiliset tuotteet, energiatehokkuus ja kiertotalous. Yhtiön tavoitteena on betonisten valmisosien mahdollisimman ekologinen valmistus, ja se on sitoutunut vähentämään valmistusvaiheen hiilidioksidipäästöjä 5 % vuosittain. Parman konkreettinen ympäristötavoite on puolittaa

yhtiön hiilidioksidipäästöt vuoteen 2035 mennessä vuoteen 2020 verrattuna.

Parma on lanseerannut oman vähähiilisten tuotteiden tuoteperehen nimellä PARMA Green™, joka kattaa niin seinä-, runko- kuin laattaelementtejä. Vähähiilisiä PARMA Green-tuotteita on saatavilla kaikilta tehtailta ja PARMA Green™-tuotepereheeseen kuuluvat kaikki tuotteet, joiden betonireseptit täyttävät vähintään BY-Vähähiilisyysluokituksen GWP.85®-luokan vaatimukset.

Tämän vuoden alussa Parma tiedotti valmiudestaan ottaa teolliseen tuotantoon maailman vähäpäästöisimmät ontelolaatat. Kesällä yritys tiedotti, että vuonna 2024 valmistetuista tuotteista 58 % oli vähähiilisiä PARMA Green-tuotteita. Laattatuotteissa osuus oli jopa 78 %; seinäelementeissä 40 % ja runkoelementeissä 25 %.

Parma on myös mukana kansainvälisessä nelivuotisessa EU:n rahoittamassa ReCreate-tutkimushankkeessa, missä tutkitaan kokonaisten betonielementtien uudelleenkäyttöä. Melkinlaiturin koulu- ja päiväkotia on ensimmäinen kaupallinen hanke, johon Parma toimitti uudelleenkäytettäviä ontelolaattoja loppukesällä 2025.

Elokuussa Parma toimitti ensimmäistä kertaa vähähiilisiä betonielementtejä suurjännitteisen sähköverkon perustuksiin. Marraskuun alussa yritys julkisti uuden PARMA-datacenter™-betonielementtijärjestelmän datakeskusten rakentamiseen. Järjestelmän kehittämisessä on kiinnitetty erityistä huomiota vähähiilisempään rakentamiseen ja turvallisuusvarmuuteen. Ympäristövastuullisuus on ollut yksi ensisijaisista lähtökohdista datakeskusratkaisua kehitettäessä.

11 Työnjohtaja Tatu Ryhänen tarkastaa vähähiilisiä PARMA Green™-ontelolaattoja Consolis Parman Hyrylän tehtaalla.

Rakennusbetoni- ja Elementti Oy

Rakennusbetoni- ja Elementti Oy toteuttaa vähähiilisiä tuotteita mineralisoimalla hiilidioksidia tuotteisiin kovettumisen yhteydessä Carbonaide-menetelmällä. Se on yksi keinoista vähentää betonituotteiden hiilidioksidipäästöjä valmistusprosessin aikana. Kyseisessä karbonatisoitumisprosessissa betonituotteita jälkihoitetaan hiilidioksidilla suljetussa kammiossa, jolloin ne sitovat pysyvästi CO₂:ta. Oikein valituilla raaka-aineilla on mahdollista saavuttaa jopa hiilinegatiivisia tuotteita.

”Olimme alusta asti mukana pilotoimassa VTT:n kehittämää menetelmää ja jo ensimmäiset testitulokset olivat lupaavia. Onnistuimme valmistamaan hiilinegatiivisia kuivapuristettuja betonituotteita. Nyt olemme siirtyneet tuotantomittakaavaan ja kehitämme menetelmiä aktiivisesti yhteistyössä Carbonaiden kanssa. Valmistamme tilauksesta kaikki AKO-garden-pihakivet sekä AKOhouses-harkkotuotteet tällä jälkikäsittelymenetelmällä”, kertoo toimitusjohtaja Teemu Teno.

Hiilidioksidin lisääminen perinteisellä betonilla valmistettuun tuotteeseen karkeasti



12

puolittaa sen hiilidioksidipäästöt. Hiilidioksidin sitouttaminen kiihdyttää betonituotteen kuivumista ja parantaa kovettumista. Haluttuun lujuuteen päästään 15 % pienemmällä sementtimäärällä. Tällaiset pihakivet myös härmehivät tavallisia vähemmän.

Seuraavaksi yritys keskittyy reseptien hienosäätöön ja hiilijalanjäljen edelleen pienentä-

miseen. Tavoitteena on investoida lisää teknologiaan, jotta entistä suurempi osa tuotteista voidaan käsitellä hiilidioksidilla ja laajentaa menetelmä muun muassa AKOwall-seinätuotelinjalle.

12 Rakennusbetoni- ja Elementti valmistaa vähähiilisiä pihakiviä ja harkkoja Carbonaide-menetelmällä.

Rudus Oy

Rudus Oy on vahvistanut asemansa rakennusmateriaalien vastuullisuuden suunnannäyttäjänä siirtymällä yhä laajemmin vähähiilisiin betoniratkaisuihin. Yhtiön 32 valmisbetoni- ja betonituotetehdasta ovat jo saaneet BY-Vähähiilisyysluokitus-sertifikaatin eli suomalaisen betoniteollisuuden yhteisen vähähiilisyysluokituksen. Yhtiön tuotekehityksessä korostuvat laadun lisäksi kierrätysmateriaalit ja vähähiiliset tuotteet. Rudus on asettanut itselleen myös pitkän aikavälin tavoitteen: yhtiö on sitoutunut nettonollapäästöihin vuoteen 2050 mennessä.

Ruduksen tuotekehityksen kärjessä on uuden sukupolven CEVO-betoni, jonka päästöt ovat jopa 70 % pienemmät kuin vastaavissa perinteisissä ratkaisuissa. Elementtituotteissaan yritys ilmoittaa päästövähennyksiksi 31–49 % julkisivuelementeissä ja maisematuotteissa jopa 43 % pienemmän hiilijalanjäljen vakiotuotteissa.

Erinomainen esimerkki maisematuotteissa ovat CEVO-pihakivet. Vuonna 2023 SRV kommentoi Kangasalalla toteutettavan Lamminrahkan koulukeskuksen elinkaariviisaassa rakentamisessa etsivänsä kohteeseen ympä-

ristöä mahdollisimman vähän kuormittavia ratkaisuja ja vähähiilisyiden yhdeksi hankinnan kriteeriksi. CEVO-kiviä asennettiin Lamminrahkan koulupihalle kaikkiaan noin 1 450 neliömetrin alalle. Niillä saavutettiin CO₂-vähennys, joka vastaa Toyota Corolla Hybridillä ajettavaa noin 145 000 kilometrin matkaa.

Tänä vuonna Rudus ilmoitti yhteistyöstä ohjelmistotoimija One Click LCA:n kanssa ja yhteistyön myötä julkaistaan kattava kokonaisuus ympäristöselosteita koko tuotevalikoimasta kivituotteista betoniin. Lisäksi Ruduksen maisematuotetehtailla Orimattilassa, Tuusulassa ja Tampereella lähes kaikki maisematuotteet valmistetaan vähähiilisestä betonimassasta. Muutoksen myötä tuotteiden hiilijalanjälki on pienentynyt 43 % verrattuna referenssivuoteen 2021.

Syyskuussa Rudus lanseerasi ”Nopea Vähähiilinen Holvibetoni” -betonilla tehdyn ensimmäisen kerrostalon valukohteen Kuopiossa, joka tehtiin Skanska Oy:n kanssa. Tuotteen päästöt ovat 30 % pienemmät kuin tyyppillisellä valmisbetonilla laattojen valussa. Valutyöt ja valujen laatu eivät poikkea vastaavan lujuusluokan normaalista betonista. Kuopion valun jälkeen pääkaupunkiseudulla on toimitettu uutta holvibetonia vielä lokakuussakin ongelmitta.

13 Kangasalan uuden Lamminrahkan koulukeskuksen pihalla käytettiin Ruduksen vähähiilisiä CEVO-pihakiviä.



Marjaana Malkamäki

13

Saint-Gobain Weber

Saint-Gobain Finlandin Raahen laitos käyttää SSAB:n terästuotannosta syntyvää senkkakuonaa sementtipohjaisten rakennusmateriaalien sideaineena. Kuona jalostetaan erottamalla siitä metallit, ja laitos käsittelee noin 70 000 tonnia senkkakuonaa vuodessa. Kaksi kolmasosaa tästä kierrätetään takaisin SSAB:n raaka-aineeksi, ja loput käytetään vaihtoehtoisina sideaineina, jotka korvaavat erikoisementtejä Saint-Gobainin Weber-brändin tuotteissa.

Kuonan jalostus mahdollistaa jopa 70 % sementin korvaamisen uusissa Enaé-lattiatoimitteissa, jotka lanseerataan pian Suomessa ja Ruotsissa. Tämä innovaatio vähentää tuotteiden elinkaaren aikaisia CO₂-päästöjä noin 30–50 prosenttia. Uuden prosessin ansiosta kaikki kuonamateriaali hyödynnetään, eikä jätettä synny. Rakennusteollisuus saa käyttöönsä entistä vähähiilisempiä tuotteita ilman suorituskyvyn heikentämistä. Raahen laitos on ensimmäinen laatuaan maailmassa ja edistää kestävämpää rakennettua ympäristöä. Se mahdollistaa kierrätettyjen materiaalien tehokkaan



14

käytön ja vähähiilisempien kuivatutotteiden valmistamisen.

Lähes kaikilla Weberin tuotteilla on EPD-ympäristöselosteet, joita hyödynnetään erityisesti rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljen laskennassa ja ympäristöluokituksissa (LEED, BREEAM, RTS) oman tuotekehityksen lisäksi.

14 Saint-Gobain Finlandin Raahen tehdas.

Suutarinen yhtiöt

Suutarinen Yhtiöissä on tehty pitkään kehitystyötä betoniteknologiassa. Suutarisen betonituotteiden valmistus lähtee kiviaineksen huolellisesta valmistuksesta. Kaikki muutkin prosessin vaiheet tehdään tarkasti ja valvotusti. "Koko tuotantoketju on omissa käsissämme kiviaineksen hankinnasta itse valmistukseen", Maarakennus Suutarisen toimitusjohtaja Markus Suutarinen sanoo. Betonin hiilijalanjälkeä voidaan vähentää myös tehottamalla energian käyttöä kiviaineksen käsittelyssä. Lisäksi kuljetuksissa on mahdollista leikata päästöjä, kun raaka-aineet hankitaan mahdollisimman läheltä.

Mikkelissä käynnistyi hiljattain Suutarisen uusi jännebetonituotteita valmistava tuotantolaitos. SBS Betoni Oy:n toimitusjohtaja Juho Suutarisen mukaan uusi tehdas mahdollistaa entistä monipuolisemman tuotannon ja suurempien kokonaisuuksien toimitukset. "Uudella tehtaalla tehdään muun muassa ontelolaattoja, STEK-laattoja, pilareita ja I-palkkeja. Pystymme tekemään myös HI-palkkeja." Uuden tehdasrakennuksen rakentamiseen on käytetty pelkästään vähähiilistä betonia.

Hyvin lämpöeristetyt rakenteet ja elementtien tiiviit saumakohdat tekevät rakennuksesta ilmatiiviin, mikä vähentää energiankulutusta merkittävästi. Tehdas on myös osittain omavarainen energiantuotannossa katolle asennetun aurinkosähköjärjestelmän ansiosta.

Näillä ratkaisulla uuden tehtaan hiilidioksidipäästöjä on onnistuttu vähentämään

noin 50 prosenttia tavanomaiseen tehdasrakennukseen verrattuna. Suutarisen teettämän laskelman mukaan päästövähennys on noin 1109 tonnia CO₂-ekvivalenttia, mikä vastaa suunnilleen 500 000 bensalitran tai yli 250 omakotitalon vuosipäästöjä.

SBS Betonin tuotantolaitokset pystyvät valmistamaan GWP70 -luokituksen mukaisia vähähiilisempiä betonituotteita. Niiden hiilidioksidipäästöt ovat noin 30 prosenttia tavanomaista betonia pienemmät. "Tulevaisuudessa tavoitteemme on päästä jopa GWP 55 -tason tuotteisiin", teollisuusneuvos Timo Suutarinen kertoo. "Tätä tavoitetta tukevat kiertomuottehtaan ja uuden ontelolaattatehtaan tuotantolinjastojen ratkaisut."

Myös materiaalihukan vähentämiseen on kiinnitetty tehtailla paljon huomiota. Tehtaanjohtaja Janne Vilveen mukaan erityisen tärkeää tämä on harjateräksessä, jonka osuus betonielementtien hiilijalanjäljestä on merkittävä.

"Olemme vähentäneet hukkaa muun muassa lisäämällä automaatiota." Elementtien raudoituksissa verkkohitsauskone jättää automaattisesti aukot ikkunoiden, ovien ja IV-reikien kohdalle, jolloin rautoja ei tarvitse leikata aukkojen kohdalta. Vilve sanoo, että se vähentää hukkaa jopa 50 prosenttia. •

15 Suutarisen kaikkia betonituotteita voidaan valmistaa vähähiilisestä betonista. Kuvassa Janne Vilve (vas.) ja Juho Suutarinen.



15

Uudistuneet ohjeet – Betonin lujuuden arviointi rakenteesta kimmovasaralla

Ari Mantila

Jaospäällikkö, Betoniteollisuus ry
ari.mantila@rt.fi

Jouni Punkki

Professori (POP), Betonitekniikka
Aalto-yliopisto
jouni.punkki@aalto.fi

Juha Komonen

Tutkimuspäällikkö, Sweco Finland Oy
juha.komonen@sweco.fi

Kimmoveasara on laite, jolla voidaan arvioida epäsuorasti betonin puristuslujuutta. Kimmoveasaran avulla saadaan helposti ja ainetta rikkomatta nopea käsitys rakenteessa olevan betonin lujuustasosta.

Kimmoveasara sopii hyvin betonirakenteiden puristuslujuuden alustavaan arviointiin. Kimmoveasaratestauksen perusteella voidaan kohdentaa tarkemmat porakoetestaukset oikeille alueille. Esimerkiksi kuntotutkimuksissa kimmoveasaralla voidaan analysoida laajalta alueelta, onko jossain kohtaa tavallista heikompaa betonia ja siten kohdentaa tarkemmat porakoetestaukset. Lisäksi kimmoveasaraa voidaan käyttää lujuusluokan arviointiin tietyssä rakenteen kohdassa, kunhan tunnetaan kimmoarvon ja betonin puristuslujuuden välinen riippuvuus.

Vaikka kimmoveasaran käyttö on tehokasta, on muistettava, että sen antama lujuusarvio perustuu betonin pinnan kovuuteen ja on siten epätarkempi kuin puristuslujuuden määrittäminen porakoekappaleista. Tulokset voivat vaihdella esimerkiksi betonin kosteuden, pinnan laadun tai karbonatisoitumisen mukaan, mutta kimmoveasarakoe antaa kuitenkin arvokasta lisätietoa ja usein vähentää turhia porauksia. Toki huolimattomasti tai virheellisesti suoritettu kimmoveasaratestaus voi myös aiheuttaa turhaa porakoekappaletestauksia. Kimmoveasaralla ei voi havaita rakenteen

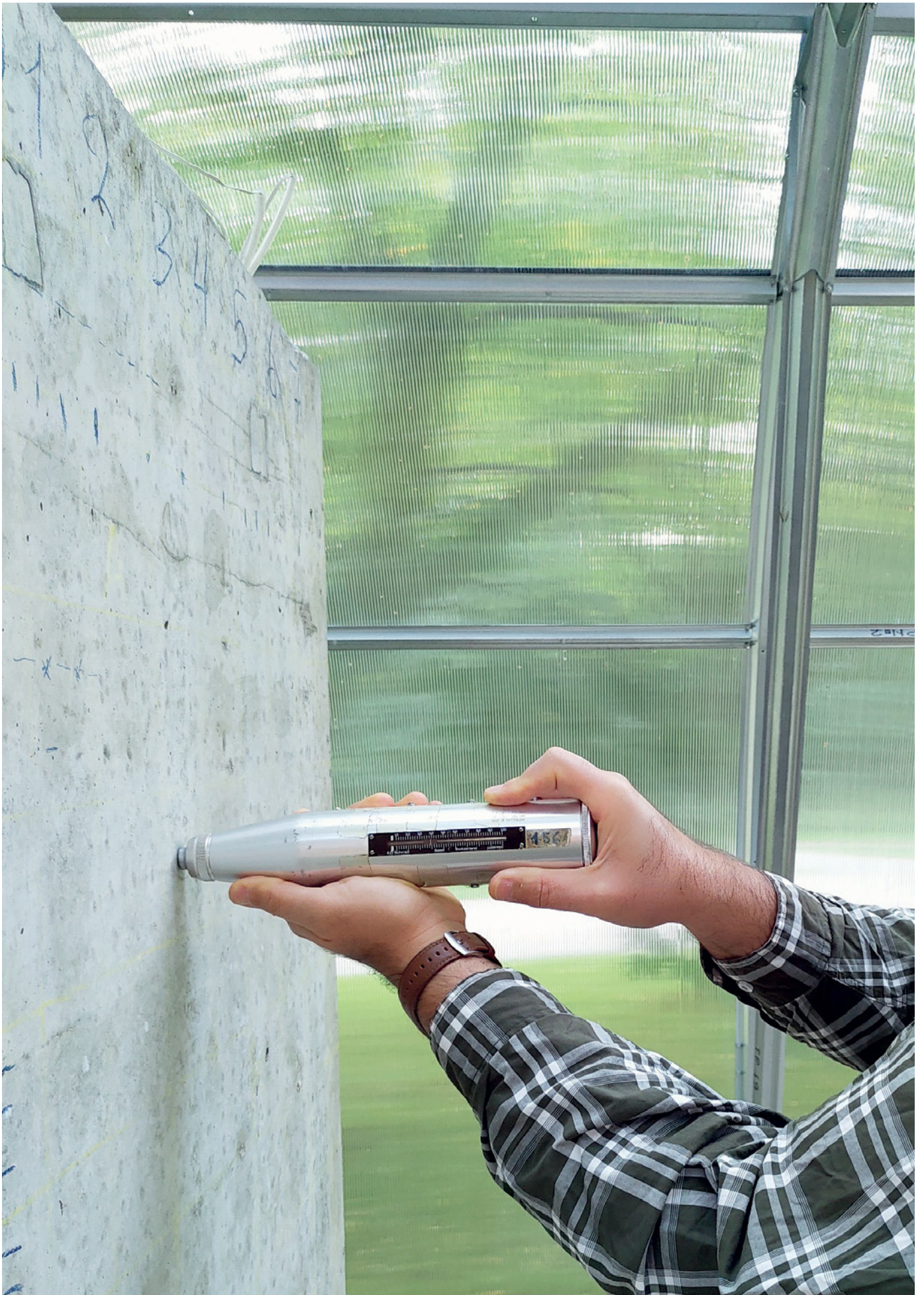
sisällä olevia lujuuspoikkeamia, jotka voivat aiheutua esimerkiksi liian korkeasta kovettumisen alkuvaiheen lämpötilasta.

Kimmoveasaratestaukseen löytyy käytännön ohjeita Betoniyhdistyksen ohjeesta *by 72 Betonin laadunvarmistus – osa 3 Ohje betonin kimmoveasaratestaukseen*, joka perustuu standardeihin SFS-EN 12504-2, SFS-EN 13791 ja SFS 7508. Tämä ohje korvaa aiemmin laajalti käytetyn Liikenneviraston ohjeen (LO 21/2016 Kimmoveasaran käyttäjän ohje). Liikenneviraston ohjetta ei tule enää käyttää.

Kimmoarvo on kimmoveasaran antama lukema, joka kertoo betonin pintaosan lujuudesta. Kun vasara iskee betonipintaan ja iskupaino kimpoaa takaisin, mitataan kimmoveasaratyyppistä riippuen takaisinponnahduksen pituus tai nopeus. Tällöin kovasta betonipinnasta vasara kimpoaa voimakkaammin (korkea kimmoarvo). Kimmoarvo muutetaan puristuslujuudeksi kokeellisesti määritetyn riippuvuuden avulla.

Kimmoarvojen mediaani tarkoittaa kimmoveasaratestauksessa mitattujen kimmoarvojen keskimäistä lukua, kun kaikki arvot on järjestetty suuruusjärjestykseen. Se on siis eri suure kuin kimmoarvojen keskiarvo. Kimmoveasaratestauksissa on olennaista tehdä useita (noin 10 kpl) yksittäisiä mittauksia, koska esim. lyönti kiviainesrakeeseen tai pinnan alla olevaan ilmahuokoseen antaa virheellisen tuloksen. Kimmoarvojen mediaania käytetään betonin lujuusarviointissa keskiarvon sijasta, koska siinä yksittäiset poikkeavat kimmoarvot (esim. isku kivirakeeseen tai huokoseen) eivät vääristä tulosta.

1 Mikäli mahdollista, kimmoveasaratestaus suositellaan suorittamaan vaaka-suunnassa.



1

Betoni yhdistyksen uusi menetelmäohje kimmovasaratestaukselle kokoaa em. standardien vaatimukset käytännönläheiseksi ohjeeksi testaajille. Siinä ohjeistetaan mm. kimmovasaran oikeaa käyttöä ja tarkastusta, testauskohtien valintaa sekä testausraportissa esitettäviä oleellisia tietoja (mm. mittauskohdat, iskusuunnat, mediaanit, mahdollinen lujuusluokka-arviotaulukon perusteella).

Betoni yhdistyksen ohje by 72 Betonin laadunvarmistus – osa 3 Ohje betonin kimmovasaratestaukseen on vapaasti luettavissa osoitteessa <https://www.betoniyhdistys.fi/julkaisut/verkkojulkaisut.html>

Kimmoveasaratestausta koskevia standardeja

- SFS-EN 12504-2 Testing concrete in structures. Part 2: Non-destructive testing. Determination of rebound number
- SFS-EN 13791 Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components
- SFS 7508 Betonin puristuslujuuden arviointi rakenteista ja rakenneosista. Standardin SFS-EN 13791 käyttö Suomessa
- Standardit SFS-EN 13791 ja SFS 7508 täydentävät toisiaan ja niitä molempia tulee noudattaa, niissä on sama kappalenumerointi.

Taulukko 1

Esimerkkejä kimmovasaratestauksen käyttökohteista.

Käyttötarkoitus, esimerkkejä	Kuvaus
1. Uudessa rakenteessa olevan betonin lujuusluokan varmistaminen	a. Paikannetaan mahdolliset lujuusvaihtelut rakenteessa kimmovasaran avulla ja valitaan niiden perusteella porakappaleiden ottoajat.
	b. Seulontatestaus: Arvioidaan betonin lujuusluokka suoraan kimmovasaran tulosten perusteella käyttämällä SFS 7508:n liitteen B taulukkoja.
	HUOM! • Testaajalla ja näytteenottajalla tulee olla tehtävän mukainen akkreditointi. • Testattavan betonirakenteen kypsytyden tulee olla vähintään laadunarvosteluikää vastaava. • Toimittaessa ohjeen by 72 mukaisesti, lujuudenarvioinnissa ei saa käyttää valmistajan riippuvuuskäyriä tai kimmoveasaran automaattisesti antamaa lujuusarviota.
2. Vanhan rakenteen betonin lujuuden selvittäminen	Rakenteesta mitataan testauskohdista kimmovasaran kimmoarvoja sekä otetaan porakappaleita, näiden avulla määritetään tapauskohtainen riippuvuus kimmoarvon ja betonin lujuuden välille (SFS-EN 13791 kappale 8).
3. Lujuuden epävirallinen seuranta työmaalla	Työmaalla kimmovasaraa voidaan käyttää arvioitaessa betonin varhaislujuutta, esimerkiksi muottien purun tai jälkijännityksen ajankohtaa päätettäessä. Tämä ei ole standardoitu laadunvarmistuskeino, vaan kokemukseen perustuva arvio työmaan omaan tarpeeseen. Tulokset olisi hyvä varmistaa esimerkiksi betonin lämpötilamittauksiin perustuvalla kypsyyslaskennalla, jotta vältettäisiin työturvallisuusriskejä.
	HUOM! Tätä menetelmää ei saa käyttää betonin vaatimuksenmukaisuuden arviointiin.



2

Kimmoarvon ja puristuslujuuden välisen kansallisen riippuvuuden määrittäminen

Suomessa on aiemmin ollut yleisesti käytössä Liikenneviraston julkaisu 21/2016 Kimmovasaran käyttäjän ohje. Kyseinen ohje on korvautunut edellä mainituilla standardeilla, eikä Liikenneviraston ohjetta voi enää käyttää. Standardin SFS 7508 vuoden 2021 version julkaisun jälkeen kuitenkin havaittiin, että uusi standardi antoi jopa 1–1,5 lujuusluokkaa liian alhaisia lujuusarvioita verrattuna porakoeakapaletuloksiin. Standardin riippuvuus perustui 1960-luvulta peräisin oleviin saksalaisiin tutkimuksiin, sillä suomalaisia tutkimustuloksia ei vuonna 2021 ollut saatavilla.

Suomessa haluttiin määrittää kansallinen riippuvuus kimmoarvon ja puristuslujuuden välille, jotta kimmovasaralla voitaisiin saada mahdollisimman oikea lujuustaso. Tätä varten tehtiin koesarja Aalto-yliopistossa ja lisäksi tehtiin kimmovasaratestauksen tasokoe. Näiden perusteella määritettiin uudet, suomalaiset riippuvuussuhteet kimmoarvon ja puristuslujuuden välille. Uudet riippuvuussuhteet on esitetty SFS 7508:2024:n liitteessä B. Uusilla riippuvuussuhteilla saadaan suoraan betonin lujuusluokka-arvio, jossa on otettu huomioon

vaadittavat varmuusmarginaalit sekä testaukseen liittyvät tulosten hajonnat ja rakenteessa olevalle betonille standardien oletama 15 % alempi lujuustaso verrattuna betonin valukoekappaleiden tuloksiin. Taulukot on esitetty erikseen molemmille tavallisille kimmovasaratyypeille R/N & Q.

Aalto-yliopiston tutkimus

Kansallisen riippuvuussuhteen määrittämiseksi käynnistettiin projekti, jossa betonin valmistajat toimittivat Aalto-yliopistolle testikuutioita. Aalto-yliopisto määrittäi koekuutioista kimmoarvot sekä puristuslujuudet. Kimmoarvot määritettiin sekä R- että Q-tyyppin vasaralla. Lisäksi mitattiin myös ultraäänen nopeus, vaikka ultraäänen nopeuden ja puristuslujuuden välille ei määritetty kansallista riippuvuutta. Ultraäänen nopeus ei ole Suomessa virallinen testausmenetelmä betonin puristuslujuuden arvioimiseksi betonirakenteista.

Testaukset tehtiin kesällä 2023. Neljä eri betonin valmistajaa toimitti Aalto-yliopistolle 150 mm koekuutioita. Betonien koostumukset

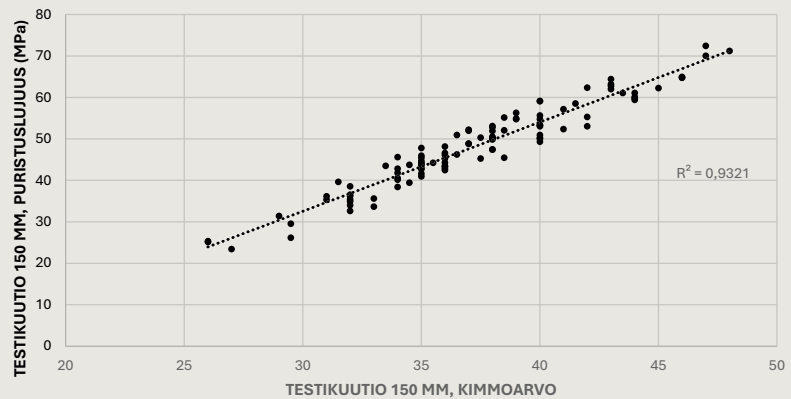
2 Tasokokeeseen osallistui useiden testauslaitosten testajia.

Kuva 3

R-tyyppin vasaralla määritetyn kimmoarvon ja puristuslujuuden välinen riippuvuus.

Huom. kuvassa on esitetty kimmoarvon ja puristuslujuuden keskimääräinen riippuvuus ilman varmuusmarginaaleja ja sitä ei voi käyttää sellaisenaan puristuslujuuden arviointiin.

KIMMOARVON JA TESTIKUUTION PURISTUSLUJUUDEN
VÄLINEN RIIPPUVUUS **R-TYYPIN KIMMOVASARA**
AALTO-YLIOPISTO 5-8/2023



vaihtelivat, mutta betonin valmistajia pyydettiin erottelemaan, onko kyseessä huokostettu vai huokostamaton betoni, mikä on betonin kiviaineksen maksimiraekoko ja onko koekappaleet valmistettu teräs- vai muovimuotilla. Koekappaleita testattiin eri ikäisinä, kuitenkin niin, että testaaminen tapahtui 7–91 vrk ikäisinä. Ennen testausta koekappaleita säilytettiin Aalto-yliopistossa vedessä, kunnes ne testauspäivänä otettiin pois vedestä klo 10. Testaaminen tapahtui iltapäivällä noin klo 14. Kaikkiaan testattiin 120 koekuutiota.

Testauksessa koekappaleet punnittiin ja mitattiin, jonka jälkeen koekappaleet asetettiin testipuristimeen testausta varten. Koekappaleita kuormitettiin 5 MPa kuormituksella 240 sekunnin ajan, jolloin koekappaleista määritettiin kimmoarvot R- ja Q-tyyppin vasaralla sekä mitattiin ultraäänen nopeus. Eri testaukset tehtiin eri kuution särmille ja testauskohdet oli merkitty etukäteen sabluunan avulla. Kimmovasaratestauksissa käytettiin yhdeksää mitauspistettä, joiden mediaaniarvoa käytettiin testituloksena. Lopuksi koekappale kuormitettiin murtoon ja betonin puristuslujuus määritettiin.

R-tyyppin kimmovasaran ja puristuslujuuden välinen riippuvuus on esitetty kuvassa 3. Linearisella riippuvuussuhteella päästään varsin korkeaan selitysasteeseen (0,9321). Eksponentiaalisella riippuvuudella jäädyään hieman huonompaan selitysasteeseen $R^2 = 0,9045$.

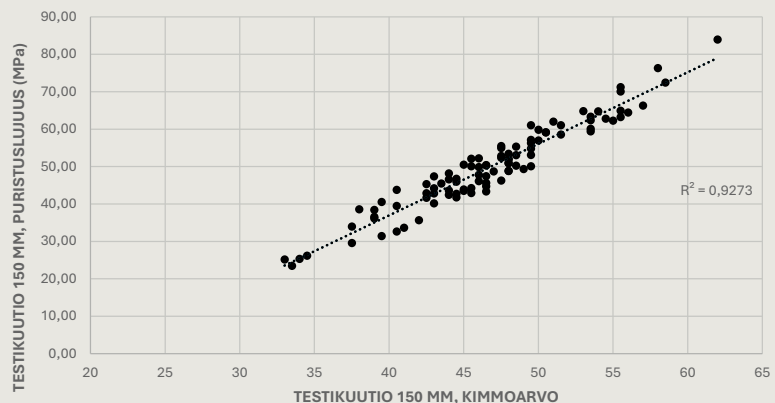
Q-tyyppin vasaran ja puristuslujuuden välinen riippuvuus on esitetty kuvassa 4. Selitysaste on samaa tasoa kuin R-tyyppin vasaralla (0,9273). Eksponentiaalisella riippuvuudella $R^2 = 0,9147$.

Kuva 4

Q-tyyppin vasaralla määritetyn kimmoarvon ja puristuslujuuden välinen riippuvuus.

Huom. kuvassa on esitetty kimmoarvon ja puristuslujuuden keskimääräinen riippuvuus ilman varmuusmarginaaleja ja sitä ei voi käyttää sellaisenaan puristuslujuuden arviointiin.

KIMMOARVON JA TESTIKUUTION PURISTUSLUJUUDEN
VÄLINEN RIIPPUVUUS **Q-TYYPIN KIMMOVASARA**
AALTO-YLIOPISTO 5-8/2023



5a Digitaalisessa kimmovasarakassa mittaustulokset näkyvät näytöllä tai sovelluksessa ja tulokset tallentuvat muistiin. Tuloksia voi siirtää kaapelilla tai langattomasti eri sovelluksiin. Joissain digitaalisissa kimmovasarissa on näytön lisäksi myös analoginen asteikko. Kuvassa Q-tyyppin kimmovasar.

5b Analogisen kimmovasaran kimmoarvo luetaan laitteen asteikolta. Analoginen kimmovasara ei vaadi virtalähdettä. Kuvassa R-tyyppin kimmovasar.



5a



5b

Koesarjassa määritettiin myös seuraavien tekijöiden vaikutuksia:

- Betonin huokostus
- Testausikä (7...21 vrk vs. 21...91 vrk)
- Kiviaineksen maksimikoko (8 mm vs. 16 mm)

Millään edellä mainituista tekijöistä ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta kimmoarvon ja puristuslujuuden väliseen riippuvuuteen. Lisäksi käytön kannalta olisi hankalaa, jos riippuvuudelle olisi eri versioita esimerkiksi huokostuksen osalta. Rakennetta testattaessa voi olla vaikea tietää, onko betoni huokostettua ja myös millaista ilmamäärää huokostettu betoni edellyttäisi. Edellä mainittujen tekijöiden aiheuttama mahdollinen lisähajonta tulee otetuksi huomioon varmuusmarginaaleja laskettaessa.

Kimmovasaratestauksen tasokoe

Seuraavassa vaiheessa syksyllä 2023 järjestettiin eri tutkimuslaboratorioiden testaajille yhteinen tasokoetilaisuus Tuusulassa Ruskon Betoni Etelä Oy:n hallissa, johon oli järjestetty testauskohteiksi 3 kpl 600 × 600 × 1200 mm³ testirakennetta, joiden betonilaadut olivat C25/30, C35/45 ja säänkestävä C30/37. Testirakenteiden lujuudet määritettiin olosuhdekoekappaleilla. Tasokokeeseen osallistui 14 testaajaa 9 yrityksestä ja kukin käytti testauksessa omaa kimmovasaraansa, joita oli sekä R että Q tyyppiä. Kimmoarvojen testaus suoritettiin em. standardien mukaisesti.

Tutkimuksessa ei arvioitu betonin lujuutta, vaan ainoastaan kirjattiin saadut kimmoarvot, joista laskettiin mediaanit ja näiden perusteella määritettiin kaikkien testaajien kimmoarvojen mediaanien hajonnat kullekin koebetonille.

Uuden suomalaisen kimmoarvojen ja betonin puristuslujuuden välisen riippuvuuden määrittäminen tutkimustulosten perusteella

Uudet riippuvuudet on esitetty Standardin SFS 7508:2024 liitteen B taulukoissa, joissa esitetään kimmoarvojen perusteella betonin lujuusluokkarviot. Riippuvuudet määritettiin SFS-EN 13791-standardin mukaisella tapauskohtaisen korrelaation menetelmällä, josta on esitetty laskentaesimerkki standardin SFS 7508 kohdassa D.5.

Kimmoarvon ja betonin puristuslujuuden yleisen kansallisen riippuvuuden määrittämisen vaiheet:

1. Aallon laboratoriotutkimusten testitulosien edustavuus tarkastettiin tulosten standardoitujen poikkeamien avulla (ei-edustavat: $|r_1| \geq 2$). Hyväksytyjen testitulosien perusteella määritettiin riippuvuus betonin lujuuden ja kimmoarvon välille regressioanalyysin avulla. Todettiin, että lineaaristen mallien selitysasteet olivat riittävän hyviä, jotta niitä voitiin hyödyntää. Regressioanalyysistä saatu residuaalihajonta kuvaa puristus- ja kimmovasaratestien toistettavuuden sekä betoninäytteiden lujuusvaihtelun yhteisvaikutukset hajontaan.
2. Tasokokeen tuloksista laskettiin testin uusittavuuden hajonta, kun eri henkilöt suorittivat testauksen eri laitteilla, näin oli mahdollista arvioida eri testauslaitosten välistä tulosten vaihtelua.
3. Laskettiin toistettavuuden ja uusittavuuden hajontojen perusteella menetelmän yhdistetty keskihajonta.
4. Määritettiin riippuvuuksien turvalliset alarajafunktiot siten, että 90 % todennä-

köisyydellä todellinen lujuus on näiden yläpuolella.

5. Koska standardin SFS-EN 1992-1-1 kohdan A.2.3(1) mukaan rakenteesta mitatun betonin puristuslujuuden oletetaan olevan 15 % alempi kuin vastaavan betonin valetulla koekuutiolla, korjattiin riippuvuutta korotamalla lujuusarviota 15 %.
6. Näin korjatut alarajafunktiot muunnettiin lujuusluokittain kimmoarvojen ja betonin puristuslujuusluokkien taulukkoarvoiksi.

Tällä prosessilla varmistettiin, että kimmovasarakokeesta johdettu lujuusarvio on tilastollisesti luotettava ja sisältää sekä mittausmenetelmän epävarmuuden että tarpeellisen varmuusmarginaalin. Lopputuloksena saatu uusi riippuvuustaulukko kasvatti vuoden 2021 standardiversion liitteen B lujuusarvioita noin 1–1,5 lujuusluokkaa ja on nyt lähellä porakoe-kappaleilla saatavaa lujuustasoa.

SFS 7508 liitteen B taulukoiden käyttö luonnollisesti edellyttää, että testaus on suoritettu standardien SFS-EN 13791 ja SFS 7508 mukaisesti. Näiden standardien ohjeiden mukaisesti on myös mahdollista määritellä tapauskohtaisesti näitä yleisiä riippuvuuksia tarkempi kimmoarvon ja betonin lujuuden välinen riippuvuus tietyin ehdoin, esimerkiksi yksittäisen valmistajan betonille. Tämä voi olla perusteltua lähinnä vain, jos valmistettava betoni tai käytettävä kiviaines poikkeaa normaalisti käytetyistä laaduista.



6 Vasemmalta oikealle kimmovasaratyypit N, NR ja ND (Digi-Schmidt). Näissä R-tyyppin kimmovasaroissa iskukohtaan kimmoarvo saadaan iskurin takaisinkimpoamaetäisyyden avulla.

7 Uusi julkaisu By72 – Betonin laadunvarmistus – Osa 3 – Ohje betonin kimmovasaratestaukseen.

Betoniyhdistyksen ohje by 72 Betonin laadunvarmistus – osa 3 – Ohje betonin kimmovasaratestaukseen

Betonirakenteen puristuslujuusluokan arviointi kimmovasaralla

Suomessa on edellä kuvatun mukaisesti määritetty kansallisesti noudatettava kimmoarvon ja betonin puristuslujuusluokan välinen yleinen riippuvuus. Yleinen kansallinen riippuvuus mahdollistaa erilaisten ja eri betonilaaduilla valmistettujen betonirakenteiden betonin puristuslujuusluokan arvioimisen kimmovasaran avulla.

Betoniyhdistyksen ohjeen by 72 Betonin laadunvarmistus – osa 3 Ohje betonin kimmovasaratestaukseen tarkoitus on varmistaa kimmovasaran oikea **tarkastus** ja **käyttö** betonirakenteiden **betonin puristuslujuusluokan**/puristuslujuuden arvioinnissa.

- Betonirakenteen betonin puristuslujuusluokan vaatimuksenmukaisuus voidaan arvioida kimmovasaran kimmoarvojen ja betonin puristuslujuusluokan välisen Suomessa noudatettavan yleinen riippuvuuden avulla.
- Betonirakenteen betonin puristuslujuusluokan vaatimuksenmukaisuuden arviointi kimmovasaran avulla edellyttää testaajalta kimmovasaratestimenetelmän akkreditointia.
- **HUOM!** Betonirakenteen betonin puristuslujuusluokan vaatimuksen vastaisuutta ei voida osoittaa kimmovasaran avulla.

Kimmovasaratestauksen soveltuvuus

Kimmovasaratestaus ei sovellu rakenteessa olevan betonin lujuuden tai lujuusluokan arvioitiin, mikäli:

- betonin ei ole normaalipainoista (2000–2600 kg/m³)
- betonipinnan karbonatisoitumissyvyys ylittää 5 mm:ä. Mikäli rakenteen ikä on alle 1 vuosi, voidaan olettaa, että karbonatisoitumissyvyys ei ylitä 5 mm:ä
- testattava betonirakenne on jäässä
- muottipinnassa on käytetty muottikangasta tai betonin pinnassa pintakovetinta
- betoni on vahingoittunut tulipalossa
- betonipinta on rapautunut esim. kemiallisen tai pakkasrasituksen vuoksi
- epäily puristuslujuuden vaatimuksenmukaisuudesta perustuu betonin korkeaan maksimilämpötilaan (> 60 °C) kovettumisvaiheessa

Kimmovasaran käyttö ohjeen by 72 mukaisesti

Ohjeessa by 72 esitetään ja ohjeistetaan mm.:

1. kimmovasaratestauksessa tarvittavat välineet, laitteistot ja laitteistojen tarkastus,
2. testauskohtien valinta,
3. kimmovasaratestauksen työvaiheet,
4. mittaustulosten laskenta/tarkastus (kimmoarvojen suuntakorjaus, hyväksytyjen kimmoarvojen mediaani ja -mediaanien mediaani),
5. betonin puristuslujuusluokan määrittäminen ja
6. mittaustulosten raportointi.



Tutkittavan betonirakenteen tai testausalan betonin puristuslujuusluokka määritetään testauskohtien hyväksytyjen kimmoarvojen mediaanien ja mediaanien mediaanin perusteella. Betonin puristuslujuusluokan arvioinnissa on otettu huomioon 1) kimmovasarointiin liittyvät testausajonnot sekä 2) rakenteessa olevan betonin ja valetun koekappaleen välinen lujuuden yleinen muuntokerroin 0,85.

- Kimmovasaratyypillä R määritettyjen suuntakorjattujen kimmoarvojen tulee täyttää taulukossa 2 esitettyjen sarakkeiden 1 ja 2 vaatimukset, jolloin tutkittavan betonin puristuslujuusluokka saadaan sarakkeesta 3. Lyöntisuunnan mukainen korjauskorroin esitetään R-tyyppin vasaralle ohjeessa by 72.
- Kimmovasaratyypillä Q määritettyjen kimmoarvojen tulee täyttää taulukon 3 molempien sarakkeiden 1 ja 2 vaatimukset, jolloin tutkittavan betonin puristuslujuusluokka voidaan määrittää sarakkeesta 3.

Taulukko 2

R-tyypin kimmovasaran suuntakorjattujen kimmoarvojen alimman mediaanin sekä mediaanien mediaanin ja betonin puristuslujuusluokan välinen kansallinen riippuvuus. Taulukon molempien ehtojen tulee täyttyä (lähde: SFS 7508:2024 liite B).

Testauserän kaikkien testauskohtien alin kimmoarvojen mediaani	Testauserän testauskohtien kimmoarvojen mediaanien mediaani	SFS-EN 206 puristuslujuusluokkaa
≥ 22	≥ 25	C12/15
≥ 24	≥ 27	C16/20
≥ 26	≥ 29	C20/25
≥ 28	≥ 31	C25/30
≥ 31	≥ 35	C30/37
≥ 35	≥ 38	C35/45
≥ 37	≥ 40	C40/50
≥ 39	≥ 43	C45/55
≥ 42	≥ 45	C50/60
≥ 45	≥ 48	C55/67
^a 90 % luottamustasolla.		

Taulukon arvot perustuvat Aalto-yliopistossa 2023 suoritettuun tutkimukseen, jossa määritettiin suomalaisille betoneille kimmoarvojen ja betonin puristuslujuuden välinen riippuvuus. 90% luottamustaso perustuu tutkimuksessa määritettyihin kimmovasaratestauksen uusittavuuden ja toistettavuuden hajonta-arvoihin. Tämän lisäksi niissä on otettu huomioon rakenteessa olevan betonin ja valetun koekappaleen välinen lujuuden muuntokerroin = 0,85.

Taulukko 3

Q-tyypin kimmovasaran kimmoarvojen alimman mediaanin sekä mediaanien mediaanin ja betonin puristuslujuusluokan välinen kansallinen riippuvuus. Taulukon molempien ehtojen tulee täyttyä (lähde: SFS 7508:2024 liite B).

Testauserän kaikkien testauskohtien alin kimmoarvojen mediaani	Testauserän testauskohtien kimmoarvojen mediaanien mediaani	SFS-EN 206 puristuslujuusluokkaa
≥ 29	≥ 32	C12/15
≥ 31	≥ 35	C16/20
≥ 34	≥ 38	C20/25
≥ 36	≥ 40	C25/30
≥ 40	≥ 44	C30/37
≥ 44	≥ 48	C35/45
≥ 47	≥ 50	C40/50
≥ 49	≥ 53	C45/55
≥ 52	≥ 56	C50/60
≥ 56	≥ 59	C55/67
^a 90 % luottamustasolla.		

Taulukon arvot perustuvat Aalto-yliopistossa 2023 suoritettuun tutkimukseen, jossa määritettiin suomalaisille betoneille kimmoarvojen ja betonin puristuslujuuden välinen riippuvuus. 90% luottamustaso perustuu tutkimuksessa määritettyihin kimmovasaratestauksen uusittavuuden ja toistettavuuden hajonta-arvoihin. Tämän lisäksi niissä on otettu huomioon rakenteessa olevan betonin ja valetun koekappaleen välinen lujuuden muuntokerroin = 0,85.

Betonin lujuudenkehityksen epävirallinen arviointi kimmovasaran avulla

Betonivalun kovettuessa työmaalla pitää usein päättää, milloin betoni on saavuttanut sellaisen lujuuden, että muotit voidaan purkaa tai jälkijännitys voidaan suorittaa. Normaalisti rakenteen betonin lujuudenkehitystä arvioidaan mittaamalla rakenteen lämpötilaa ja laskemalla näiden mittausten perusteella betonin kypsyttää, tätä vanhempi menetelmä on olosuhdekoekappaleiden käyttö. Vaihtoehtona tai täydentävänä menetelmänä voidaan käyttää kimmovasaratestausta. Betoniyhdistyksen oppaan by 72 – osa 3 liitteessä A on kuvattu kimmovasaratestauksen suoritusta tällaiseen lujuuden arviointiin. Menetelmä soveltuu kuitenkin ainoastaan työmaan omien päätösten varmistamiseen, kuten muottien purku- tai jälkijännitysajankohdan arviointiin, mutta ei betonin laadunvarmistukseen. Tällöin pitää myös päätöksiä tehdessä ottaa aina huomioon myös työturvallisuus, siltä varalta, että lujuusarviot ovat virheellisiä.

Ohjeen mukaan suoritettua testauksesta saadaan tutkittavassa rakenteen kohdassa kimmoarvon mediaani, josta voidaan arvioida betonin puristuslujuus, kun käytössä on valmistajan antama riippuvuuskäyrä tai by 72-osa 3:n liitteessä A esitetty käyrästä. Tulee kuitenkin muistaa, että tällaisen testauksen tarkkuus on vain yhden lujuusluokan tasolla, riippuen tekijän kokemuksesta ja tarkkuudesta.

Tätä menetelmää ei siis saa käyttää betonin virallisena laadunvarmistuksena tai vanhan rakenteen kantavuuden tarkastelussa. Tällaisissa virallisissa arvioinneissa on käytettävä akkreditoituja testauslaitoksia ja noudatettava standardeja SFS-EN 13791 sekä SFS 7508.

Betoniyhdistyksen by 72-osa 3 ohjeen liitteestä A löytyy tarkemmat työohjeet sekä laskuesimerkki tulosten käsittelystä, mutta tässä on listattu tärkeimmät työvaiheet:

1. Valmistelut

1. Tarkista kimmovasara: varmista, ettei laite ole vaurioitunut ja että se on tarkastettu.
2. Valitse testauskohdat: rakenneosan kriittiset tai kylmimmät alueet, testauspinta mieluiten muottipintaa vasten valettu sileä pinta.
3. Hio epätasainen pinta tarvittaessa ja poista sementtiliimakerros.
4. Varmista olosuhteet: pinnan on oltava kuiva ja sula. Jäätynyttä pintaa ei saa testata.

2. Testaus

- Merkitse testausalue (esim. 30 × 30 cm² ruutu).
- Suorita vähintään 10 iskua tasaisesti testausalueelle, älä testaa samaan kohtaan kahta kertaa.
- Kirjaa ylös kimmoarvot, iskusuunta ja merkitse testauskohta.
- Suositellaan hylkäämään iskut, joiden kimmoarvo on selvästi muista poikkeava, esimerkiksi osuma huokoseen tai kiveen.

3. Tulosten käsittely

- Laske mediaani kimmoarvoista – älä käytä keskiarvoa.
- Mikäli yli 2 arvoa poikkeaa mediaanista yli ±25 %, hylkää mittausta ja toista testaus uudesta testauskohdasta lähistöltä. Älä testaa kohdasta, jossa on jo testausjälkiä.
- R (N)-vasaralla korjaa kimmoarvojen mediaania suuntakorjauksella, jos iskusuunta ei ole vaakasuora.
- Muunna mediaaniarvo puristuslujuudeksi by 72 – osa 3 liitteen A käyrien avulla.
- Raportoi tulokset työmaapäiväkirjaan tai erilliseen testauspöytäkirjaan. Merkitse ylös testauspaikat, -ajankohta, lämpötilat, kimmovasaran tunniste ja saadut mediaanikimmoarvot (ja mahdolliset kimmoarvojen suuntakorjaukset) sekä niiden perusteella arvioidut betonin puristuslujuudet. Näin tuloksiin voidaan tarvittaessa palata myöhemmin. •

New national standard for rebound hammer testing

A new European standard (EN 13791) and its national application standard in Finland (SFS 7508) for assessment of in-situ compressive strength were published in 2019 and 2021 respectively. However, it was noticed that the new standards significantly underestimated compressive strength when the rebound hammer testing was used. This led to unnecessary testing of compressive strength with drilled core. In the standards, the correlation between rebound hammer and compressive strength was based on large number of tests carried out through the years in Germany and the correlation is not very representative for Finnish concretes.

In Finland a national correlation between rebound number and compressive strength was determined. A project was established at Aalto-University. The concrete producers delivered 150 mm test cubes to Aalto University, which performed the rebound hammer testing, UPV measurement and finally the compressive strength was measured. The tests were made for both R- and Q-type rebound hammers. In total, 120 cubes were tested. Also, a round robin test was organised in which different testing units were testing the same concrete structures and the variation between the testing units was determined.

Based on the above-mentioned test series new tables for the standards SFS 7508 were determined to estimate the compressive strength class of concrete. In Finland, the compressive strength measured from structure needs to fulfil 85 % of the nominal strength level. This is included in the updated version of the standard, published in 2024. •

Oikaisu!

Viime 3–25 paperilehden tekstissä väitettiin virheellisesti, että uudelleen käytettävät elementit tulisi CE-merkitä. Tällaista vaatimusta ei Suomessa todellisuudessa ole.

Pahoittelemme virhettä!
Verkkolehdessä teksti on jo aiemmin korjattu.



Maailma muuttuu vai muuttuuko?

Rakentamisessa tapahtuu monenlaista kehitystä, mutta juuri nyt ollaan hyppäämässä ihan uuteen aikaan tekoälyn myötä. Se muuttaa suunnittelua ja rakentamista ennen näkemättömällä tavalla /1/. Siltikin tekoälyn käyttö vaikuttaa lähinnä prosesseihin ja käytäntöihin ja sitä myötä ehkä hankkeiden talouteen ja keston. Itse rakennukset näyttävät edelleen kutakuinkin samalta kuin ennenkin.

Silti olemme kokonaan uuden ajan kynnyksellä myös rakentamisessa. Kohta mikään ei ole enää entisellään, koska vaa-teet kiertotaloudesta lisääntyvät koko ajan. Määräykset muuttuvat ja jo hiilijalanjälkilaskenta yksin tulee vaikuttamaan rakennosien uudelleen käyttöön. Sen lisäksi taksonomia /2/ ja muu EU-lainsäädäntö /3/ muuttavat koko rakentamisen kuvan.

Taksonomiassa tarkastellaan hankkeiden vaikutuksia ympäristöön paljon laajemmin kuin pelkän hiilidioksidipäästön kannalta /4/. Jo pelkästään päästöjä tarkastellaan muidenkin kasvihuonekaasujen näkökulmasta kuin pelkän hiilidioksidin.

Betonin kannalta merkittävä suure taksonomia-tarkasteluissa on ilmastonmuutokseen sopeutuminen. Kisassa pärjäävät materiaalit, joiden käyttöikä on pitkä ja jotka kestävät vaurioitumatta hyvin kosteutta.

Myös luonnon monimuotoisuuden kannalta betonilla on positiivisia puolia. On selvää, että kalkkikiven louhinta sementtiä varten ja kiviaineksen otto aiheuttavat arpia luontoon. Samalla puhutaan kuitenkin melko pienistä alueista verrattuna vaikka hakkuisiin, joita tarvitaan rakenteellisten puutuotteiden valmistukseen. Toisaalta

myös silloin kun kiviaineksen otto lopetetaan, kunnollisilla ennallistamistoimilla voidaan palauttaa luonnon monimuotoisuutta /5/.

Betoni kiertää tällä hetkellä erittäin hyvin. Lähes kaikki purkubetoni päättyy tien rakennukseen /6/. Murskattu betoni on myös kantavuudeltaan parempaa kuin pelkkä kiviaines, joten sitä tarvitaan vähemmän. Jos betoniset rakenneosat päätyvät entistä useammin uudelleen käyttöön, joudutaan louhimaan entistä enemmän mursketta teiden rakenteisiin. Päästöjen pienentäminen ei siis ole nollasummapeliä. Samanlainen mekanismi on nähtävissä lentotuhkan suhteen kivihiilen polton vähetessä ja ennen pitkää myös masuunikuonan suhteen teräksen valmistuksen prosessin muuttuessa.

Vielä parempia uutisia on odotettavissa, kun norjalainen, päästötön sementti yhdistetään hiilidioksidia sitovaan valmistustekniikkaan. Silloin meillä on käsissä aivan lyömätön materiaali.

Jotain betonirakentamisessa tehdään oikein jo nyt, kun tilaajat puhuvat puurakentamisesta, mutta rakentavat silti betonista! /7/

Lähteet:

1. Rakennusteollisuus. Tekoäly rakennus-alalla. <https://rt.fi/tietoa-alasta/rakentamisen-kehittaminen/digitalisaatio-ja-uudet-teknologiat/tekoaly-rakennus-alalla/> Viitattu 3.11.2025
2. Hietala, Meri. EU-taksonomian raportointiopas kiinteistö- ja rakennus-alalle. 2024.
3. Eurooppa-neuvosto. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/european-green-deal/> Viitattu 3.11.2025
4. Euroopan parlamentti. EU:n taksonomia määrittää kriteerit vihreälle rahoitukselle. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20200604STO80509/eu-n-taksonomia-maarittaa-kriteerit-vihrealle-rahoitukselle> Viitattu 9.11.2025
5. Rudus. Suomiehen alue Hyvinkäällä kokonaan kaupungin omistukseen. <https://www.rudus.fi/ajankohtaista/2022/02/15/suomiehen-alue-hyvin-kaalla-kokonaan-kaupungin-omistukseen> Viitattu 9.11.2025
6. Kivifaktaa. Betoni ei kierrä – vai kiertääkö sittenkin? <https://kivifaktaa.fi/betoni-ei-kierra-vai-kier-taako-sittenkin/> Viitattu 9.11.2025
7. Tekniikka & Talous. Puu- ja betonitalon lämmitysero yllätti. 5.11.2025

Auli Lastunen

Eurokoodiasiantuntija
 Rakennustuoteteollisuus RTT
auli.lastunen@rakennusteollisuus.fi



Päivi Kankare

BETK – Tuoteyksilöinnin ja tunnistamisen pilotointi

Vakioitu tuoteyksilöinti ja tunnistaminen elementtien toimitusketjun digitalisaation kehityksessä

Teemu Alaluusua, tutkija, toim.joht.

Con X Digi Technologies Oy, BETK-työryhmän operatiivinen projektipäällikkö
teemu.alaluusua@condigi.fi

Betonielementin yksilöintitiedoille määritelty yhteinen, GS1-standardeihin ja BETK-työryhmän soveltamisohjeeseen nojaava malli mahdollistaa, että sama, kaikkien osapuolten yhteisesti ymmärtämä tietosisältö voidaan kantaa mukana QR-koodissa, GS1 DataMatrixissa, RFID-tunnisteessa tai useammassa tiedonkantajassa rinnakkain.

Betonielementit suunnitellaan ja valmistetaan projekti ja usein elementti kerrallaan, mutta elementtiin liittyvä tieto ei yleensä seuraa fyysisistä tuotetta koneluettavassa ja osapuolten yhteisesti tulkittavassa muodossa. Betonielementtien toimitusketjut perustuvat edelleen pitkälti manuaaliseen tiedonvaihtoon ja elementtien tuoteyksilöinti valmistajakohtaisiin menetelmiin. Vakioinnin puutteen vuoksi suunnittelu- ja tuotetiedon linkittäminen fyysiseen tuotteeseen ja tapahtumatiedon jakaminen toimitusketjussa on käytännössä mahdotonta.

Käsin tehty tietojen syöttö sisältää aina virheen mahdollisuuden, erityisesti kiireessä. Arvioiden mukaan virhe syntyy tyypillisesti jo muutamien satojen näppäinpainallusten jälkeen, kun taas automaattisissa tunnistus- ja tiedonkeruumenetelmissä virhesuhde on monissa sovelluksissa luokkaa yksi virhe sadoissa tuhansissa tai miljoonissa lukutapahtumissa, teknologiasta riippuen. Yksittäinen väärä merkintä tuotteesta tai toimituksesta ei ole sivuseikka, vaan voi käynnistää viivästyksiä, lisäkustannuksia ja turvallisuusriskejä.

Muiden toimialojen logistiikassa ja vähittäiskaupassa tuoteyksilöinti ja automaattinen tunnistaminen perustuvat laajasti GS1-standardiperheen tunnisteisiin ja tiedonkantajiin. Rakennustuoteteollisuudessa vastaavaa yhteisesti sovittua mallia ei ole vielä otettu systemaattisesti käyttöön tilauksesta suunniteltavien tuotteiden tasolla.

Tilauksesta suunniteltavien rakennustuotteiden toimitusketjuissa keskeinen haaste on,

että tuotteet suunnitellaan ja valmistetaan yksilöllisesti tilausten perusteella. Tämä edellyttää tuoteyksilöinniltä laajaa, rakenteellisesti yhtenäistä tietosisältöä sekä tiedonkantajalta riittävää kapasiteettia yksilöintitiedon tallentamiseen.

Soveltamisohje betonielementtien tuoteyksilöintiin ja -tunnistamiseen

BETK-työryhmä on rakennus- ja rakennustuoteteollisuuden yhteinen työryhmä, joka edistää tilauksesta suunniteltavien rakennustuotteiden tuotetietojen ja toimitusketjun digitalisaatiota. BETK-työryhmässä tuoteyksilöinti päätettiin ratkaista hyödyntämällä GS1-standardiperheen tunnisterakenteita. Menetelmä soveltuu erityisesti tilauksesta suunniteltaviin tuotteisiin, joissa hierarkkinen yksilöintimalli tukee tuotetiedon kohdistamista ja sen jäljitettävyyttä toimitusketjun eri osapuolten välillä.

Kuvassa esitetään tilauksesta suunniteltavien betonielementtien tuoteyksilöinti GS1-standardiperheen mukaisten tunnisteiden ja sovellustunnusten perusteella. Kuvan yläosa kuvaa kolmitasoisien tuoteyksilöintimallin, jossa jokaisella tasolla tarkennetaan tuotteen yksilöintiä toimitusketjun tarpeisiin. Ensimmäinen taso on tuoteryhmätason tuoteyksilöinti, jossa käytettävä tunniste (MTO GTIN) määrittää tuotevalmistajan perustuotteen. Toinen taso on tuotevariaatiotason tuoteyksilöinti, jossa lisätunniste (MTO-varianttinumero) erottaa perustuotteen tilauskohtaisen variantin. Variantit voivat poiketa toisistaan esimerkiksi mitoiltaan, varustelultaan tai

1a-d Helsingin asuinkerrostalokohteen RFID-pilotointi: Elementtien RFID-tunnisteiden lukutapahtumia.



1a-d



2 Tuoteyksilöinnin ja -tunnistamisen malli.

TUOTEYKSILÖINNIN TASOT

TASO 1

Tuoteryhmän taso (MTO GTIN)

MTO GTIN

TASO 2

Tuotevariaation taso (MTO GTIN + MTO Varianttinumero)

MTO GTIN + varianttinumero 1

MTO GTIN + varianttinumero 2

MTO GTIN + varianttinumero 3

TASO 3

Tuoteyksilön taso (MTO GTIN + MTO Varianttinumero + Sarjanumero (SGTIN))

MTO GTIN + varianttinumero 1 + sarjanumero 1

MTO GTIN + varianttinumero 2 + sarjanumero 4

MTO GTIN + varianttinumero 3 + sarjanumero 7

MTO GTIN + varianttinumero 1 + sarjanumero 2

MTO GTIN + varianttinumero 2 + sarjanumero 5

MTO GTIN + varianttinumero 3 + sarjanumero 8

MTO GTIN + varianttinumero 1 + sarjanumero 3

MTO GTIN + varianttinumero 2 + sarjanumero 6

MTO GTIN + varianttinumero 3 + sarjanumero 9

GS1 SOVELLUSTUNNUKSET BETONIELEMENTTIEN TUOTEYKSILÖINTIIN

Minimitietovaatimukset

(03) MTO GTIN-koodi	06400001000247 Esimerkki
(242) Made-To-Order (MTO) varianttinumero	123456 Esimerkki
(21) Sarjanumero	12345678910 Esimerkki

Valinnaiset lisätiedot betonielementtien tapauksessa

(91) Kansallinen elementtitunnus	V1001 Esimerkki
(92) GUID	ba34cf17-0c4b-4c6f-9295-cae05aa74ad4 Esimerkki
(99) Verkkotunnus	id.rt.fi Esimerkki

TIEDONKANTAJAT

GS1 Digital Link (2D viivakoodi)	GS1 DataMatrix (2D viivakoodi)	EPC/RFID (radiotaajuinen etätunnistus)
---	---	---

TUOTE-ETIKETTI

2

muista suunnittelua koskevista lähtötiedoista. Kolmas taso on tuoteyksilötason tuoteyksilöinti, jossa sarjanumero yhdistetään tuoteryhmätason tunnisteeseen ja varianttinumeroon. Tämä mahdollistaa saman variantin yksittäisten tuoteyksilöiden erottamisen toisistaan ja tukee tuotteen jäljitettävyyttä elementin koko elinkaaren ajan.

Kuvan keskiosassa esitetään ne GS1-sovellustunnukset, jotka muodostavat betonielementtien yksilöinnin minimietosisällön. Pakollisia sovellustunnuksia ovat tuoteryhmätason tunniste (03), tuotevariaatiotason tunniste (242) ja tuoteyksilötason sarjanumero (21). Kuvassa esitetään lisäksi valinnaisia sovellustunnuksia, kuten elementtitunnus (91), GUID-tunniste (92) ja verkkotunnus (99), jotka mahdollistavat tuotteen liittämisen järjestelmäkohtaisiin tietoihin ja digitaalisiin tietorakenteisiin. Nämä lisätunnisteet parantavat tuotteen jäljitettävyyttä ja tukevat tietojen yhdistettävyyttä toimitusketjun eri osapuolten välillä.

Kuvan alaosa esittää yksilöintitiedon toteutusvaihtoehtoja käytännössä. Esitetyt tiedonkantajat ovat GS1 Digital Link -tunniste (2D-viivakoodi), GS1 DataMatrix (2D-viivakoodi) ja EPC/RFID-tunniste, jotka mahdollistavat tiedon liittämisen fyysiseen tuotteeseen ja tiedon lukemisen osana toimitusketjun prosesseja. Näiden tiedonkantajien avulla kuvassa esitetyt tunnisteet voidaan sijoittaa joko tuotteen pinnalle tai upottaa osaksi tuotetta, mikä mahdollistaa tuoteyksilöinnin teknisen käytettävyyden myös haastavissa työmaa- ja tuotanto-olosuhteissa.

Miksi RFID kiinnostaa betoniteollisuutta

Viivakoodit ja 2D-koodit ovat tuttuja myös rakennusalalla. Ne vaativat kuitenkin näköyhteyden, tarran tai merkinnän, joka pysyy luettavana koko matkan ajan tehtaalta työmaalle ja edelleen asennuksen jälkeen. Betonielementin mukana kulkeva tarra ei ole ihanteellinen tai pitkäikäinen ratkaisu. Siksi BETK-työryhmässä päätettiin selvittää, voisiko tunnisteiden piilot-

taa näkyvän lappumerkinnän sijaan kokonaan betonin sisään RFID-teknologiaa hyödyntäen.

Yleiskuvaus pilotista

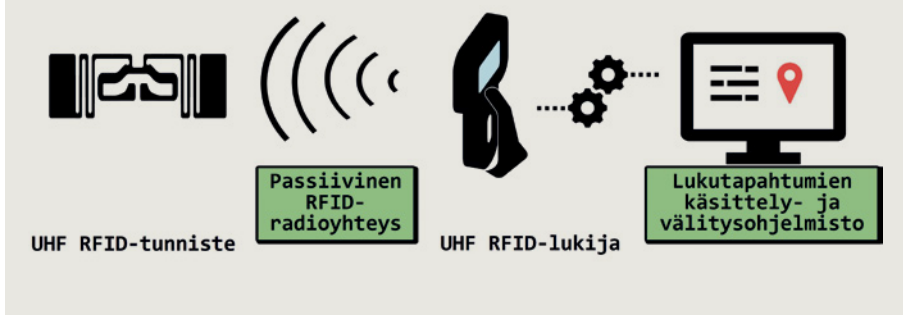
Tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää, missä määrin radiotaajuiseen etätunnistukseen perustuva RFID-teknologia soveltuu vakioitun tuoteyksilöintitiedon kantamiseen ja lukemiseen betonielementtien toimitusketjussa. Kokeilun tavoitteena oli arvioida tunnisteiden teknistä toimivuutta toimitusketjun eri osapuolten prosesseissa sekä tunnisteiden luettavuutta käytännön prosessi- ja käyttöympäristöissä. Samalla haluttiin luoda käytännön pohja GS1-standardeihin pohjautuvien, eri toimijoiden yhteisesti hyödynnettävissä olevien tuoteyksilöinti- ja tunnistusmenetelmien käyttöönotolle rakennustuoteollisuudessa.

Tutkimus toteutettiin Proof of Concept -kokeiluna, jossa passiiviset UHF RFID-tunnisteet upotettiin betonielementteihin valmistusvaiheessa. Betonielementtien RFID-tunniste-

78

betoni 4 2025

3 UHF RFID-tekniikan toimintaperiaate



tekniikan pilotointi toteutettiin touko–mar-
raskuun 2024 aikana kahdella kerrostalotyö-
maalla Helsingissä ja Tampereella, ja testaus
kattoi vaiheet tuotevalmistuksesta työmaalla
tapahtuvaan asennukseen. Toimitusketjun
hallinnan näkökulmasta pilotti rajattiin tuo-
teyksilöinnin ja tunnistamisen menetelmiin,
jotka muodostavat pohjan myöhemmin toteu-
tettavalle toimitusketjun tapahtumatiedon
jakamisen pilotille.

Osallistujat ja yhteistyötahot

Pilottiin osallistuiivat betonielementtivalmista-
jat Parma Consolis Oy ja Lujabetoni Oy sekä
rakennusyritykset Fira Rakennus Oy ja NCC
Suomi Oy. RFID-tekniikkaosaamista projek-
tiin toivat Riffid Oy ja Nordic ID Oyj. Lisäksi
toteutuksessa olivat mukana Rakennusteollis-
uus RT, RFID Lab Finland Oy, Aalto-yliopisto
ja GS1 Finland Oy.

UHF RFID-tunniste tiedonkantajana betonielementissä

BETK-työryhmän tuoteyksilöintimäärittely-
jen testaamiseksi päätettiin kokeilla betoniele-
menttien tuotetunnistusta RFID-tekniikkaan
perustuvien tiedonkantajien kautta. RFID-tek-

nologia perustuu radiotaajuuksilla tapahtu-
vaan tiedonsiirtoon, jossa RFID-lukija lähettää
radiosignaalin aktivoidakseen tunnisteiden. Tun-
niste vastaa signaaliin heijastamalla siihen tal-
lennetut tiedot takaisin lukijalle, joka edelleen
välittää ne tietojärjestelmään. RFID-järjestelmä
ei edellytä suoraa näköyhteyttä ja mahdollistaa
automaattisen sekä etäluettavan yksilöinnin.
Tunnisteet luokitellaan passiivisiin, puolipassi-
ivisiin ja aktiivisiin niiden virransyöttömekanis-
min perusteella. RFID-järjestelmät toimivat eri
radiotaajuuksilla, joista yleisin on LF-taajuus
(matala taajuus, 30–300 kHz), HF (korkea taa-
juus, 3–30 MHz) ja UHF (erittäin korkea taajuus,
300 MHz – 3 GHz).

Testissä käytettiin koteloituja metalli-
pinnoille soveltuvia passiivisia EPC/RFID
Gen2 UHF -tunnisteita, jotka valettiin beto-
nielementtien sisään. Tunnisteen valinta
perustui RFID-tekniikka-asiantuntijoiden
näkemykseen, jossa passiivisten UHF-tunnis-
teiden lukuetaisyys, kustannustehokkuus ja
käyttöympäristön soveltuvuus olivat keskei-
siä valintakriteerejä kyseiselle RFID-tekno-
logialle. Passiivisessa tunnisteessa ei ole omaa
virtalähdettä, vaan se saa energiansa lukijan
kentästä.

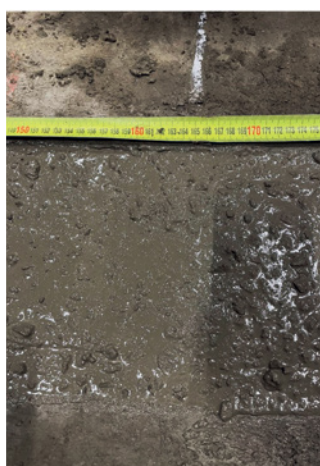
Tiedonkantajien osalta betonielementtien
käyttöympäristön haasteena nähtiin betonin
emäksisyyden, kosteuden, sekä raudoituksen
vaikutukset RFID-tunnisteen toimintaan.
RFID-tekniikan testauksen tarve perustui
aiempien tutkimus- ja kehityshankkeiden
tuloksiin, jossa RFID-tekniikan etuna nähtiin
tiedonkantajan käyttöä osana tuotetta,
sekä automatisoidut lukutapahtumat ja niistä
syntyvän tapahtumatiedon jakaminen toimi-
tusketjun osapuolten välisissä prosesseissa.

RFID-tekniikan testaus toimitusketjussa

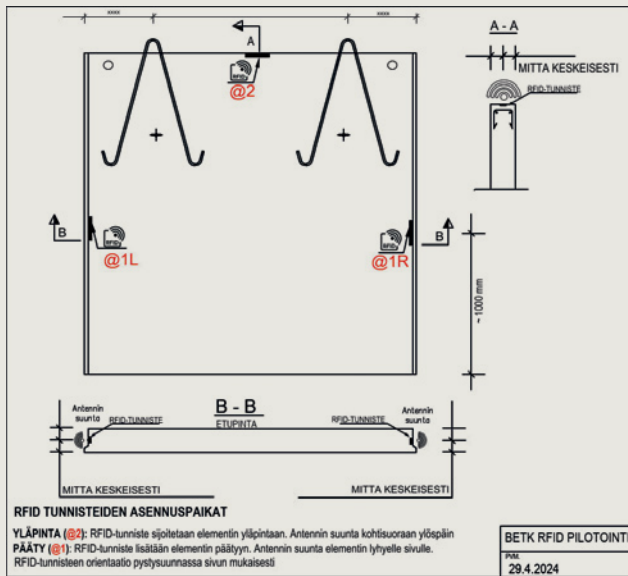
Testaus toteutettiin osana todellisia toimitus-
ketjuja kunkin pilotointiin osallistuvan yri-
tyksen omilla resursseilla. Näin tunnisteiden
käyttöä voitiin tarkastella käynnissä olevassa
tuotantoketjussa ilman merkittäviä muutoksia
vakiintuneisiin prosesseihin.

RFID-tunnisteet koodattiin etukäteen
RFID-tekniikka-toimittajien toimesta
BETK-työryhmän tuoteyksilöintiohjeen
mukaisesti ja asennettiin suunnitelmien
mukaan betonielementteihin. Elementtien
toimitusketjun lukutapahtumat dokumen-
toitiin elementtikohtaisiin tarkastuslistoihin,
joihin kirjattiin lukutapahtumien ajankohta,

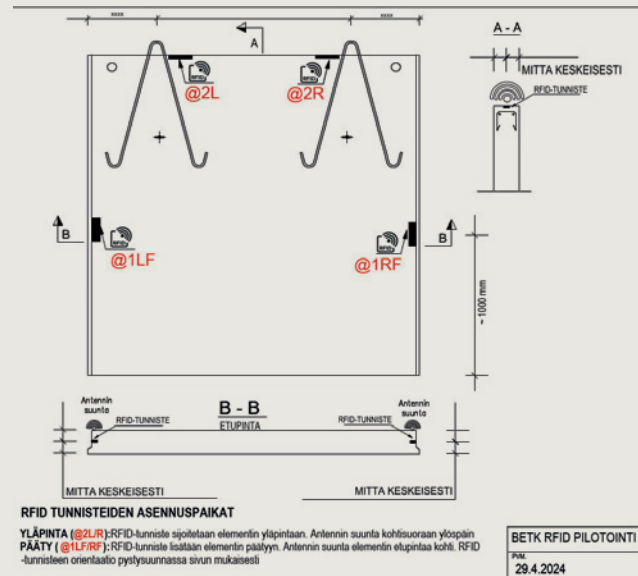
4a-d Helsingin asuinkeuhkaloalueen RFID-pilo-
tointi: Betonielementtien UHF RFID-tunnisteiden
asennus.



5 Helsingin asuinkerrostalokohteen RFID-pilotointi: UHF RFID-tunnisteiden sijoittelun ja orientaation periaatekuva.



6 Tampereen asuinkerrostalokohteen RFID-pilotointi: UHF RFID-tunnisteiden sijoittelun ja orientaation periaatekuva.



sijainti, lukuetaisyys ja signaalin voimakkuus. Tunnisteita luettiin tehtaalla valmistuksen ja välivarastoinnin jälkeen, kuljetus-vastaanotto-vaiheen rajapinnassa ja lopuksi asennettuna osana valmista runkoa.

Helsingin asuinkerrostalokohteessa seurattiin kymmenen väliseinäelementin tunnistamista koko toimitusketjun matkalla elementtitehtaalta työmaalle ja lopulliseen asennukseen. Tehtaalla tunnisteet luettiin käsilukijoilla tuotannon ja välivarastoinnin yhteydessä. Kuljetuksen ja työmaan rajapintaan rakennettiin kiinteä RFID-portti elementtien purkualueelle, jonka tarkoitus oli lukea automaattisesti kuormasta purettavat elementit. Työmaan elementtitelineissä asennusta odottavia elementtejä luettiin lisäksi käsilukijalla, ja lopuksi seinät luettiin kerroksissa asennuksen jälkeen.

Tampereen asuinkerrostalokohteessa viidentoista väliseinäelementin tunnistamista seurattiin vastaavasti kahdessa toimitusketjun kohdassa. Elementtitehtaalla tunnisteiden luentaa testattiin kiinteillä porteilla tuotantolinjan ja ulkovaraston välisellä kulkureitillä, ja työmaalla tunnisteet luettiin käsilukijalla asennuksen jälkeen.

Tulokset

Havaintojen perusteella RFID-teknologia soveltuu integroitavaksi osaksi digitaalista toimitusketjua ja tarjoaa potentiaalia tuotannon, logistiikan ja laadunhallinnan kehittämiseen, mutta käytännön toteutuksessa on edelleen ratkaistavia haasteita. Tulokset osoittivat, että RFID-tunnisteet toimivat teknisesti betonielementtien sisään upotettuina. Tunnisteet voitiin lukea luotettavasti käsilukijoilla silloin, kun ne oli sijoitettu ja suunnattu niin, että ne olivat lukijan antennin säteilykuvion kannalta suotuisassa kulmassa. Vastaavasti tilanteissa, joissa tunnisteiden antenni jäi ikään kuin lukijakentän varjoon, vastaanotettu signaali heikkeni ja lukutapahtumat epäonnistuivat usein.

Kiinteät porttilukuratkaisut tarjosivat tutkimuksessa oman oppimiskohteensa. Elementtitehtaalta asennettu RFID-portti tuotti muutamien testattujen elementtien osalta lupaavia tuloksia, mutta työmaan purkualueelle rakennettu vastaava ratkaisu ei yltänyt samaan suorituskykyyn.

Keskeiseksi rajoitteeksi osoittautui tunnisteiden orientaatio suhteessa lukijan kenttään. Mikäli tunniste ei ollut antennikentän kannalta edullisessa suunnassa, portti ei yksinkertaisesti havainnut sitä. Antennien etäisyydet, korkeudet ja suuntaus suhteessa elementtiin upotettujen tunnisteiden orientaatioon muodostavat kokonaisuuden, jonka hienosäätäminen edellyttää olosuhdekohtaista optimointia.

Koska tutkimuksen otanta oli rajallinen, tuloksia tulee pitää suuntaa antavina. Katavampi testaus eri elementtityypeillä, tuotantomenetelmillä ja käyttötilanteissa on tarpeen RFID-teknologian todellisten hyötyjen ja rajoitteiden luotettavaksi arvioimiseksi. RFID-teknologian tuottama hyöty riippuu ratkaisevasti siitä, miten RFID-tunnisteiden paikka elementissä ja luentamenetelmät toimitusketjussa suunnitellaan osaksi kokonaisprosessia. Laajemmilla kokeilla voidaan lisäksi

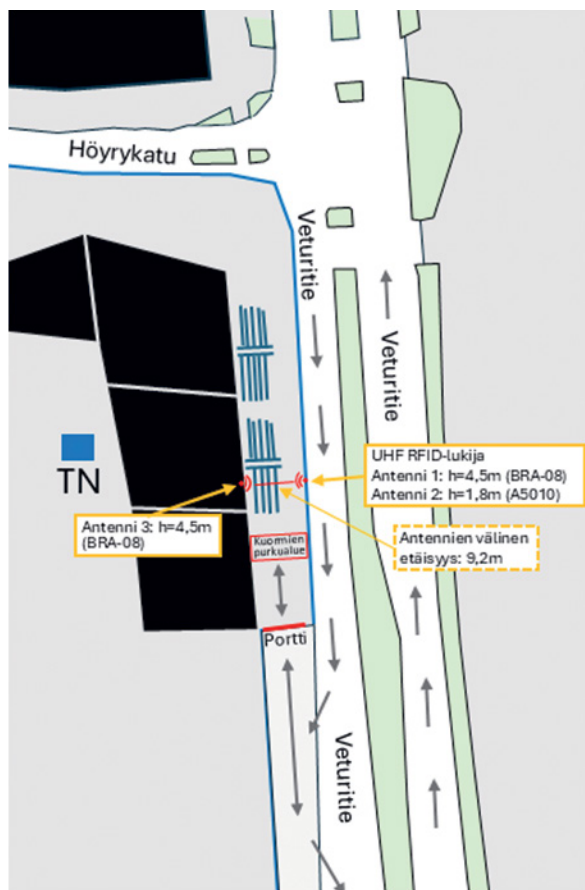
täsmentää teknologian soveltuvuutta rakennustuoteteollisuuden tapahtumatiedon hallintaan, jossa yksittäisten tuotteiden liikkeitä ja tilamuutoksia voidaan yhdistää digitaaliseen prosessitietoon reaaliaikaisesti ja läpinäkyvästi toimitusketjun eri osapuolten välillä.

Jäljitettävyyttä tekee poikkeamat näkyviksi

Pilotin ehkä kiinnostavin tulos liittyi betonielementtien jäljitettävyyteen. Betonielementtien lukutapahtumat toivat näkyviin poikkeamia, jotka olisivat muuten todennäköisesti jääneet piiloon. Rajallisesta aineistosta löytyi tapauksia, joissa elementti oli asennettu vahingossa eri kerrokseen kuin mihin se oli alun perin suunnitelmassa osoitettu. Tämä osoittaa, että vakioitujen yksilöintitiedon ja tunnistusteknologian soveltaminen ja vakioitu jäljitettävyystieto paljastavat poikkeamia, jotka käsin tehtyjen kirjausten ja tavanomaisen valvonnan varassa voisivat jäädä kokonaan havaitsematta. Kun kyse on rakennuksen rungon kantavista betonielementeistä, on syytä kysyä, missä määrin jäljitettävyyttä on turvallisuuden ja laadun varmistamisen ehto eikä vain tekninen yksityiskohta.

Yksittäisestä tunnisteiden lukutapahtumasta kohti digitaalista toimitusketjua

BETK-työryhmän pilotti kertoo, että tekninen perusta on olemassa ja että ensimmäiset askeleet on otettu. Toteutettu pilotti herättää helposti teknologiapainotteisen keskustelun. Minkälaisista tiedonkantajista ja tunnistusteknologiaa tulisi hyödyntää betonielementtien



7 Helsingin asuinkerrostalokohteen RFID-pilotointi: Asemapiirros kiinteän UHF RFID-lukijan ja antennien sijoittelusta työmaan varastoalueella (vas.) ja kuvia rakennustyömaasta (oik.).

8 Tampereen asuinkerrostalokohteen RFID-pilotointi: Betonielementtien UHF RFID-tunnisteiden asennus (yläkuvat) sekä kiinteiden UHF RFID-lukijoiden ja antennien sijoittelu elementtitehtaan tuotantologistiikan seurantaan (pohjapiirros ja asennuskuvat)

käyttötapauksessa? Vaikka kysymys on tärkeä tuotannon prosessin näkökulmasta, digitalisaation kannalta ratkaisevaa ei kuitenkaan ole menetelmä, vaan se, mitä tietoa tiedonkantajaan tallennetaan ja miten se saadaan virtaamaan toimitusketjun osapuolten välillä tiedon keräämisen jälkeen.

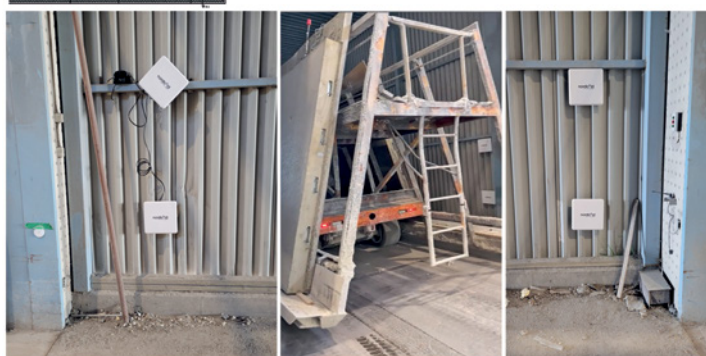
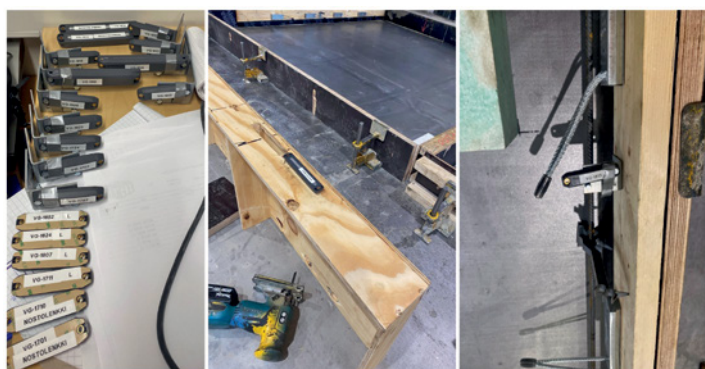
Betonielementin yksilöintitiedoille määritelty yhteinen, GS1-standardeihin ja BETK-työryhmän soveltamisohjeeseen nojaava malli mahdollistaa, että sama, kaikkien osapuolten yhteisesti ymmärtämä tietosisältö voidaan kantaa mukana QR-koodissa, GS1 DataMatrixissa, RFID-tunnisteissa tai useammassa tiedonkantajassa rinnakkain. Silloin fyysinen betonielementti ja sen digitaalinen kaksonen kulkevat aidosti käsi kädessä, riippumatta siitä, luetaanko tietoa viivakoodista vai RFID-tunnisteesta. •

Viitteet:

Alaluusua, T. & Kihula, J. 2025. *Betonielementtien tuotantoketjun digitalisointi*. Betoni-lehti 2/2025, s. 74–77. ISSN 2323-1262. Jatkaa Betoni-lehden numerossa 2/2025 julkaistua artikkelia.

Rakennusteollisuus ry. 2024. *BETK: Tuoteyksilöinnin ja RFID-teknologian pilotoinnin loppuraportti*

Rakennusteollisuus ry. 2024. *Tuoteyksilöinnin ja -tunnistamisen yhteentoimivuuden soveltamisohje: Tilauksesta suunniteltavat rakennustuotteet.*



Paalutuksen vetorasitusten vaikutus paalujatkosten tartuntaan

Tampereen yliopiston organisoimana toteutettiin laaja monivaiheinen tutkimushanke, jossa paalujatkoksen lukko-osiin kiinnitettyjen tartuntaterästen ja paalun pääterästen välisen limijatkoksen toimintaa tutkittiin lyöntikokeilla ja staattisilla testeillä. Projektin tuloksena kehitettiin myös kansainvälisesti ainutlaatuinen menetelmä paalun vetojännitysten tutkimiseen lyöntirasituksessa.

Asennustilanteessa paaluun muodostuu puristusjännitysten lisäksi myös merkittäviä vetojännityksiä, erityisesti silloin, kun paalua lyödään pehmeän maakerroksen yläpuolella olevan täytön tai kuivakuorikerroksen läpi. Vetorasitusten kannalta kriittinen kohta teräsbetonipaaluissa on paalujatkos. Vetovoimien tulee välittyä osapaalulta toiselle jatkoksen lukko-osiin kiinnitettyjen tartuntaterästen ja paalun pääterästen välisen limijatkoksen kautta.

Jatkettuja paaluja on asennettu vetorasitustenkin näkökulmasta onnistuneesti jo vuosikymmeniä. Uudistuvat raudoitteiden limijatkosten suunnitteluperiaatteet ja suunnitteluohjeiden puutteet asennustilanteen rasituksista ovat kuitenkin lisänneet tarvetta selvittää teräsbetonipaaluille ominaisen limijatkostyyppin toimintaa aiempaa tarkemmin. Paaluihin asennuksen aikana kohdistuva toistuva lyöntirasitus poikkeaa merkittävästi muiden betonirakenteiden rasitustiloista.

Näistä lähtökohdista päädyttiin käynnistämään laaja monivaiheinen tutkimushanke, jonka tavoitteena on ollut lisätä tietoa teräsbetonipaaluissa hyvin yleisesti käytettävän raudoitetankojen limijatkoksen rakenteellisesta toiminnasta erityyppisissä vetorasituksissa. Tutkimus toteutettiin yhteistyössä paalu-, paalutarvike- ja paalumateriaali- ja paalutuskonevalmistajien kesken.

Tutkimushanke päätettiin toteuttaa kolmessa vaiheessa:

1. Vetorasituksen aikaansaavan lyöntikoejärjestelyn kehittäminen
2. Paalujatkosten raudoitetankojen limijatkoksien tyyppillisten erityispiirteiden vaikutusten selvittäminen staattisessa rasituksessa
3. Raudoitetankojen limijatkoksen käyttäytymiserojen selvittäminen staattisessa ja iskumaisessa toistorasituksessa

Lyöntikoejärjestelyn kehittäminen

Paalutustapahtuman vetojännitysten vaikutusten selvittämiseksi ei löytynyt valmista testimenetelmää, joten projektin ensimmäisenä vaiheena oli kehittää kuormitusjärjestely, jossa paalutuskoneen lyöntienergialla aikaansaadaan teräsbetonipaaluun merkittäviä veto-rasituksia.

Lyöntikoeita varten kehitettiin kuvan 1 mukainen teräksinen lyöntikehikko, joka on kiinnitetty paalujen testaukseen käytetyn lyöntikoelaatikon pohjalevyyn. Kuormitusjärjestelyssä tutkittava teräsbetoninen alapaalu kiinnitetään pulttiliitoksien teräksiseen yläpaaluun, johon on hitsattu paalun liikettä alapäin estävä teräskiekkio. Tämä jatkettu paalu nostetaan lyöntikehikkoon, jolloin paalun alapää jää ilmaan ilman kärkivastusta, ja näin ollen paaluun saadaan muodostettua lyönnin avulla merkittäviä vetorasituksia. Yläpaalun ja kehikon välillä käytettiin vaimentimina nylontyy-nyjä, joiden avulla paalulle tuleva vetojännitys on paremmin hallittavissa. Lyöntikokeessa käytettävän paalutuskoneen hydraulijärkäleen pudotuskorkeuksien ja iskusuojien määrän

Jukka Haavisto, Tampereen yliopisto, jukka.haavisto@tuni.fi

Teemu Riihimäki, A-Insinöörit Suunnittelu Oy

Teemu Repo, Junttan Oy

Anssi Laaksonen, Tampereen yliopisto

arvioimiseksi kuormitustilannetta simuloitiin GRLWEAP-ohjelmalla. Myöhemmässä vaiheessa tätä simulointimallia tarkennettiin koetulosten perusteella.

Lyöntikokeet päädyttiin tekemään kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tehtyjen esikokeiden tavoitteena oli saada kokemuksia kuormitusjärjestelyn toiminnasta ja näiden pohjalta kehittää menetelmää myöhemmin tehtävää toista lyöntikuormitusarjaa varten. Esikokeissa kuormitettiin yhteensä 12 kpl RTB-300-16 paalutyyppin poikkileikkausta vastaavaa paalua, joiden pituus oli 2,7 metriä.

Yksi paaluista oli instrumentoitu referenssipaaalu, jossa paalun pääteräkset oli hitsattu paalun yläpäähän paksuun teräslevyyn. Muissa paaluissa paalujatkoksen tartuntaterästen ja paalun pääterästen välille muodostui raudoitetankojen limijatkos, jonka pituutta ja limijatkoksen alueella käytettyä poikittaisen hakaraudoitteen määrää varioitiin koekappaleiden välillä.

Esikokeiden lyöntitapahtumassa järkäleen pudotuskorkeutta nostettiin portaittain ja yhdellä kuormitusportaalla tehdyn lyöntisarjan pituutta vaihdeltiin koekappaleiden välillä, jolloin oli mahdollista aikaansaada erilaisia kuormitustilanteita paalumateriaalien väsymisen kannalta.

Iskun aiheuttamat jännitykset vaihtelevat testipaalun eri osissa lyönnin epäkeskisyyden ja paalun päistä tapahtuvien kärkiveijastusten seurauksena. Referenssipaalun lyöntikokeessa paalun eri korkeusasemiin asennettujen venymäliuskojen tulosten perusteella

1 Lyöntikoejärjestely.



1

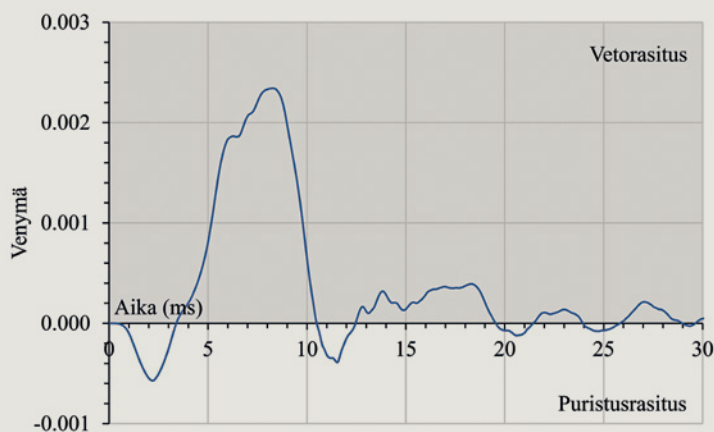
pystyttiin päättämään lyönnin aiheuttaman maksimivetorasituksen vähenevän paalun yläosista kärkeä kohti.

Esikokeiden perusteella venymäliuska-mittauksen todettiin soveltuvan jännitysten mittauksiin käytetyssä testimenetelmässä PDA-antureita paremmin. Menetelmän kehitystarpeiksi todettiin kehikon alapään kiinnityksen vahvistaminen, paalun alapään sivuttaisliikkeen estäminen ja yläpaalun pulttien kiristysten varmistaminen kokeen aikana.

Esikoevaihe todettiin hyvin tarpeelliseksi edellä kuvattujen kehitystarpeiden tunnistamiseksi. Koejärjestely kokonaisuutenaan toimi kuitenkin toivotulla tavalla ja sen avulla tutkittavaan paaluun saatiin muodostumaan merkittäviä vetojännityksiä (kuva 2). Esikokeiden paaluissa limijatkospituudet todettiin kokeiden tulosten perusteella tulleen valituksi liian pitkiä, eikä paaluissa käytettyjen erilaisten rakenneratkaisujen välille saatu kapasiteeteissa merkittäviä eroja. Yläpaalun venymämittauseroista pääteltyä lyöntijännityksen epäkeskisyydellä sen sijaan todettiin olevan havaittava yhteys koekappaleiden kapasiteetteihin.

Lyöntikalustolla ja iskusuojien ominaisuuksilla todettiin olevan suuri merkitys kokeiden onnistumiseen. Kokeiden aikana on tärkeää hallita järkäleen pudotuskorkeutta tarkasti sekä ymmärtää iskusuojien vaikutusta paaluun välittyvään lyöntienergiaan. Kokeessa käytetylle lyöntikalustolle on tyypillistä, että koejärjestelyn kaltaisessa, poikkeuksellisen matalalla pudotuskorkeudella tehtävässä

2 Testipaalun pääteräksistä mitatun yksittäisen lyönnin tyypillinen venymäkuvaaja.



lyöntityössä esiintyy alussa muutamia suhteellisesti suurempia lyöntejä. Näissä tilanteissa riskinä on koepaalun vaurioituminen ennen aikaisesta ja näin ollen kokeen epäonnistuminen. Lyöntienergian hallinta järkäleen pudotuskorkeuden ja iskusuojien kautta on erittäin tärkeää myös käytännön paalutustyössä. Näihin tekijöihin on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta asennuksen aikaiset lyöntijännitykset eivät vaurioita paaluja.

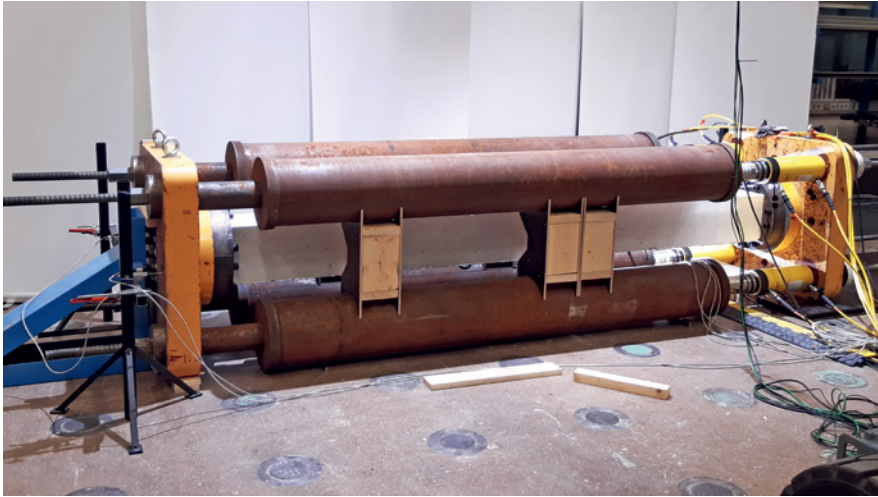
Kehitettyä lyöntikoejärjestelyä kuvataan tarkemmin 2026 julkaistavassa kansainvälisessä vertaisarvioidussa julkaisussa [1].

Staattiset kokeet

Staattisten kokeiden päätavoitteena oli selvittää paalujatkoksen raudotetankojen limijatkoksille ominaisten erityispiirteiden vaikutusta limijatkoksen käyttäytymiseen ja kapasiteettiin, sekä vertailla saatuja koetuloksia olemassa oleviin limijatkosmalleihin.

Tutkimusvaiheessa valmistettiin 19 koepaaluja suoriin vetokokeisiin. Vetokoekappaleiden välillä varioitiin limijatkospituutta, hakarautoitteen tyyppiä ja määrää, paalun pääterästen betonipeitettä sekä jatkoksen tartuntaterästen betonipeitettä ja tyyppiä. Yksi koekappaleista vastasi limijatkospituutta lukuunottamatta ominaisuuksiltaan mahdollisimman hyvin RTB-300-16 tuotantopaalun poikkileikkausta, ja toimi siten useimmissa koesarjoissa täydentävänä vertailukappaleena.

Kaikki koekappaleet olivat poikkileikkaukseltaan 300×300 mm² ja pituudeltaan 3,4 metriä. Niiden molemmissa päissä oli neljä sisäkierteillä varustettua kiinnitysosaa, joiden avulla koekappale oli mahdollista kiinnittää vetokoelaitteistoon. Jatkoksen tartuntateräkset oli kiinnitetty suoraan näihin kiinnitysoosiin, tai 50 mm paksuun päätylevyyn niissä tapauksissa missä tar-



3 Vetokoejärjestely.

tuntaterästen ja lukitusosien keskinäinen etäisyys poikkesivat toisistaan.

Vetokokeet toteutettiin tutkimusta varten modifioitussa kuormituslaitteessa (kuva 3), jossa voima tuotettiin neljällä hydraulisylinterillä. Kokeen aikana koekappaleen muodonmuutoksia mitattiin raudoitettankoihin asennetuilla venymäliuskoilla ja paalun pinnasta digitaalisella kuvakorrelaatiomittauksella (DIC-mittaus).

Koekappaleet kuormitettiin murtoon voimaohjattuna. Murto tapahtui useimmissa tapauksissa betonipeitteen lohkeamisena. Muutamalla paalulla pääteräkset saavuttivat kokeen aikana myötöjännityksen, ja pisimmillä limijatkospituuksilla murto tapahtui pääterästen kuroutuessa poikki. Tämä oli odotettu tulos, sillä PO-2016:n [2] mukaan paalujatkoksen vetokestävyyden tulee olla vähintään yhtä suuri kuin paalun vetokestävyyden.

Koetuloksia verrattaessa olemassa oleviin limijatkosmalleihin, havaittiin laskennallisten ja kokeellisten kapasiteettien täsmäävän erittäin hyvin toisiinsa niissä koekappaleissa, joissa limijatkosalueella oli käytetty harjateräsumpihakoja. Niiden koekappaleiden koetulokset, joissa limijatkosalueella oli käytetty pyöröteräskierrehakaa, jäivät sen sijaan pääosin laskennallisia kapasiteetteja matalammaksi. Kuitenkin myös näissä pääterästen myötölujuutta lähellä olevat tulokset korreloivat hyvin laskennallisten kapasiteettien kanssa, joka on paalujen käytännön suunnittelua ajatellen oleellisin jännitysalue. Tulosten pohjalta Eurokoodin limijatkosmallissa olevalle sulkuraudoitteen huomioon ottavalle termille kehitettiin korjauskerroin tilanteille, joissa limijatkoksessa käytetään harjateräshakojen sijaan pyöröteräskierrehakaa.

Staatistista vetokokeista on luettavissa lisää *Structural Concrete* -lehdessä vuonna 2024 julkaistusta artikkelista *Experimental investigation on the tension lap splices used in the joints of precast RC foundation piles* [3].

Toistokokeet

Tutkimuksen viimeisen kuormitusvaiheen tavoitteena oli selvittää tutkittavan limijatkostyyppin kapasiteettieroja staatistissa ja iskumaisessa toistorasituksessa ja saada tietoa esikokeiden perusteella päivitetyn lyöntikoejärjestelyn toimivuudesta sekä koekappaleiden tulosten hajonnasta lyöntikokeessa.

Viimeistä vaihetta varten valettiin yhteensä 18 koepaaluja, joissa käytettiin kahta erilaista limijatkostyyppiä (Taulukko 1). Lyöntikokeisiin valmistettiin viisi rinnakkaista, ja laboratoriokokeisiin kolme rinnakkaista koekappaletta molemmista limijatkostyypistä. Näiden lisäksi valmistettiin kaksi 300B-15Ø -tyypin koekappaletta, joille kohdistettiin ensin lyöntirasitus, jonka jälkeen ne kuormitettiin laboratoriossa staatistisesti murtoon.

Laboratoriokokeisiin valmistettujen kolmen rinnakkaisen paalun sarja kuormitettiin käyttäen samaa kuormituslaitetta kuin aiemmissa staatistissa kokeissa siten, että yksi koekappale kuormitettiin staatistisesti murtoon, yksi toistokuormituksena (300B-15Ø -sarjalla 80 % arvioidusta murtokuormasta ja 300C-20Ø -sarjalla 85 % arvioidusta murtokuormasta), ja yksi kasvavana toistokuormituksena, jossa ensimmäinen toisto oli 75 % arvioidusta murtokuormasta, johon jokaisella seuraavalla toistolla lisättiin 0,1 % arvioidusta murtokuormasta.

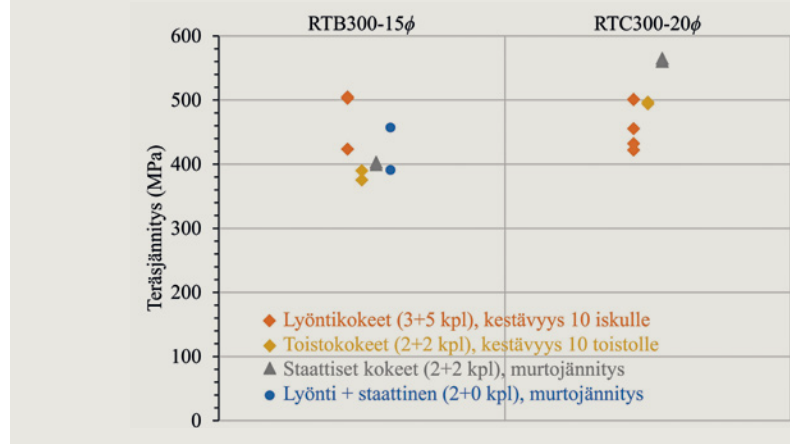
Koekappaleiden kestävyyskysien välisen vertailun osalta haasteena oli, että kokeista ei tuloksena suoraan tule varsinaista murtoarvoa, vaan varsinkin lyöntirasitettuihin paaluihin toistoja tulee huomattavan vaihtelevilla vetojännityksillä ennen murtoa. Koekappaleiden keskinäisen vertailtavuuden mahdollistamiseksi kunkin koekappaleen kuormitushistoria sovitettiin Model Code 2010 [4] mukaiseen betonin vetorasitusten väsymismalliin, jonka

Taulukko 1

Toistokoevaiheen koekappaletyypit.

Koekappaletyyppi	RTB300-15Ø	RTC300-20Ø
Testattu betonin 28d lujuus	$f_{cm} = 46,5 \text{ MPa}$	$f_{cm} = 46,5 \text{ MPa}$
Testattu betonin kimmokerroin	$E_{cm} = 35,4 \text{ MPa}$	$E_{cm} = 35,4 \text{ MPa}$
Paalun rauditus / nurkka	1T16 ($\varnothing = 16 \text{ mm}$), A700HW	2T14 ($\varnothing_b = 19,8 \text{ mm}$), A700HW
Jatkoksen rauditus / nurkka	1T20, B500B	1T25, B500B
Limijatkospituus	$l_b = 240 \text{ mm (15Ø)}$	$l_b = 396 \text{ mm (20Ø}_b)$

4 Eri kuormitusilanteiden kapasiteettien vertailu.



perusteella arvioitiin pääterästen vetojännitys, jollaisia koekappale kestäisi kymmenen toistoa.

Kuvassa 4 esitetyistä tuloksista voidaan havaita, että lyöntikokeista määritetyissä kapasiteettiarvoissa on suuri hajonta. Tämä johtuu osittain tutkittavasta ilmiöstä, mutta todennäköisesti enemmän kuormitustapahtumasta, jossa muun muassa reunajännitysten vaihteluiden, yksittäisten kovien lyöntien ja iskuaaltojen vaihtelujen takia rinnakkaisten koekappaleiden välisissä kuormitushistorioissa on suurehkoja eroja. Kaksi lyöntikoeleista murtui ennenaikaisesti kuormituksen alussa tapahtuneiden suunniteltua huomattavasti korkeampien lyöntien seurauksena, eikä niistä saatu vertailukelpoista tulosta.

Lyönti- ja toistokokeiden välillä ei koekappaleiden kestävyyksissä ollut johdonmukaista eroa. 300B-15Ø -sarjan paaluissa lyöntikokeen tulokset olivat keskimäärin selvästi korkeammat, mutta 300C-20Ø -sarjan paaluissa toistokokeiden tulokset olivat keskiarvoltaan hyvin lähellä lyöntikokeiden tuloksia. Paaluille tehdyillä lyöntirasituksilla ei havaittu olevan vaikutusta paalun staattiseen murtokapasiteettiin puhtaisiin staattisiin murtokuormiin verrattuna.

Yhteenveto ja johtopäätökset

Projektissa kehitettiin onnistuneesti uudentyyppinen koejärjestely, jonka avulla voidaan tutkia lyöntityössä tapahtuvien vetojännitysten vaikutusta paalun rakenteeseen. Projektissa kehitettiin myös kyseiselle testaustilanteelle soveltuva GRLWEAP-malli.

Staattisten kokeiden perusteella voidaan todeta lähivuosina käyttöön otettavan eurokoodin limijatkosmallin soveltuvan hyvin testatuissa paalujatkoksissa käytetyille raudoitettankojen limijatkoksille, kun mitoitus tehdään paalun pääteräksen myötölujuudelle. Koetuloksista saatiin hyvä käsitys rakenteen

eri ominaisuuksien vaikutuksesta limijatkoksen kapasiteettiin. Lisäksi eri muuttujien vaikutus kapasiteetteihin voitiin todeta tapahtuvan yhdenmukaisesti koetulosten ja laskentamallien välillä.

Limijatkosten väsymismallin kautta määritetyt kapasiteetit olivat staattisissa toistokokeissa ja lyöntikokeissa melko lähellä toisiaan. Lyöntikokeissa rakenteen rasitusta lisää, että vetorasituksen lisäksi paaluun kohdistuu myös toistuvaa puristusrasitusta.

Selkeänä jatkotutkimustarpeena on paalujen vetojännitysten monitorointi todellisessa asennustilanteessa etenkin sellaisissa maaperäolosuhteissa, joissa on odotettavissa suuria vetorasituksia. Lisäksi paalutuksessa käytettävien iskusuojien vaikutuksesta paalu-

tuksen onnistumiseen olisi tarpeen saada lisää tutkittua tietoa. •

Lähteet

- [1] Haavisto, J., Riihimäki, T., Repo, T., Tupala, T., Ikkala, K. & Laaksonen, A. 2026, valmisteilla. Development of a test method to investigate pile behaviour under tension induced by pile driving.
- [2] RIL 254-2016. Paalutusohje 2016 (PO-2016). Helsinki, Suomern Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- [3] Haavisto, J. & Laaksonen, A. 2024. Experimental investigation on the tension lap splices used in the joints of precast RC foundation piles. Structural Concrete, 25(5). pp. 3468-3486. <https://doi.org/10.1002/suco.202301058>
- [4] fib Model Code 2010. Model Code for Concrete Structures 2010.; 2013.

Projektiosapuolet

Rahoittajat

Betoniteollisuus ry:n paalujaos
 Celsa Steel Service Oy
 Rakennustuotteiden Laatu Säätiö sr
 Tampereen yliopisto

Ohjausryhmä

Väylävirasto
 Betoniteollisuus ry
 Celsa Steel Service Oy
 Emeca Oy
 HTM Yhtiöt Oy
 Junttan Oy
 Leimet Oy
 Tampereen yliopisto
 Väylävirasto
 HTM Yhtiöt Oy
 Leimet Oy
 Leimet Oy
 Pirkan Rakentajapalvelu Oy
 Emeca Oy

Paalujen valmistus

Paalutarvikkeet

Lyöntikoejärjestelyt

Paalutusurakoitsija

Valokuvaus

PDA-mittaukset ja tutkimus

Tutkimus ja koordinointi

Junttan Oy
 A-Insinöörit Suunnittelu Oy
 Tampereen yliopisto

Henkilökuvassa Aki Kemppainen

Betoni-lehden henkilögalleriassa on haastateltavana suunnittelupäällikkö, Yamk **Aki Kemppainen** (s. 1982 Turku).

Teksti: *Dakota Lavento*, toimittaja

Suunnittelupäällikkö Aki Kemppainen on keskittynyt viimeiset kolme vuotta suunnittelun ja konsultoinnin asiantuntijayritys Swecossa kansainvälisiin hankkeisiin. Niiden myötä hän kertoo silmiensä avautuneen. – Olen ymmärtänyt maailman hankkeiden massiivisuuden ja toisaalta, kuinka hyvää suunnitteluosaamista meillä täällä Suomessa onkaan. Tarkoitan sillä aivan kaikkea suunnittelua arkkitehtisuunnittelusta rakenne- ja talotekniikkasuunnitteluun.

Ja miten paljon annettavaa suomalaisilla suunnittelijoilla olisi maailmalla.

Hänelle on myös kirkastunut, että suomalaista osaamista pitäisi lähteä viemään maailmalle yhteistyössä muiden suomalaisten suunnittelijoiden kanssa. Hänellä on myös voimakas tahto asiaa edistää.

Nykyisessä markkinatilanteessa kasvu on haettava ulkomailta, kansainvälisistä projekteista. Suurista hankkeista löytyy mahdollisuuksia kaikille suomalaisille konsulteille, joita kansainvälistyminen vain kiinnostaa.

–Jos siis on innostusta ja halua, meidän kannattaa yhdessä lähteä hakemaan projekteja maailmalta, hän sanoo.

Turhanaikaisesta vaatimattomuudesta suomalaisten suunnittelijoiden pitää päästä eroon ja oppia rohkeammin kertomaan, kuinka hyviä oikeasti olemme, mitä osaamme. Asiakashan pitää pystyä vakuuttamaan.

–Tosin voi vaatimattomuus olla etukin – kunhan jalan kerran on saanut oven väliin, Kemppainen naurahtaa. –Kun projekti hoidetaan kunnialla maaliin, asiakas voi olla suoras-

taan häkeltynyt, miten hyvin me se osattiin. Emme siis ainakaan luvanneet liikoja!

Mukava lapsuus

Aki syntyi toiseksi lapseksi perushoitaja äidin ja ensin rakennuksilla ja sittemmin kiinteistönhoitajana työskennelleen isän perheeseen Turkuun. Isosisko ja Aki saivat myöhemmin myös pikkuveljen ja -sisaren. Perhe asui Kaarinassa. Akin aika kului kaupungissa enimmäkseen kavereiden kanssa. Perheellä oli myös kivanmaan mökki Paraisilla, jossa oli metsää ympärillä ja tilaa rakentaa majoja.

Aki ei muista olleensa kovin innokas koululainen. Hänen lempiaineitaan olivat käsityöt ja yläkoulussa kotitalous sekä kemia ja fysiikka.

Teinille ei oikein kirkastunut, mitä hän haluaisi isona tehdä. Elektroniikka kiinnosti sen verran, että hän tilaili kotiin postikuvastosta elektroniikkarakennussarjoja. Sen perusteella hän päätti hakeutua Turun Ammatti-Instituuttiin opiskelemaan elektroniikkaa, sähkövoimatekniikkaa ja tietoliikennetekniikkaa. Tietotekniikan perustutkinnon Aki suoritti vuonna 2001.

Opintojen jälkeen edessä oli vuoden asepalvelus Niinisalossa Satakunnan Tykistörykmentissä viestijoukoissa.

Armeijan jälkeen Aki ja hänen kaverinsa ryhtyivät miettimään tulevaisuuttaan. Joko olisi aika suunnata työelämään, vai pitäisikö vielä kuitenkin opiskella? Vaakakuppi painui opiskelun puolelle, sillä kaverinkin mielestä se oli itsestään selvä valinta. Mutta minne ja mitä opiskelemaan?

Rakennesuunnittelu iskee

Turkulaisten piti luonnollisesti päästä pois Turusta, mutta ehdottomasti ei Tampereelle. Pääkaupunkiseutukaan ei oikein iskenyt ja Oulu taas oli selvästi liian kaukana kotoa. Jyväskylä sen sijaan oli juuri sopivan matkan päässä. Sitä myös mainostettiin Suomen opiskelijapääkaupunkina, jonka väkiluku tuplaantuu, kun opiskelijat tulevat kaupunkiin.

Nuorukaiset laittoivat hakupaperit Jyväskylään. Akillä ensimmäisellä sijalla oli elektroniikka Jyväskylän yliopistossa ja viimeisellä rakennetekniikka ammattikorkeakoulussa. Sinne hän sitten pääsi. Niin pääsi kaverikin.

Kaverukset saivat yhteisen solukämpän Kekkolaista ja Aki ryhtyi täysin rinnoin nauttimaan erilaisista opiskelijaelämään liittyvistä oheisrienoista.

Rakennetekniikka ei aluksi todellakaan ollut Akin heiniä. Hän arveli valmistuvansa työnjohtajaksi rakennuksille. – Mietin jopa suorittavani pakollisia kursseja alta pois ja jossain vaiheessa hakeutuvani aivan toiselle alalle.

Kolmannen vuoden rakennesuunnittelun kurssit avasivat hieman vastentahtoisen opiskelijan silmät. Sehän oli oikeasti kiinnostavaa ja kipinä opiskeluun syttyi. – Huomasin, että voin päästä suunnittelemaan ja tajusin, että juuri tätä haluankin tehdä.

Pääkaupunkiseutu kutsuu

Valmistuttuaan Jyväskylän ammattikorkeakoulusta vuonna 2007 Aki Kemppainen oli ajatellut suunnata takaisin Turkuun, mutta ajautui työtarjousten perässä kuitenkin pää-

1 Suunnittelupäällikkö Aki Kemppainen tahtoo rohkaista suomalaisia suunnittelijoita viemään osaamistaan maailmalle, jossa sitä kipeästi tarvitaan.

Hannu Uusitalo



kaupunkiseudulle. – Täällä olen viihtynyt jo kohta 19 vuotta.

Nuori rakennesuunnittelija työllistyi Finmap Consultin Oy:n (nykyinen Sweco) asutosuunnitteluyksikköön, mitä hän pitää suoranaisena onnenpotkuna. –Asutosuunnittelu on yksi monipuolisimmista rakennesuunnittelualoista. Aikataulu on usein tiukka ja kustannukset pidettävä hallinnassa. Rakennusfysiikan monipuolinen ymmärrys on tärkeää, sillä rakenteessa on paljon yksityiskohtia ja detaljiikkaa.

Rakennesuunnittelijalta vaaditaan monipuolista osaamista ja hänen on ymmärrettävä eri suunnittelualoja: ei pelkästään arkkitehtisuunnittelua, vaan pohjarakenne, akustiikka-, talotekniikka- ja palosuunnittelua. Pienemmissä hankkeissa saattoi varsinkin aikaisemmin myös käydä niin, ettei kaikkia erikoisalojen suunnittelijoita hankkeeseen hankittu, vaan rakennesuunnittelijan piti hanskata heidänkin osuutensa.

Kemppaisen mukaan asuntorakentaminen on hänen työuransa aikana edelleen monimutkaistunut ja edellyttää tiivistä, monialaista yhteistyötä eri alojen suunnittelijoiden, toteuttajien ja tilaajan kesken. –Kun asuntoja rakennetaan asukkaille omaksi, he ovat ymmärrettävästi hyvin tarkkoja siitä, että lopputulos on laadukas ja asiat toimivat. Asuntojen suunnittelemisen on todella monipuolista, vaativaa ja juuri siksi niin mielenkiintoista.

Voimakkaimman muistijäljen Kemppaiseen hänen alkuaikojensa projekteista on eittämättä jättänyt se ensimmäinen ihan oma suunnitte-

lukohde. Louhinnassa kallio oli karannut, joten kallioseinään piti rakentaa tuentapalkki. Sen tuore rakennesuunnittelija suunnitteli, piirsi ja varmisti varmistamasta päästyäänkin, että kaikki oli aivan varmasti myös toimisi.

Aikanaan hän meni työmaalle katsomaan valmista neljä metriä korkeaa tukirakennetta. Työmaan väki seiso i ympärillä odottamassa, hyväksyykö suunnittelija heidän toteutuksensa ja onko se suunnitelman mukainen.

–Oli se hieno tunne: oman työn merkitys konkretisoitui. Ihmiset oikeasti rakentavat työmaalla tekemieni suunnitelmien mukaan ja juuri sillä tavalla, kuin suunnittelin!

Takaisin koulun penkille

Vaikka Aki Kemppaisella oli työpöytä täynnä työtehtäviä, veri alkoi vetää takaisin opinto-

jen pariin. Niinpä hän suuntasi Tampereen ammattikorkeakouluun opiskelemaan työn ohessa ylempää ammattikorkeakoulututkintoa.

Kemppaisesta kurssit olivat hyviä ja hyödyllisiä. Eteen tuli uuttakin, kuten sopimusjuridiikkaa ja ymmärrys kasvoi myös monista rakentamiseen liittyvistä asioista. Opinnot oli järjestetty fiksusti, lähiopetuspäivät loppuviikkoon ja viikonloppuun.

–Raskas rupeama se silti oli. Sitä piti käsitellä työprojektina, jolle varataan oma aikansa. Opiskelu ei onnistu vain iltaisin ja viikonloppuisin, hän painottaa.

Suunnittelukokemuksen karttuessa Kemppaista olivat alkaneet kiinnostaa haastavammat rakennuskohteet, erityisesti korkean rakentamisen poikkeuksellisen vaativa suun-



Chander Dutta

2

2 Tehdas- ja työmaavierailu Hyderabadissa Intiassa.

3 Aki Kemppainen puhumassa Pekingissä yritystapahtumassa Suomen Pekingin suurlähetystön residenssissä.



Li Shan

3

nittelu. Hän siirtyi työskentelemään vuonna 2011 Ylimäki&Tinkaselle, joka kuuluu nykyisin Sitowiseen. Korkeaan rakentamiseen liittyen hän teki myös opinnäytteensä, joka käsitteli luonnossuunnittelua korkeassa rakentamisessa. Tutkinon Kemppainen sai valmiiksi vuonna 2013.

Korkeita kohteita

– *Ala-Ojalan Jukan* (silloinen rakennesuunnittelun toimialajohtajan, nykyisin Sitowisen erityisasiantuntija) johdolla suunnittelimme korkeaa rakentamista ja jännitettyjä rakenteita. Osaamiseni karttui kuuden vuoden kuluessa todella paljon.

Kemppaisen ensimmäinen tornitalo oli Järvenpään maamerkinäkin tunnettu, vuonna 2017 valmistunut Tupalan Torni. Kokonaisuuteen kävelykadun varrella kuuluu varsinaisen 18-kerroksisen tornin lisäksi kuusikerroksinen

kerrostalo. Korkeuden lisäksi kohde tarjosi Järvenpäälle tyypillisten perustusolosuhteiden ansiosta muitakin haasteita. Kemppainen muistelee, että ennen kovaa maata pehmeää savea riitti 25 metriin. Tornitalo paalutettiin porapaaluilla. Jotta paaluille saataisiin enemmän kapasiteettia, niihin injektointiin sisälle sydänpaalu.

Viimeisin mielenkiintoinen korkean rakentamisen kohde Aki Kemppaisen ”pöydällä” on ollut 26 kerroksinen Redin Horisontti, Suomen korkein toimistorakennus ja SRV:n pääkonttori, joka kohoaa 111 metrin korkeuteen merenpinnasta. Sen hyvin haastavan pilarilaattarungon rakennesuunnittelusta saa syystäkin olla ylpeä.

Takaisin Swecolle Kemppainen palasi vuonna 2017. Palaaminen tuntui mukavalta, kun talosta löytyivät vielä tutut työkaverit. Hän pääsi tekemään monipuolisesti rakennesuun-

nitteluja ja työskentelemään projektipäällikkönä mielenkiintoisissa hankkeissa. Myöhemmin hän siirtyi johtamaan projekteja ja työskentelemään enemmän asiantuntijan roolissa.

Verkostoituminen on tärkeää

Aki Kemppaisella on riittänyt aikaa ja mielenkiintoa myös alan järjestötoimintaan.

Kaikki sai alkunsa risteilylounaalta Betonipaaluapäiviltä vuonna 2011, kun Kemppaiselta kysyttiin halukkuutta ryhtyä Inspecta Sertifoinnin Teknisen toimikunnan (MIN) jäseneksi. Edellinen rakennesuunnittelijajäsen oli jäänyt eläkkeelle ja toinen haluttiin tilalle. Kemppainen on edelleen työssä mukana, puheenjohtajan ominaisuudessa vuodesta 2018 lähtien. Inspecta Sertifointi on nykyisin Kiwa Tekninen toimikunta (MIN).

Toimikunnan kautta Kemppainen ryhtyi luontevasti verkostoitumaan laajemminkin ja

4 Lenkkeily auttaa pitämään niin kropan kuin mielenkin kunnossa.



Kaisa Kemppainen

4

on mukana nykyisin myös esimerkiksi toisen sukupolven eurokoodien kansallisissa seurantaryhmissä, elementtisuunnittelun asiantuntijaryhmässä ja muutamissa Betoni yhdistyksen ryhmissä.

– Olen myös tehnyt työtä päästäkseni jäseneksi FIB:in, The International Federation for Structural Concrete COM6:een Prefabrication ryhmään, mutta prosessi kestää useita vuosia. Olen ollut jo muutamissa kokouksissa ja esittäytymässä. Katsotaan, miten käy.

Kemppainen korostaa, että Suomessa pitäisi vahvemmin pyrkiä toimimaan eurooppalaisissa ja maailmanlaajuisissa yhdistyksissä ja järjestöissä. Vaikutustyö heijastuu monin tavoin eurokoodien, säädösten ja asetusten kautta myös suomalaiseen rakentamiseen.

On oltava vaikuttamassa paikalla ja tuomassa esille suomalaista osaamista. Eikä eurokoodeihin vaikuttaminenkaan saa jäädä vain virkamiesten ja järjestöjen kontolle. Myös yritysten tulisi ehdottaa henkilöitä kansainvälisiin järjestöihin.

– Kansainvälinen verkostoituminen on myös erittäin tärkeää. Maailmalla rakennetaan, sieltä on kerättävissä hyvää oppia, ymmärrystä ja tietoa.

Kemppainen on ottanut aikaa myös kirjallisiin tehtäviin. Hän on viimeisen viisi vuotta ollut betonielementtirakentamisen tietopankin elementtisuunnittelu.fi:n asiantuntijaryhmässä laatimassa alalle ohjeita – ja kirjoittanut Betoni-lehteen artikkeleita niiden markkinoinneksi. Työ on ollut innostavaa, sillä hän tykkää selvittää perin pohjin, mistä tietty kaava tai ohjeistus on peräisin.

– Minua harmittaa, että asioita tehdään vain siksi, että näinhän on aina tehty, miettimättä miksi ja onko tapa oikeasti hyvä. Toki monet totutut tavat sitä ovatkin, eikä uusia tarvitse

keksimällä keksiä. Siltikin pidän hyvänä taustoitusta, miksi tapaan on päädytty.

Ohjeistuksen punainen lanka on juuri taustoituksessa. Asiaan on voitava tarvittaessa syventyä vaikkapa 20 vuotta myöhemmin ja päästä ohjeistuksen alkulähteille helposti.

Yksityiskohdat pitää jälkikäteen voida tarkistaa vaikkapa FIB:in opuksesta tai tietystä tutkimuksesta.

Erityisen tärkeää Kemppaiselle on, ettei ohjeisiin jää tulkinnanvaraisuutta.

Eurokoodeihin, asetuksiin tai määräyksiin voi syystä tai toisesta jokin seikka jäädä hieman avoimeksi. Rakennusalan tulisi pystyä niiden varalle itse luomaan yksiselitteiset käytännöt ohjeiden kautta.

– Yksittäisen suunnittelijan ei silloin jokaisessa hankkeessa tarvitse erikseen miettiä, mitä kaavaa, tapaa tai detaljia juuri tässä tapauksessa käyttäisin.

Lisäksi rakennesuunnittelijan tulokannan voi periaatteessa aina haastaa kolmannen osapuolen tarkastaja, viranomainen, tilaaja, valmistaja. Vastuu on suuri ja aikaa tuhrautuu selvittelyyn.

Jos ohjeisiin on kirjattu, että tällä mennään ja siitä on alalla konsensus, säästyy hermoja, aikaa ja rahaa. Toiminta on ennakoitavaa ja huomattavasti tehokkaampaa.

Yksiselitteiset ohjeistukset helpottavat alalla kaikkien työtaakkaa.

Entistä valoisampaan tulevaisuuteen

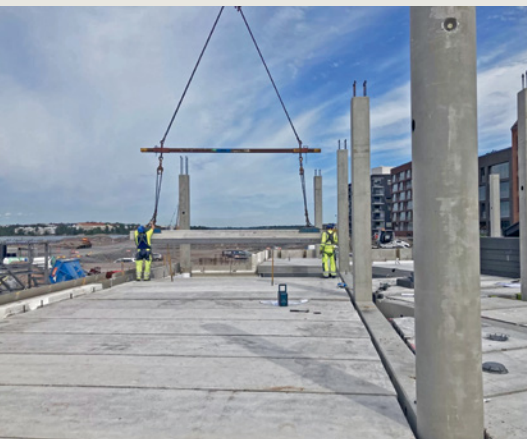
Suomalaisessa talonrakentamisessa vallinneiden rauhallisten vuosien jälkeen Aki Kemppainen toivoisi, että rakentaminen Suomessakin alkaisi elpyä ja hienot hankkeet saataisiin käyntiin. Ja että yhteistyö maailmalla kantaisi hedelmää. Hän saisi osallistua haastaviin hankkeisiin niin kotimaassa kuin maailmallakin.

– Olisi hienoa päästä suunnittelemaan yhteistyössä suomalaisen konsulttiryhmän kanssa 200–300 metriä korkea tornitalo vaikkapa Kaakkois-Aasiaan. Se olisi yhdessä tarjottu ja saatu hanke, jonka pääsisimme toteuttamaan yhdessä paikallisten yhteistyökumppaneiden kanssa. Pääsisimme näyttämään suomalaisen osaamisen tason!

Vaikka Aki Kemppaisen työpaikka on opintojen jälkeen sijainnutkin pääkaupunkiseudulla, hän asustaa nykyisin kahta kaupunkia: Helsinkiä ja Vaasaa. Uusioperheeseen kuuluu kaksi kouluikäistä lasta ja vaimo Kaisa, joka myös on ammatiltaan rakennesuunnittelija. Yhteisestä sopimuksesta rakennesuunnittelusta kotona ei kuitenkaan puhuta. Vaasan koti on pari vuotta sitten valmistuneessa siporex-harkkorivitalossa, jossa on väli- ja yläpohjarakenne ontelolaatoista.

Kemppaisen mukaan kahdessa paikassa asuminen on nykyisessä elämäntilanteessa vallan toimiva ratkaisu. Hän tykkää tehdä lähiötä ja pyrkii olemaan toimistolla Ilmalassa mahdollisimman paljon silloin, kun ei joudu työn takia matkustamaan. Junassa Vaasaan matkatessa voi tehdä rauhassa töitä. Vaasassa ollessaan etätyöpäiviä ovat perjantai ja maanantai. Vuoroviikoin vaimo puolestaan matkaa Helsinkiin.

Vapaa-ajalla perhe harrastaa matkailua. Aki Kemppainen pitää kuntoa ja mielialaa yllä lenkkeilemällä. – Kun asiat raskaampana päivänä pyörivät päässä, ne juoksemisen aikana lokeroituvat ja saavat oikeat mittasuhteet, hän sanoo. – Liikkumiselle pitäisi vain saada enemmänkin aikaa. •



Inari Weijo



Jarno Artika



Tero Pajukallio

Uudelleenkäytettäviä ontelolaattoja Melkinlaiturin koulu- ja päiväkotihankkeeseen

Melkinlaiturin koulun ja päiväkodin uudisrakennushankkeessa käytetään ontelolaattoja, jotka on valmistettu yli 40 vuotta sitten. Uudelleen käyttöön otettavat ontelolaatat ovat peräisin Helsingin Suutarilassa sijainneesta, vuonna 1981 valmistuneesta monitoimitalo-rakennuksesta, josta elementit irroitetaan kokonaisina. Helsingin Jätkäsaareen elinkaari-mallilla toteutettavan Melkinlaiturin koulu- ja päiväkotihankkeen alapohjan ontelolaatoista lähes 400 neliometriä on uudelleen käytettäviä.

"Olemme tarjousvaiheessa sitoutuneet materiaalihetokkuuslupaukseen, mikä edellytti alapohjan ontelolaattojen vaihtamista uudelleenkäytettäviin laattoihin", kertoo YIT:n julkinen uudisrakentaminen-yksikön työpäällikkö Timo Kuorikoski. Päästöjen vähentämisen keinoina ovat vähähiiliset tuotteet ja kiertotalous.

Betonelementit tarkastettiin, testattiin ja kunnostettiin Consolis Parman Nummelan tehtaalla. Elementit asennettiin kesällä 2025. "Ilmastotyö on strategiamme ytimessä ja tavoitteenamme on puolittaa päästöemme vuoteen 2035 mennessä. Tässä ontelolaattojen uudelleenkäyttöprojektissa voimme hyödyntää kansainvälisessä ReCreate -tutkimushankkeessa saamiemme kokemuksia ja oppeja", kertoo teknologiajohtaja Juha Rämö Consolis Parmalta.

Uusi rakennusosa voidaan korvata uudelleenkäytettävällä rakennusosalla, kun dimensiot, kestävyys, rasitusolosuhteet yms. käyvät yhteen. "On huomioitava, että rakennus suunnitellaan alun alkaen uudelleenkäytettävien rakennusosien ehdoilla. Näin voidaan päästä merkittäviin hiilijalanjälkivaikutuksiin, kertoo Inari Weijo, Competence Lead, Transformation, Ramboll Finland Oy:stä.

Lisätiedot ReCreate hankkeesta: inari.weijo@ramboll.fi ja <https://recreate-project.eu/2025/11/25/first-commercial-replication-of-the-recreate-solution-in-finland/>

Lipa-Betoni ottaa elementtivalmistajana käyttöön Carbonaiden hiilensidontateknologian

Lipa-Betoni Oy ottaa ensimmäisenä elementtivalmistajana käyttöön Carbonaide®-teknologian Naarajärven tehtaalla. Teknologia mahdollistaa hiilidioksidin pysyvän varastoinnin betonelementteihin, vähentää sementin käyttöä ja pienentää tuotannon hiilijalanjälkeä jopa yli 60 %. Koekäyttö aloitetaan alkuvuodesta 2026, jota seuraa täysi tuotanto.

"Kyseessä on koko tehtaan kapasiteettia koskeva uudistus, jonka ansiosta voimme tarjota vähähiilisiä betonelementtejä laajasti jo vuoden 2026 aikana", sanoo Lipa-Betonin toimitusjohtaja Satu Lipsanen.

Naarajärvellä Carbonaiden järjestelmät integroidaan osaksi Lipan koko elementtituotantoa. Työväiheisiin kuuluvat muun muassa moduulien valmistus, säiliötoimitukset ja järjestelmäsennukset. Näiden jälkeen siirrytään koekäyttöön vuoden 2026 alussa. Elematic Oyj on kehittänyt tehtaan kuivastustilan oviin tiivistyksen, joka mahdollistaa hiilidioksidin turvallisen käytön tuotantoprosessissa.

Carbonaiden hiilidioksidikäsittely mahdollistaa ympäristöystävällisempien elementtien valmistuksen ja hiilidioksidin pysyvän varastoinnin. Teknologia mahdollistaa jopa 20 % pienemmän sementin tarpeen, nopeuttaa tuotantoa ja parantaa betonin mekaanisia ominaisuuksia. Tuotannosta tulee kustannustehokkaampaa, nopeampaa ja ilmastoystävällisempää.

Lipa-Betoni tavoittelee elementtituotannon ensivaiheessa yli 60 % päästövähennemää hyödyntäen Carbonaide-teknologialla voimakkaasti seostettuja sementtejä normaalissa tuotantoajassa. On mahdollista päästä jopa hiilineutraaliin tuotantoon. Lipa-Betonin investointi kattaa koko tehtaan kapasiteetin ja vähähiilisten betonelementtien toimitukset myös suuriin rakennuskohteisiin.

Lisätietoja: tapio.vehmas@carbonaide.com ja satu.lipsanen@lipa-betoni.fi

Suomen Betoniyhdistys BY täytti 100-vuotta

Lokakuussa vuonna 1925 pidettiin Suomen betoniyhdistys – Finska betongföreningen ry:n perustava kokous Hotelli Kämpissä Helsingissä. Suomen Betoniyhdistys ry:n 100-vuotista toimintaa juhlistettiin Vanhalla Ylioppilastalolla 24.10.2025. Juhliin osallistui hieman yli 200 vierasta.

Juhlissa kukitettiin BY:n uusin kunniajäsen, Professor of Practise, Jouni Punkki sekä jaettiin yhteensä 12 BY-Mitalia betonialaa ja yhdistyksen toimintaa erityisesti edistäneille henkilöille.

Suomen Betoniyhdistys on riippumaton betonin oikeaa käyttöä edistävä teknistieteellinen yhdistys, jonka noin 500 jäsentä edustavat laajasti betonirakentamisen eri osapuolia. Yhdistyksen tarkoituksena on kehittää betonitekniikkaa ja edistää betonin ammattitaitoista ja oikeaoppista käyttöä sekä toimia alan yhteisöfoorumina.

BY on pitkään hoitanut betonialan koulutusta, julkaissut lukuisia teknisiä ohjeita ja alan oppikirjoja. BY on käynnistänyt ja ohjannut useita kehitysprojekteja vuosien varrella.

Yhdistys tunnetaan asiantuntijalausunoistaan ja keskeisestä roolistaan teknisten normien laatijana.

Viime vuosina BY on edistänyt aktiivisesti ympäristömyötäistä betonirakentamista muun muassa kehittämällä hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen tähtäävän luokituksen.

Lisätietoja: <https://www.betoniyhdistys.fi/yhdistys/by-100-vuotta>


betoni.com

By65 Betoninormit 2025

By 65 Betoninormit 2025 sisältää eurokoodeilla suunniteltujen kantavien betonirakenteiden säilyvyysuunnittelua, valmistusta, laadunvalvontaa ja kelpoisuudenosoittamista koskevat ohjeet talonrakennuksessa. Normit korvaavat aikaisemman by 65 Betoninormit 2021 -julkaisun pohjautuen kuitenkin pitkälti siihen.

Normia on täydennetty ja täsmennetty etenkin standardin SFS 7022 Betoni, Standardin SFS-EN 206 käyttö Suomessa pohjalta.

Uusien vuoden 2025 normien suurin muutos vuoden 2021 normeihin verrattuna on muutokset sallittujen sementtien taulukossa, joka sallii muun muassa uusien sementtilaattujen käytön betonin valmistuksessa. Lisäksi normeissa on selitetty uuden konseptin betonin vastaavien toiminnallisten ominaisuuksien periaatteet.

Kirja on tarkoitettu betonin ja betonielementtien valmistajille, rakennesuunnittelijoille, rakennusvalvonnoille, rakennusurakoitsijoille, työmaamestareille, betonityönjohtajille ja valvojille.

Lisätietoja: Suomen Betoniyhdistys ry
<https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/by/>

Tulossa

Betonipäivä 2026 ja Vuoden Betonirakenne 2025 julkistaminen 29.1.2026 Dipoli, Espoo

Vuoden Betonirakenne 2025 voittajakohde julkistetaan Betonipäivä 2026 -tapahtumassa.

Ilmoittaudu 12.1.2026 mennessä täällä !

<https://betoni.com/tapahtumat/vuoden-betonirakenne/betonipaiva-2026-ja-vuoden-betonirakenne-2025-julkistaminen/>
 Lisätietoja: maritta.koivisto@betoni.com



Betonin yhteystiedot 2024 – osoite: Eteläranta 10

PL 381 (Eteläranta 10, 10. krs)
 00131 Helsinki
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi
 vaihde: (09) 12 991

Betoniteollisuus ry:
 Toimitusjohtaja Jussi Mattila
 0400 637 224
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Jaospäällikkö Janne Kihula
 040 514 65 10
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Jaospäällikkö Ari Mantila
 0400 201 507
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Jaospäällikkö Antti Taivalkangas
 050 432 3360
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Päätoimittaja, arkkitehti SAFA
 Maritta Koivisto
 040 900 3577
etunimi.sukunimi@betoni.com
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Viestintäassistentti Nina Loialo
 050 368 9072
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

Betoniyhdistys ry:
etunimi.sukunimi@betoniyhdistys.fi

Toimitusjohtaja Mirva Vuori
 040 765 7672

Erityisasiantuntija Johanna Tikkanen
 040 518 1641

Erityisasiantuntija Kim Johansson
 050 550 6556

Koulutuskoordinaattori Anu Kurkela
 0400 228414

Ilmoittajaluettelo 4 2025

Ilmoittaja	Sivu
ART-Betoni Oy	2
Bau-Met Oy	3
Betoniluoma Oy	6
Finnsementti Oy	III kansi
Haahtela Oy	5
Kovabetoni Oy	3
Lammin Betoni Oy	5
Lujabetoni Oy	5
Pielisen Betoni Oy	4
Rakennusbetoni- ja Elementti Oy	4
Ramboll Oy	4
RISE Research Institutes of Sweden	II kansi
Schwenk Suomi Oy	4

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

Betoniyhdistys ry ja Betoniteollisuus ry muuttivat Rakennustuoteteollisuus RTT:n mukana 1.2.2018 Eteläranta 10:een ja 10. kerrokseen. Yhteisissä tiloissa toimii *betonipintanäyttely*, joka esittelee mm. erilaisia betonin väri- ja pintakäsittelytapoja. Näyttely on avoinna toimiston aukioloaikoina klo 8.15–16.00. Esitelystä 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 Laatusenä Oy	Betonilaatta Oy	Betoniluoma Oy	Betroc Oy	Betset-yhtiöt	JA-KO Betoni 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	Rudus Oy	Ruskon Betoni Oy	SCHWENK Betoni Oy	Suomen Kovabetoni Oy	Suutarinen Yhtiöt / SBS Betoni Oy	Swerock Oy	VaBe Oy
Betoniharkot				●							●				●							
Betonin pumppaus		●				●	●	●					●			●	●	●			●	
Elementtien asennus																						
Erikoiselementit		●	●		●	●	●	●	●					●	●	●			●	●		
Eristeharkot											●				●							
Hissikuiluelementit						●	●								●	●				●		
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



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



Betset-yhtiöt
Ilvestie 2, 01900 Nurmijärvi
Puh 040 3434 300
www.betset.fi

Myynti:

Elementtimyynti ja laskenta
<https://betset.fi/yhteystiedot/myynti>
myynti@betset.fi

Valmisbetonimyynti ja pumppaus
<https://betset.fi/yhteystiedot/valmisbetoni>
vbmyynti@betset.fi

Tehtaat:

Espoo
Helsinki
Hämeenlinna
Kyyjärvi
Mikkeli
Nummela
Nurmijärvi
Parainen
Turku
Vierumäki

C

Consolis Parma (Parma Oy)

Yhteystiedot: ks. www.parma.fi

Consolis Parma on Suomen johtava betonielementtien valmistaja ja elinkaariviisaan betonirakentamisen suunnannäyttäjä. Yhtiöllä on toimintaa 13 paikkakunnalla ja se työllistää noin 650 henkilöä.

Consolis on Euroopan johtava teollisuuskonserni, joka tarjoaa kestäviä ja älykkäitä betonielementtirakenteita rakennusteollisuuden tarpeisiin. Consolis työllistää noin 9 000 työntekijää 17 maassa eri puolilla maailmaa.

J



JA-KO Betoni Oy

Vaasantie (PL 202), 67100 Kokkola
Puh 06 824 2700
www.jakobetoni.fi
jaakko.eloranta@jakobetoni.fi

Muut toimipisteet:

Valmisbetonitehdas, Kokkola
Hiekkapurontie 5, 67100 Kokkola
Puh 040 6782 730

Valmisbetonitehdas, Mustasaari
Sudenpolku 8, 65480 Vikby
Puh 040 6782 750

Valmisbetonitehdas, Närpiö
Teuvavägen 131, 64200 Närpiö
Puh 040 6782 760

Valmisbetonitehdas, Pietarsaari
Vaunusepantie 2, 68660 Pietarsaari
Puh 040 6782 720

Valmisbetonitehdas, Seinäjoki
Routakalliontie, 60200 Seinäjoki
Puh 040 6782 740



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

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

L

Lakka®

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 tuoteperheeseen kuuluvat kivitallot, harkot, pihakivet, laastit, tasoitteet, elementit ja valmisbetoni.

Ilmoitathan mahdollisista tietojen muutoksista tai korjauksista osoitteeseen betoni@betoni.com

A



Alavuden BETONI OY

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



Ansv 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



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

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

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



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 Kärsämäellä. Tuotevalikoimaamme kuuluvat elementit, valmisbetonit, paalat sekä lukuisa määrä infratuotteita, kuten ratapölkkyjä, pylväsjalustoja, Luja-moduleita ja muita erikoistuotteita.

Viimeisimpiä tuoteuutuuksiamme ovat Luja-Superlaatta, Luja-Superkylpyhuone, vähähiiliset betoniratkaisut ja tuulivoimalaelementit.



MH-Betoni Oy

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

N



Napapiirin Betoni Oy

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

P



Pielisen Betoni Oy

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

Elementtimyynti:

040 3400 130

Ontololaattamyynti:

040 3400 125

Pielisen Betoni – 50 vuotta laatua ja toimitusvarmuutta.

Tuotevalikoimaamme kuuluu mm. teräsbetoni- ja jännebetonipalkit, pilarit, ontololaatat, seinät, HTT- ja TT-laatat sekä valmisbetoni. Tehtaamme viidellä eri paikkakunnalla, palvelevat asiakkaitamme 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 lupamme.

R



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. Toimintatavoihimme kuuluvat uudesta innostuminen, palvelu, lupauksien pitäminen sekä vastuullinen toiminta. Olemme suomalainen perheomisteinen yritys, jonka tuotteet ja palvelut tuotetaan kotimaassa.



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, portaot, 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 Oy

Piihantie 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. Tytäryhtiömme 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 peruspilarit. 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
Tiemestarininkatu 7, 20360 Turku
Elementintie 10, 15550 Nastola

Suutarinen Yhtiöt

SBS Betoni Oy

Sora ja Betoni V. Suutarinen Oy

Vuorilahdentie 7, 52700 Mäntyharju

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

Valmistamme myös VSS-elementtejä (Puh 0400-653701) ja KIVITASKU-pientaloja.

SWEROCK

Peab Industri Oy /

Swerock Valmisbetoni

Karvaamokuja 2a, 00380 Helsinki

Puh 0440 111 008

www.swerock.fi

info@swerock.fi

Liedon toimisto

Hyvättylantie 10 B 5, 21420 Lieto

Puh 02 4845 600

www.swerock.fi

Valmisbetonitehtaita ja toimipisteitä:

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

Sähköposti: 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

Toimitusjohtaja:

Juha Alapuranen 0400 696 695, juha@ybt.fi

Tuotantopäällikkö:

Pertti Pirttikoski 0400 562 914, pertti@ybt.fi

Elementtiasennus:

Mika Ylitalo 044 3310 163, mika.ylitalo@ybt.fi

Ylitornion toimipisteen lisäksi:

Kuhmon Betoni Oy

Valimontie 11, 88900 Kuhmo

Sirpa Huttunen

Puh 044 2872 801

sirpa@kuhmonbetoni.fi

Ylitornion tehdas: ylitornio@ybt.fi

Kuhmon tehdas: sirpa@kuhmonbetoni.fi

betoni

Betoniteollisuus ry:n
kannatusjäsenyritysten tuotteet,
palvelut ja toimipisteet

A



Anstar®

SMART STEEL.

Anstar Oy

Erstantie 2, 15540 Villähde

Puh 03 872 200

www.anstar.fi

anstar@anstar.fi

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

D



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

Skräbböentie 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 sementitehtailamme. 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 laadukkaita ja kestävä 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

Hakakalliontie 5, 05460 Hyvinkää
Puh 010 8370 700
info@peri.fi
www.peri.fi

Raudoitteet | Tarvikkeet | Kiinnikkeet



Pintos Oy

Pysäköintie 12, 27510 Eura
www.pintos.fi
pintos@pintos.fi

Muut tehtaat ja toimipisteet:

Rauma
Yrittäjätie 9,
27230 Lappi

Raisio
Tuotekatu 12
21200 Raisio

Espoon tarvikevarasto
Juvan teollisuuskatu 23,
02920 Espoo

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 Raahen

Tuotteet: sementti

Semtu Oy

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



STEEL

7 Steel Service Finland Oy

Valssaamontie 171, 10410 Äminnefors
Puh 019 22 131
www.7-steel.nordic.com

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

betoni

Tuote- & palveluosio webissä

www.betoni.com

www.betoniteollisuus.fi/yritykset

www.betoniteollisuus.fi/tuotteet

Uudistunut Oiva-sementti!

Tuoteparannus mahdollistaa Oiva-sementin käytön korkeamman lujuuden betoneissa ja pienentää betonin hiilijalanjälkeä.

Oiva-sementin lujuusluokan nosto vastaa asiakkaidemme sekä koko rakennusalan tarpeisiin ja tukee Finnsementin oman ympäristötyön tavoitteita.

Oiva-sementti on taloudellinen ja monikäyttöinen sementti. Parhaimmillaan sen ominaisuudet ovat valmisbetonissa, mutta Oiva-sementille löytyy käyttökohteita myös erilaisissa betonituote- ja elementtisovelluksissa.

Oiva-sementti on erinomainen sementti myös stabilointiin. Sementin korkeahko seosainemäärä tekee siitä ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon betonirakentamiseen.

Oiva

SEMENTTI

Oiva-sementti
CEM II/B-M (S-LL) 52,5 N

Normaalisti kovettuva
portlandseossementti

Lue lisää finnsementti.fi



FINNSEMENTTI
A CRH COMPANY

Edelläkävijä
vihreässä
rakentamisessa
finnsementti.fi

