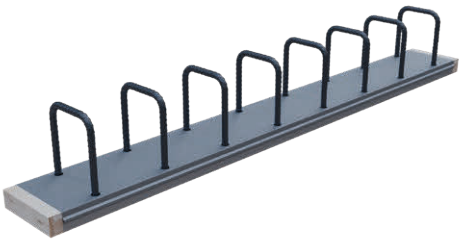
beton

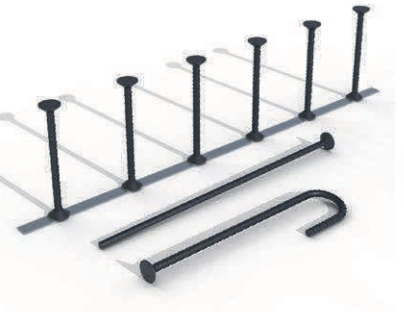
4 2022

PARHAAT LIITOKSET BETONIRAKENTAMISEEN

Peikon yli 50 vuoden kokemus mahdollistaa vaativammatkin projektit visiosta tinkimättä. Saat meiltä kaikki betonirakentamiseen tarvittavat liitososat, huippuluokan teknisen asiakaspalvelun sekä ajanmukaiset suunnittelutyökalut.

Laadukkaat, luotettavat ja testatut ratkaisut - nopeasti ja varmasti.





Tutustu tarkemmin: peikko.fi

Betoni 92. vuosikerta – volume
Ilmestyy 4 kertaa vuodessa
Tilaushinta 54 euroa
Irtonumero 13,50 euroa
Painos 15 000 kpl
ISSN-L 1235-2136
ISSN 1235-2136 (painettu)
ISSN 2323-1262 (verkkojulkaisu)
Aikakausmedia ry:n jäsen

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

Käännökset – Translations
Tiina Hiljanen

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
RI Petri Kähkönen
DI Ari Mantila
TkT Jussi Mattila
RI Kimmo Sandberg
Arkkitehti SAFA Hannu Tikka
DI Juha Valjus
DI Mirva Vuori
DI Pekka Vuorinen

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

Kirjapaino – Printers
Punamusta, Joensuu

Kansi – Cover
Jyväskylän yliopiston kirjaston peruskorjaus.
Arkkitehtitoimisto Sipinen Oy ja BST-Arkkitehdit Oy.
Kuva: Petteri Kivimäki / Jyväskylän yliopisto. 2022.

Petri Kähkönen	**Pääkirjoitus – Montako Corollaa on minun osuuteni ilmastotalkoissa?** *Preface – How many Corollas do I contribute to the climate effort?*	**9**
Maritta Koivisto	**Jyväskylän yliopiston kirjasto peruskorjattiin vanhaa kunnioittaen** *Jyväskylä University Library renovated with respect to the old*	**10**
Leena-Kaisa Simola	**Kestävä Kivitalo 2022 -palkinto "Ajurien tallin" peruskorjaukselle: Yli satavuotias hevostalli muutettiin asunnoiksi lähes käsityönä** *Ajurien talli – The Punavuori Stable*	**24**
Ria Ruokonen & Dakota Lavento	**Ryhmähanke Asunto Oy:t Itätuulenkuja 1, 3, 5, 7 Viihtyisä piha vanhalle pihakannelle Tapiolassa** *Shared roof-top courtyard implemented as a group project of four housing associations*	**34**
Dakota Lavento	**Erittäin suuri, puistomainen kansipiha on suunniteltu helppohoitoiseksi Koko korttelin veistoksellinen Omenapiha** *Statuesque Omenapiha*	**46**
Elina Lahdensivu	**Säilyvyysominaisuudet 1990-luvun betonielementtijulkisivuissa ja parvekkeissa** *Concrete's durability properties and deterioration mechanisms of precast concrete facades and balconies*	**52**
Aapo Räsänen	**Betonielementtien uudelleenkäytön laadunvarmistusprosessi** *Quality assurance process for reuse of building components*	**58**
Vesa Tompuri	**Vähähiilinen betoni on nyt laskettavissa**	**64**
Iqbal, Al-Neshawy, Piironen & Punkki	**Loikka-hanke: Vähähiilisten betonien säilyvyysominaisuudet** *Abstract*	**70**
Orfanoudaki, Antonova, Piironen & Punkki	**Loikka-hanke: Kiihdyttimien vaikutus vähähiilisten betonien lujuudenkehitykseen** *Abstract*	**78**
Jouni Punkki	**Testauslaboratorioiden tasokokeet 2022** *Round-robin tests 2022*	**84**
Kirjoittaja	**Aalto yliopiston arkkitehtuurin laitoksen Betonistudio 2022 Aistipaviljonki** *Pavilion of senses – Concrete studio 2022*	**92**
Simo Puintila	**Betonista toteutettuja valaisinkonsepteja: Valon muotoja – Forms of light** *Quality assurance process for reuse of building components*	**100**
Vesa Tompuri	**Paaluinfo 2–2022 Kunnon pohjatutkimus on a & o onnistuneelle paalutukselle** *Quality assurance process for reuse of building components*	**108**
Auli Lastunen	**Kolumni – Vaihdetaan kohdefunktiota**	**111**
Dakota Lavento	**Henkilökuvassa Tiia Lyytinen**	**112**
Betoni-toimitus	**Betonialan uutisia, julkaisuja, kursseja**	**116**
	Betoniteollisuus ry:n jäsenyritysten tuote- ja valmistajatietoja	**122**

10 Jyväskylän yliopiston kirjasto

24 Ajurien talli

Betset
Parhaat betoniset ratkaisut
www.betset.fi

Hyvää Uutta Vuotta Betoni-lehden lukijoille!

Tutustu uusiin kotisivuihin
www.betoni.com ja
www.betoni-lehti

Tutkimuksen, tarkastuksen, testauksen, laadunvarmistuksen, CE-merkinnän ja tuotekehityksen ratkaisuja kaikkiin betonirakentamisen vaiheisiin!

- **Taitorakennetarkastukset**
- **Betonin laadunvarmistuspalvelut**
- **Betonitestauspalvelut**
- **Kuntotutkimuspalvelut**
- **Asbesti ja haitta-aineet**

www.sweco.fi

SWECO

SCHWENK

Laadukkaat ja ympäristöystävälliset sementit

SCHWENK Suomi Oy / www.schwenk.fi

HI-CON-PARVEKKEET

- Hoikka ja kevyt rakenne
- Ultrakorkealujuusbetonia
- Muodon ja ulkonäön vapaus
- Sijoittelun vapaus
- +100 vuoden kestävyys

HiCON
HIGH PERFORMANCE CONCRETE

100% KOMPENSOITU BETONI

Ympäristövastuullisuutta rakentamiseen ilman lisäkuluja.

Se ainoa Suomessa.

PIELISEN BETONI OY

VALMISTETTU SUOMESSA

STONEO
ENGINEERED STONE
Kaunis, luja ja kestävä julkisivuratkaisu.
The evolution of stone
ULMA
www.ulmaarchitectural.com
seroc
Kumitehtaankatu 5
04260 Kerava
P. 050 3588048
bit.ly/ulmaseroc
petri.ahonen@seroc.fi

Vahanen-yhtiöt on nyt osa AFRYä
AFRY
ÅF PÖYRY
– Tutkimukset, testauspalvelut ja laadunvalvonta betonirakenteiden koko elinkaarelle luotettavasti ja ammattitaidolla
– Puristuslujuuden määritykset ja näytteenotto
– Ohuthietutkimukset ja huokosjakoanalyysit sekä kiviainestestausta (AKR)
– Asiantuntijapalvelut myös erityisen vaativiin tutkimuksiin esimerkiksi palovaurioissa, uimahalleissa ja teollisuuden rakenteissa.
Making Future
afry.com

RECKLI edustaa luovaa vapautta betonimuotoilussa ja -suunnittelussa.

+358 400 537 537
myynti@betpro.fi

Ajantasaista tietoa julkisivumarkkinoista
- tilaa ainutlaatuinen raportti

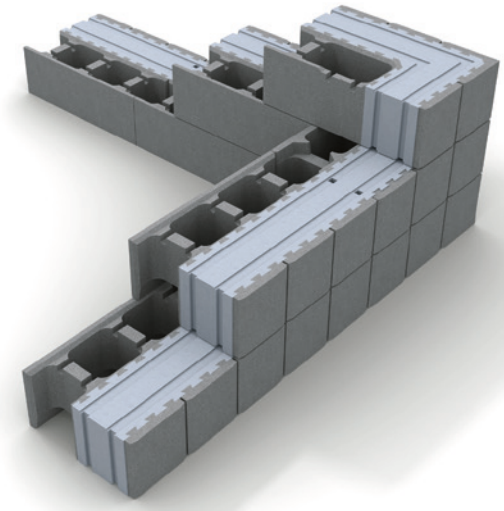
”Julkisivujen markkinat Suomessa 2022” -tutkimus antaa ajantasaista tietoa julkisivualan kehityssuunnista ja markkinoiden jakaantumisesta myös materiaaleittain.

Raportin sisältö:
• Rakennus- ja julkisivukanta Suomessa • Rakentaminen Suomessa - rakentamisen arvo • Uudisrakentamisen julkisivu-materiaalijakauma ja talotyyppikohtaiset jakaumat • Julkisivujen korjausrakentaminen, uusimistarve ja säilyvyysmallit • Julkisivujen maalaus ja pinnoitus • Julkisivumateriaalien osuudet koko rakentamisessa • Parvekekanta, rakentaminen sekä uusimis- ja korjaustarve • Liiketoimintabarometri

Julkisivuyhdistys
- laadukkaan julkisivurakentamisen puolesta

Lisätietoja ja tilaukset
www.julkisivuyhdistys.fi

Lammi
Kuorikivi®
– vain viikon toimitusajalla.



Tutustu ja tilaa: lammi.fi/harkko

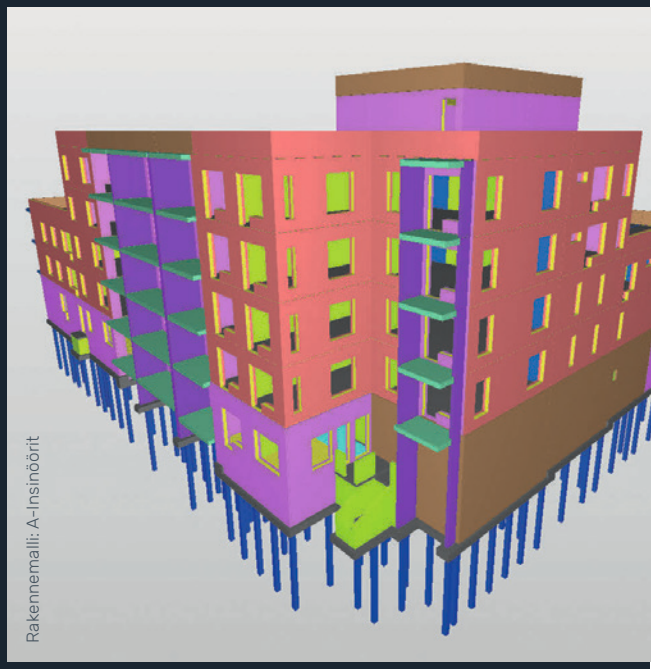
LAMMI
harkko

CADMATIC Building

Tehokkain tietomalliohjelmisto betonielementti-suunnitteluun

- Säästä aikaa automatisoitujen toimintojen avulla
- IFC-sertifioitu ohjelmisto, joka sisältää myös BEC-tiedot!

Tietomallipohjainen rakennesuunnittelu ei ole koskaan ollut näin tehokasta ja suunnittelijan huomioon ottavaa. Sujuva työskentely 3D:ssä ja 2D:ssä on nyt yhtä kuin CADMATIC Building.



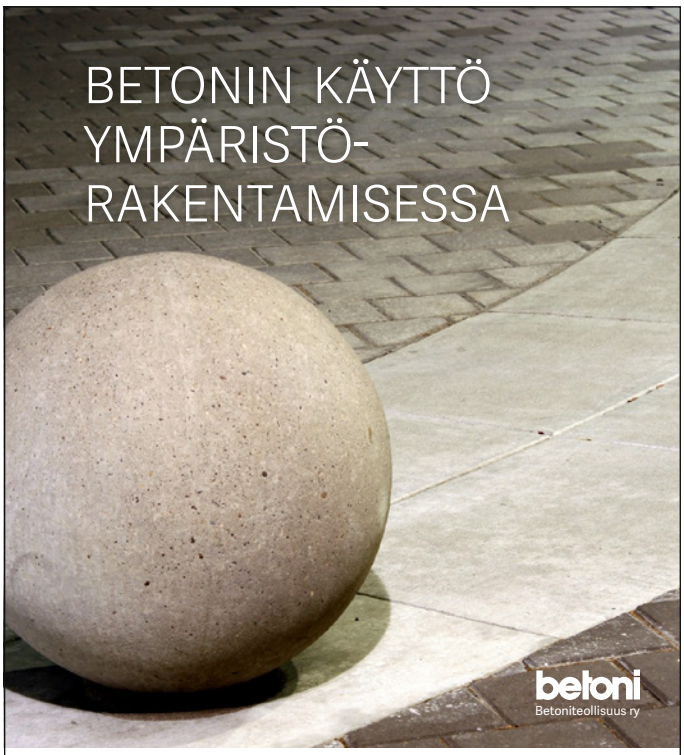
Rakennemalli: A-Insinöörit

CADMATIC

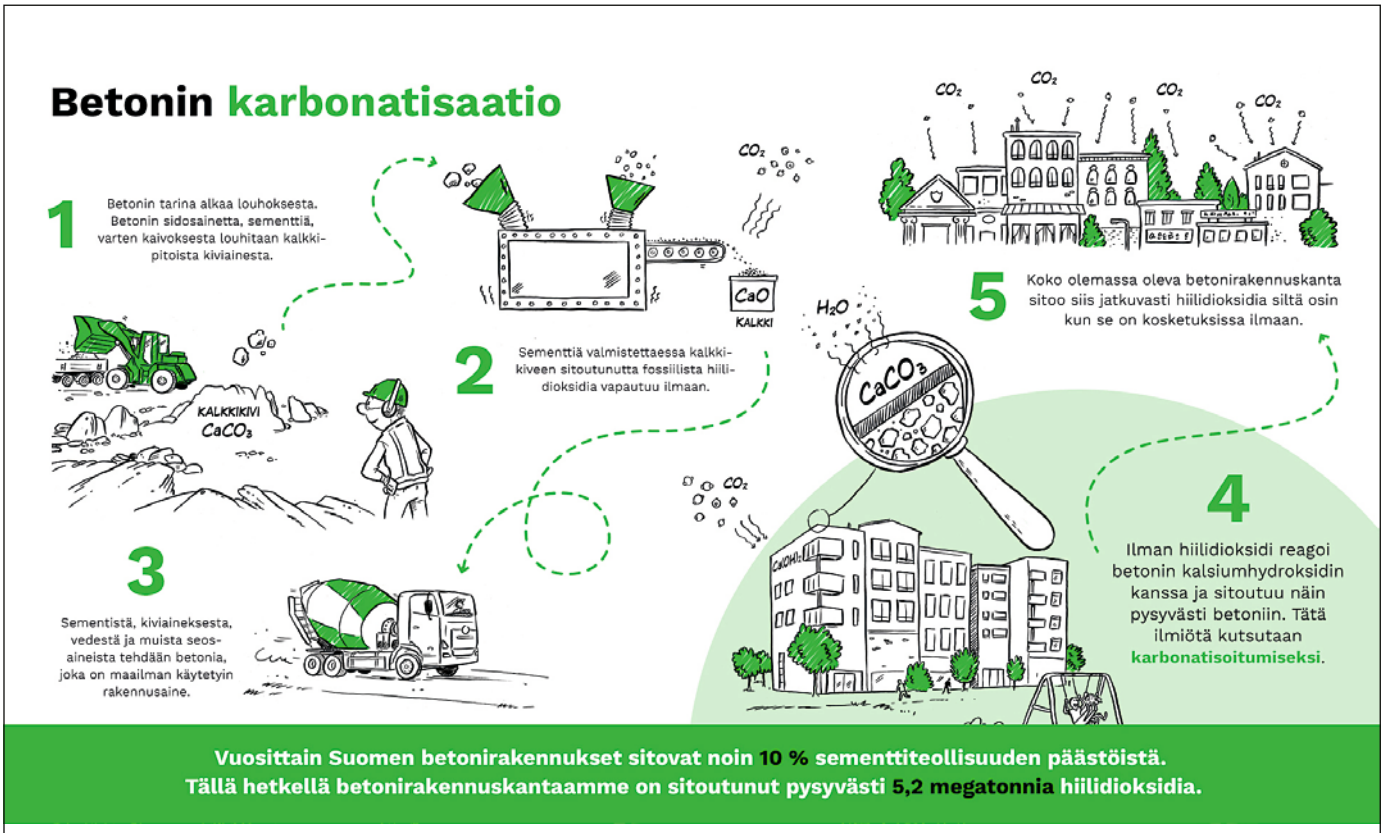
www.cadmatic.com/fi

Lue lisää tietomallipohjaisesta rakennesuunnittelusta

JOUTSENON ELEMENTTI



Uusi kirja nyt saatavana. Lataa: www.maisemabetoni.fi/fin/oppaat-ja-julkaisut/



Lisätietoa www.betoni.com -sivuilta

UMBRA

enemmän kuin väri

Ainoa betonin kemiallinen värjäysmenetelmä.
Ei peitä maalin tavoin betonin materiaalisuutta.
Vähäinen huoltotarve ja pitkä käyttöikä.

Käsittelyt toteuttaa:

ARTBETONI

Patina-, umbra-, lasyyri-, metalli- ja suoja-aineet avaimet käteen -periaatteella.
Arkkitehti- ja suunnitteluneuvonta Ilari Kohtamäki +358 40 163 9550 ilari.kohtamaki@artbetoni.fi

Kuvassa Spinelliparkki. Arkkitehtitoimisto - ARRAK arkkitehdit Oy. Urakoitsija - Fira Oy. Kuva - Jaakko Kilpiäinen.

Montako Corollaa on minun osuuteni ilmastotalkoissa?

1 Petri Kähkönen

Lapsuudessani perheemme auto oli nuoren kuusimetsän värinen vihreä Toyota Corolla farmari. Eräänä kesänä 1970-luvun loppupuolella teimme Corollalla lomamatkan Utsjoelle. Tuon reissun osalta Corollan hiilidioksidipäästöt olivat kuudensadan kilogramman tietämillä. Japanilaisella suosikkiautolla köröteltiin perheessämme vuosittain noin 25 000 kilometriä, mikä puolestaan tarkoitti noin 5000 kilon hiilidioksidipäästöä.

Maapallon ilmasto on lämmennyt 1,1 celsiusastetta 1800-luvun lopun esiteollisesta ajasta. Lämpeneminen on kiihtynyt viime vuosikymmenten aikana ja vauhti on sellainen, että ilman lämpenemistä hillitseviä nopeita toimenpiteitä elämän edellytykset maapallolla heikkenevät dramaattisesti. Toistuvat tulvat Aasiassa ja jokien kuivumiset Euroopassa ovat vakavia varoitusmerkkejä, joihin koko ihmiskunnan on reagoitava. Suunnan on muututtava tämän vuosikymmenen aikana.

Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2035. Ymmärtääksemme tarvittavien toimenpiteiden suuruusluokan käyttäkäämme yksikkönä yhtä Corollaa (vuosipäästö 5000 kg CO_2). Suomen kokonaispäästöt ovat tällä hetkellä noin kymmenen miljoonaa Corollaa vuodessa. Päästöjämme on vuoteen 2035 mennessä leikattava vielä kuusi miljoonaa Corollaa edellyttäen, että maankäyttösektorimme ja vihreiden kuusimetsiemme hiilinielu on tuolloin tavoitteen mukaisesti neljä miljoonaa Corollaa.

Rakennetun ympäristön, eli rakentamisen ja rakennusten käytön aiheuttamat päästöt ovat noin kolmannes valtakuntamme päästöistä. Rapiat yli kolme miljoonaa Corollaa. Varsinaisen rakentamisvaiheen osuus on vajaat miljoona Corollaa. Vuoteen 2035 mennessä rakentamisvaiheen päästöistä on leikattava vähintään puolet pois.

Betonin päästöt Suomessa ovat 200 000 Corollan suuruusluokkaa. Myös näistä vähintään joka toinen on ”poistettava liikenteestä” vuoteen 2035 mennessä. Betoniteollisuudessa ilmastohaaste on otettu vakavasti ja kehityskoneisto on tuottanut uusia vähähiilisiä vaihtoehtoja ennätysnopeasti. Suomen Betoniyhdistys on kehittänyt betonia koskevan vähähiilisyysluokituksen ja siihen liittyvän hiilipäästölaskurin. Useat valmistajat ovat tuoneet markkinoille vähähiilisiä betonilaatuja ja tuotteita, joiden päästöt ovat merkittävästi aikaisempaa pienemmät.

Jokaisen suomalaisen on luovuttava toisesta Corollastaan ja toisella on ajettava vuosittain 5000 kilometriä vähemmän kuin aikaisemmin. Viisihenkisessä perheessä tämä tarkoittaa sitä, että kymmenen Corollan sijaan on vuonna 2035 selvittävä neljällä. Voimme jokaisena päivänä tehdä valintoja, joilla vähennämme asumiseemme, liikkumiseemme, ravintoomme tai kulutukseemme liittyviä päästöjä ja vaalimme hiilinielujamme. Me rakentajat voimme jokaisena päivänä tehdä päätöksiä, joilla rakennamme huomenna vähähiilisemmin kuin tänään.

Muutos lähtee minusta ja sinusta.

Petri Kähkönen, brändinrakentaja Consolis Parma

P.S. Corolla oli kestävä ja hyvä auto. Äitini myi sen vasta 1980-luvun lopulla. Tuolloin matkamittarissa oli kilometrejä jo reilusti yli 300 000.

How many Corollas do I contribute to the climate effort?

When I was growing up, our family car was a Toyota Corolla Estate of a green colour of a young spruce stand. Our family drove the popular Japanese car about 25,000 kilometres every year, which converts into ca 5,000 kilograms of carbon dioxide emissions.

The global climate has warmed by 1.1 degrees Celsius since the late 19th century pre-industrial age. The rate of warming has increased in the last decades to such a degree that unless activities to curb atmospheric warming are taken urgently, the conditions needed for life on the earth will worsen dramatically.

For Finland, the objective is to achieve carbon neutrality by the year 2035. To understand the scope of this objective, let's use one Corolla (annual emissions 5,000 kg C02) as the unit of measurement. Currently, total emissions are about ten million Corollas a year in Finland. We need to cut our emissions by a further six million Corollas by 2035, provided the carbon sink formed by our land use sector and green spruce forests amounts to the defined goal of four million Corollas.

Emissions from the built-up environment, i.e., construction and the use of buildings, represent about one third of our national emissions. The actual construction stage accounts for a little under one million Corollas. By 2035, we need to cut at least half of the emissions of the construction stage.

Emissions from concrete equal some 200,000 Corollas in Finland. At least every other of these Corollas must also be "taken out of service" by 2035. The concrete industry takes the climate challenge seriously. Finnish Concrete Association has developed a low-carbon classification system and an associated carbon emissions calculator for concrete. Several manufactures have introduced on the market low-carbon concrete types and products with clearly reduced emissions.

Everybody in Finland can make choices to reduce their emissions associated with living, transport, food and consumption. We in the construction industry can decide to opt for a lower-carbon tomorrow than today.

The change starts with me and you.

***Petri Kähkönen**, brand builder, Consolis Parma*

Jyväskylän yliopiston kirjasto peruskorjattiin vanhaa kunnioittaen

Salla Hirvonen / Jyväskylän yliopisto

Maritta Koivisto, päätoimittaja Betoni
arkkitehti SAFA
maritta.koivisto@betoni.com

Jyväskylän yliopiston kirjaston peruskorjauksessa säilytettiin 1970-luvun henki ja se muokattiin tämän päivän tarpeisiin vanhaa kunnioittaen. Lähes kaikki uudistettiin, lukuun ottamatta betonirunkoa, -rakenteita sekä muutamia suojeltuja lasi- ja tiiliseiniä sekä kalusteita. Kirjasto avautui vuosi sitten uudistuneena nimellä ”Lähde” ja se palkittiin tänä syksynä Arkkitehtuurin Finlandia 2022-palkinnolla.

Jyväskylän yliopiston kirjasto on 1970-luvun julkisen käyttöarkkitehtuurin merkkiteos

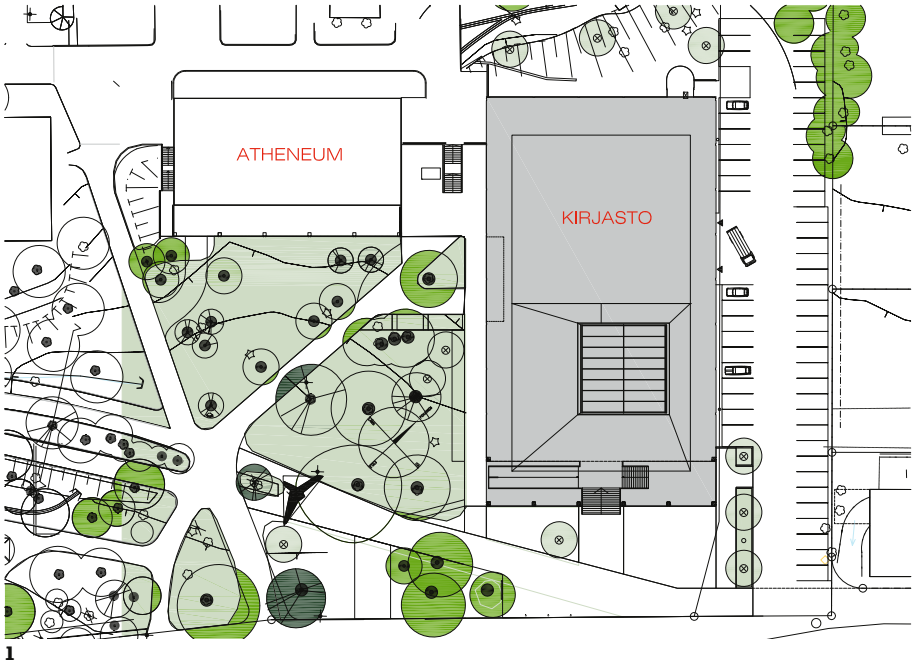
Arkkitehti *Arto Sipisen* 1970-luvun alussa suunnittelema ja vuonna 1974 valmistunut Jyväskylän yliopiston kirjasto, ’Keltaisena kirjastona’ tunnettu rakennus keräsi aikanaan huomiota sekä arkkitehtuurinsa että toiminnallisen konseptinsa takia.

Avoimesti saavutettavat kirjakokoelmat ja opiskelijoiden yhteisölliset oleskelutilat olivat jo aikanaan kiitettyjä uutuuksia. Jyväskylän yliopiston kirjasto oli lukusalipaikoilla mitaten Pohjoismaiden suurin tieteellinen kirjasto.

Modulaarinen pilari-palkkirakenne, kerrosten avoin liittyminen toisiinsa, valokatosta ja suurista ikkunoista lankeava luonnonvalo sekä julkisivujen ja sisustuksen harkittu väripaletti tiilenpunaisine, sinisine, keltaisine ja mustavalkoisine aiheineen olivat ja ovat edelleen Jyväskylän kirjaston arkkitehtuurille ominaisia piirteitä.

Kirjastorakennuksen arvoista kertoo se, että se sisältyy sekä Jyväskylän Seminaarinmäen valtakunnallisesti arvokkaaseen rakennettuun kulttuuriympäristöön että Docomomo-järjestön Suomen modernin arkkitehtuurin merkkiteosten luetteloon.

Peruskorjauksessa näitä arvoja on vaalittu ja Jyväskylän ’Keltainen kirjasto’, 1970-luvun julkisen käyttöarkkitehtuurin merkkiteos, on saanut edelleen lähtökohtansa ideoita ja jatkaa uutta elämää.



Arkkitehtitoimisto Sipinen Oy

1

2

1 Asemapiirros

2 Lähde-kirjaston pääsisäänkäynti avautuu avaraan keskusaulaan, jossa on suuri teräsristikkorakenteinen kattoikkuna. Sen kautta saadaan luonnonvaloa sisätiloihin ja rakennuksen lukusaleihin. Peruskorjauksessa rakennuksen tiloja muutettiin vastaamaan yliopiston tulevia tarpeita, alkuperäinen tilallinen idea ja värimaailma säilyttäen. Sisustuksen seinäpintoihin lisättiin kuvia Jyväskylän yliopiston vaiheista.

3

3 Kirjasto ja sisäänkäynti ennen peruskorjausta.

4–6 Peruskorjauksessa kirjastosta purettiin pois lähes kaikki betonirunkoon saakka. Jopa julkisivujen tiilipinta ja eristeet kuorittiin pois. Myös sisätiloja purettiin paljon, vanhoista osista pystyttiin säilyttämään joitakin tiiliseiniä ja metallilasiovia.

7 Kirjasto on ulkomuodoltaan hillityn yksinkertainen. Talon pilareita ja -palkkeja on korostettu sinisellä värityksellä, jolloin julkisivuihin muodostuu ruudukkomainen vaikutelma. Pääsisäänkäynnin eteen rakennettiin uudet ulkoportaat Seminaarinkadun suuntaan. Pihasuunnittelua uudistettiin ja siitä vastasi Maisemasuunnittelu Hemgård, maisema-arkkitehti *Gretel Hemgårdin* johdolla.

Tilallinen idea ja värimaailma säilytettiin

Rakennuksen peruskorjaus- ja pääsuunnittelusta vastasi Arto Sipisen poika, arkkitehti *Ari Sipinen* ja tila- ja sisustussuunnittelusta arkkitehti *Merja Kiviranta* BST Arkkitehdit Oy:stä.

Peruskorjauksessa rakennuksen tilat muutettiin vastaamaan yliopiston tulevia tarpeita, samalla kun kirjaston alkuperäinen tilallinen idea, värimaailma ja sisääntuloaulan tunnelma pyrittiin säilyttämään.

”Kirjaston uudistushankkeen tieltä aineistoja kuljetettiin väistötiloihin kaikkiaan 22 hyllykilometrin verran. Kirjasto oli hankkeen aikana kokonaan suljettuna. Hankkeessa tavoitteena oli rakennuksen ympäristötehokkuuden merkittävä parantaminen, mikä tarkoitti niin rakennuksen tekniikan, rakenteiden kuin pintojen uusimista”, kertoo Jyväskylän yliopiston rehtori *Keijo Hämäläinen*

”Nyt muodonmuutoksen kokenut uusi "Lähde"-kirjastomme avaa oven kampukselle ja tieteen maailmaan suoraan Jyväskylän Kauppakadulta. Peruskorjattu Lähde on osoittautunut toiveidemme veroiseksi vilkkaaksi kohtaamispaikaksi ja matalan kynnyksen oppimiskeskukseksi opiskelijoille, henkilöstölle ja kaupunkilaisille. Arkkitehtuuriltaan ja sisustukseltaan ainutlaatuinen rakennus tukee opiskelua, tutkimusta, kansalaistiedettä ja eri-ikäisten vuorovaikutusta. Iloamme ja ylpeyttämme Lähteestä lisää sen noteeraaminen valtakunnallisen tunnustuksen arvoiseksi. Toivomme, että tunnustus houkuttelee uusia tieteen ystäviä kaikille avoimeen, valoisaan, aisteja ja ajattelua inspiroivaan Lähteeseen”, Keijo Hämäläinen toteaa.

Lähde-rakennuksessa näkyy rakennusajalleen tyypillinen tavoite tehdä yliopistorakennuksista monikäyttöisiä ja muunneltavia. Se on tyyliltään konstruktivismia, jossa rakenteet näkyvät julkisivujen ruudukkomaisessa jäsentelyssä.

Nyt tehdyssä peruskorjauksessa näkyvimpiä muutoksia ovat alempien kirjavarastokerrosten uusi käyttö ja niiden liittäminen tilallisesti ylempiin kerroksiin avaamalla uusia aukkoja kerrosten väliin.

Kirjaston uusi pääsisäänkäyntiporras kutsuu nyt kävijät suoraan rakennuksen sisääntulohallia kohti.

Pilarirungon sallimissa puitteissa on avattu julkisivuun uusia suuria ikkunoita kampusalueen suuntaan.

’Keltaisena kirjastona’ aiemmin tunnetun, nykyisin Lähde-nimisen kirjaston värimaailma säilytettiin: perusvärit keltainen, musta valkoinen, sininen ja punainen toistuvat tiloissa sekä irtokalusteissa. Myös uusissa kalusteissa ja pinnoissa pyrittiin samoihin väreihin.

Alkuperäisiä kalusteita on kunnostettu ja niiden päällysteenä on alkuperäisen mallin mukaan kudottu tunnusomainen, ´Jyväskylän kesä´ -niminen sisustuskangas. Toteutusta leimaa alkuperäisiä arkkitehtuuri- ja sisustusratkaisuja kunnioittava lähestymistapa.

Lopputuloksena on valoisa, helposti lähestyttävä ja käyttäjien yhteisöllisyyttä tukeva, uudistunut oppimisympäristö.

Paljon purettiin ja rakennettiin uudelleen

”1970-luvun peruskorjausiässä olevia rakennuksia ei missään nimessä kannata purkaa. Hyvällä suunnittelulla ja tiloja muokkaamalla ne taipuvat mainiosti nykyaikaisiin tarpeisiin”, Ari Sipinen painottaa.

”Yli 45-vuotiaan rakennuksen talotekniikka oli auttamatta vanhentunutta. Myös rakennuksen käyttäjän, Jyväskylän yliopiston, tarpeet olivat muuttuneet vuosikymmenten saatossa. Kaikki uudistettiin betonirunkoa ja joitakin suojeltuja valaisimia, sisälasiseiniä ja tiiliseiniä lukuun ottamatta”, Sipinen kertoo.

Opiskelijoille ja henkilökunnalle rakennettiin uusia kohtaamis- ja työskentelytiloja. Aiemmin kirjavarastona palvelleet kellarikerrokset liitettiin tilallisesti ylempiin kerroksiin uudella avoportaikolla sekä avaamalla uusia suuria valoaukkoja ja yhteys keskusaulaan.

Myös kaikki ulko- ja kattoikkunat uudistettiin kokonaan. Ensimmäisen kerroksen kahvila-ravintolan uudet, suuret ulkoikkunat avautuvat Seminaarinmäen kauniiseen puistoon. Pääsisäänkäynnin eteen rakennettiin uudet ulkoportaat Seminaarinkadun suuntaan.

Betonirakenteitakin rakennettiin uudelleen

"Olin kirjastoa ennen suunnitellut kampuksen Atheneum-rakennuksen peruskorjauksen, joka on samalta ajalta. Tämä neljä vuotta kestänyt kirjastohanke oli laajuudeltaan lähes viisi kertaa suurempi. Todella paljon purettiin ja rakennettiin uudelleen", kertoo arkkitehti Ari Sipinen.

Koko rakennuksen alapohja purettiin ja rakennettiin uudestaan. Ylemmän pohjakerroksen ja 1. kerroksen aulatilojen välipohjiin puhkaistiin uusia valoaukkoja yhteensä 300m². Tämän takia jouduttiin mantteloimaan kuusi pohjakerrosten pilaria.

Ari Sipinen

Kuvatoimisto Kuvio

4

Ari Sipinen

5

Ari Sipinen

6

7

8

Pääaulaan rakennettiin uusi betoninen paikallavalettu avoporras, joka johtaa pohjakerroksiin.

Tavarahissikuilua suurennettiin ja jatkettiin IV-konehuoneeseen asti. Uuteen huoltosisäänkäyntiin rakennettiin pohjakerroksiin johtava sisäporras. Talotekniikalle rakennettiin katolle uudet konehuoneet, jolloin katolle tuli aikaisempaa enemmän kuormaa. Pystyrakenteita, kuten pilareja ja palkkeja vahvistettiin muun muassa hiilikuitunauhalla, jolloin rakenteiden kasvamisessa päästiin ohuempaan ratkaisuun.

Rakennuksen takaosan vanhaa betonikierreporrasta jatkettiin kerros alemmas ja sen ulkojulkisivu rapattiin uudestaan.

Aiemmin pääsisäänkäynnille johtivat arkadin suojassa betoninen luiska ja portaat. Nämä säilytettiin ja korjattiin, mutta sisäänkäynnin eteen rakennettiin lisäksi uusi suora porras.

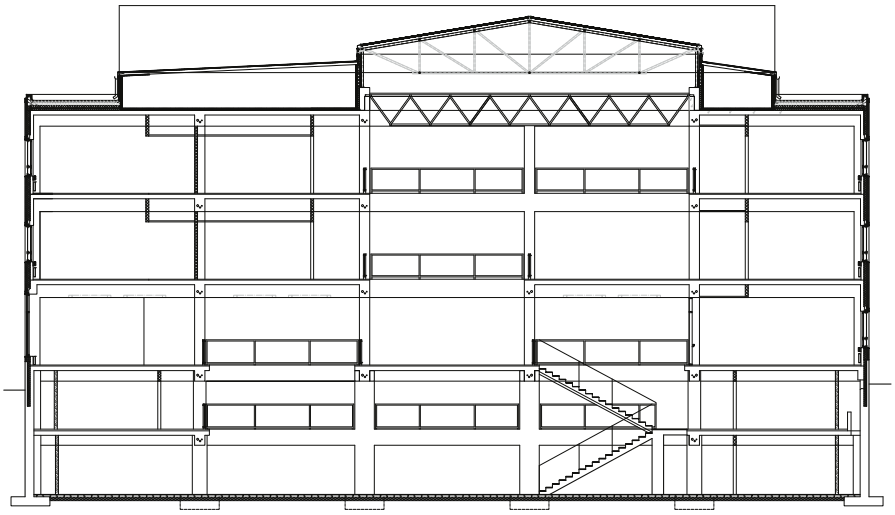
Betonisokkelit valettiin uudestaan ja kaikki pihakiveykset uusittiin kokonaan.

Säästyikö mitään peruskorjauksessa?

"Periaatteessa kaikki muu purettiin, paitsi betonirunko", jatkaa pääsuunnittelija Ari Sipinen. Väestönsuojat säästettiin.

8 Talon ulkoarkkitehtuurin detaljit ovat kirkkaan sinisiä. Kirjastorakennuksen liittää ympäröivään kampusalueeseen julkisivuissa käytetty samalta savialueelta valmistettu punatiili. Pilareiden verhouksena käytetty sininen metallilevy liittyy vanhojen rakennusten räystäskoristusten siniseen väriin.

9 Leikkauspiirros



10 Lähde-kirjaston kerrosauloissa on säilytetty 1970-luvun penkkejä ja sohvia. Kirjastossa on käytetty alkuperäistä väripalettia eli valkoisen ja mustan lisäksi kirkkaita perusvärejä, kuten keltaista ja sinistä.

Riikka Mäkipelkola

Petteri Kivimäki

10

Osa puhtaaksi muuratuista tiiliseinistä säästettiin. Julkisivujen tiilipinnat ja eristeet purettiin pois ja uusittiin. Julkisivumuurauksen taakse voitiin jättää tuuletusrako. Julkisivut metalli-ikkunoineen rakennettiin kokonaan uudelleen ja samalla seinän paksuus ja sinisten pilarien mitat kasvoivat hieman.

Keskusaulan valoaukon vanha metallinen kattoristikko säästettiin muistuttamaan alkuperäisestä. Sitä korjattiin ja vahvistettiin. Sen yläpuolinen lasikatto rakennettiin uudelleen.

Lisäksi muutamia sisälasiseiniä ja kalusteita säästettiin. "Halusimme tehdä selkeästi uusittuja tiloja, mutta noudattaen alkuperäisiä suunnitteluratkaisuja. Yhteistyö Museoviraston ja eri suunnittelijoiden sekä rakentajien välillä sujui hyvin", kiittää Sipinen.

Energiatehokkuutta parannettiin

Peruskorjauksessa tavoitteena oli myös parantaa rakennuksen ympäristötehokkuutta merkittävästi, mikä tarkoitti niin rakennuksen tekniikan, rakenteiden kuin pintojen uusimista.

Jyväskylän kirjastorakennuksen energiatehokkuutta kohennettiin uusimalla talotekniikka, julkisivumateriaaleja ja -rakenteita. Rakennus liitettiin yliopiston alijäähdytysverkkoon. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla ja kaukolämmöllä saavutettiin energiatehokkuusluokka A.

"Suomen Yliopistokiinteistöjen tavoitteena ovat Euroopan vastuullisimmat kampukset. Tavoitteen saavuttamiseksi tehdään paljon konkreettisia asioita, kuten yliopistojen käyttämien rakennusten uudistamista energiatehokkaammiksi. Jyväskylän yliopiston kirjastolle tavoiteltiin BREEAM-ympäristösertifikaatin tasoa excellent", sanoo Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n johtaja *Aki Havia*.

”Käyttämämme BREEAM-sertifikaatti tekee vastuullisuustyön rakennushankkeessa näkyväksi monin eri tavoin. Energiatehokkuutta kohennetaan hankkeissamme esimerkiksi uusimalla talotekniikkaa ja julkisivumateriaaleja”, sanoo Havia.

”Tässä hankkeessa kehitysvaihe kesti puolisen vuotta, ja sen jälkeen siirryimme toteutusvaiheeseen”, kertaa Havia.

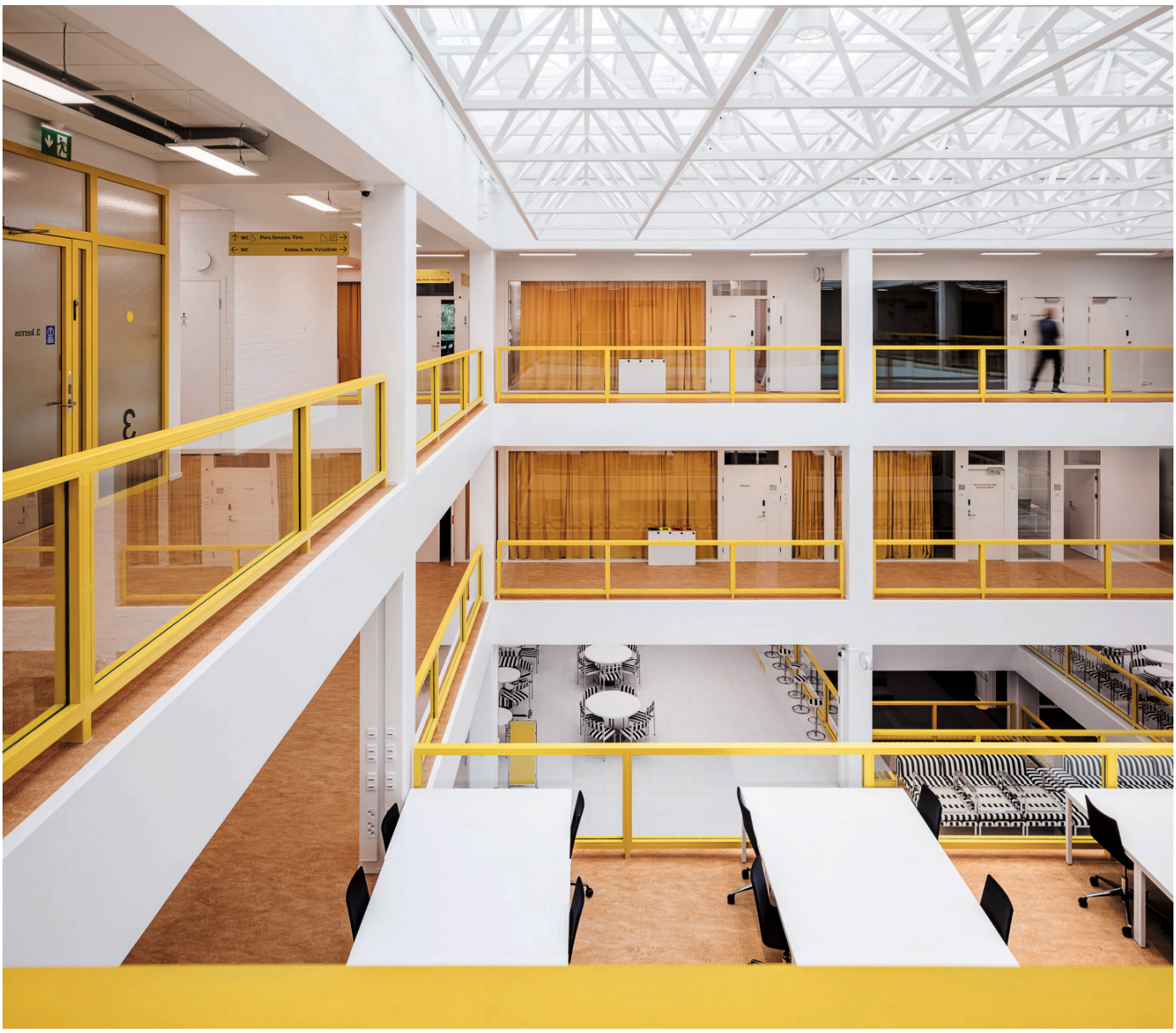
”Ympäristötehokkuus on meille rakentajina tärkeää, joten hanke sopi meille erittäin hyvin. Hankkeen kehitysvaiheen aikana olimme valinneet tilaajan kanssa yhteistyössä ne ratkaisut, joiden avulla pääsimme haluttuun lopputulokseen”, kertoo yksikönjohtaja *Noora Sokero* Skanskasta. Peruskorjaus tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:n projektinjohtiurakkana.

Rakennuksesta huokuu kunnioitus

Arkkitehtuurin Finlandia-palkinnon valinnut elokuvantekijä *Klaus Härö* korosti perusteluissaan rakennuksesta huokuvaa kunnioitusta alkuperäistä kirjastoa ja kävijöitä kohtaan.

”Pieteetillä ja perusteellisuudella on paneuduttu siihen, mitä ja miten kohde on kerran palvellut ja voisi palvella vastedeskin. Vanhaa ei ole romutettu, muttei myöskään romantisoitu kritiikittömästi vain siksi, että se sattuu olemaan oman maun mukaista”, sanoi Klaus Härö.

”On kunnioitettu, mutta uskallettu tehdä rohkeitakin muutoksia. Arvokkaaseen rakennus- ja kaupunkimaisemaan taiten asettunut aikansa lapsi herää uuteen loistoon peruskorjauksessa, jossa vanha on ajatuksella sovitettu uuteen aikaan”, korosti Härö perusteluissaan.



Kuvatoimisto Kuvio

11

Simo Rista / 1980 -luku / Arkkitehtuurimuseo MFA

12

11 Sisätiloille leimansa antaa peruskorjauksen jälkeenkin edelleen keltainen väri, joka toistuu niin rakenteissa, lattioissa kuin kalusteissakin.

12 Näkymä ennen peruskorjausta keskushallista toisen kerroksen tasolta 1980 luvulla. Alkuperäisen kiinteän kalustuksen suunnitteli Arto Sipisen toimisto. Sisustus-, kaluste - ja tekstiilisuunnitelmasta vastasivat *Vuokko ja Torsten Laakso*.

13 Kirjaston 1970-luvun tuolit kunnostettiin ja verhoiltiin uudelleen. Annalan kutomo valmisti mustavalkoista raitakangasta, joka kudottiin alkuperäisen 'Jyväskylän kesä'-mallin mukaan.

Kuvatoimisto Kuvio

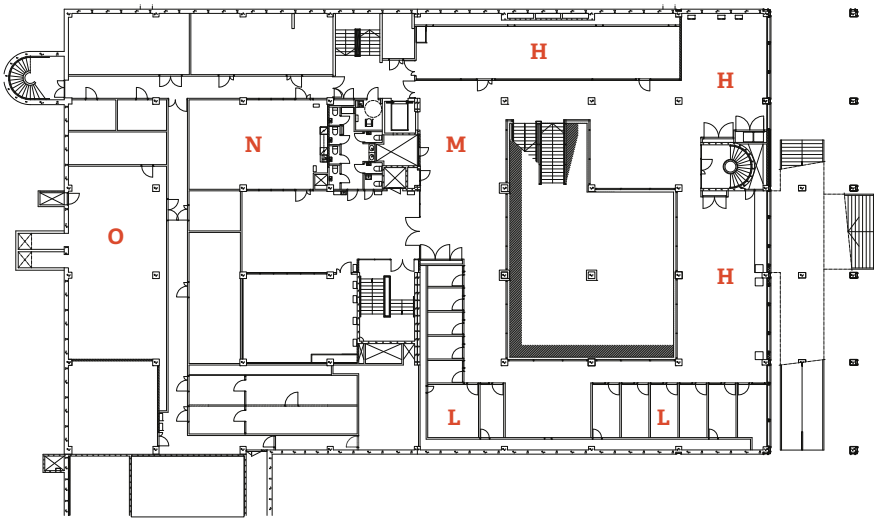
13

Riikka Mäkipelkola

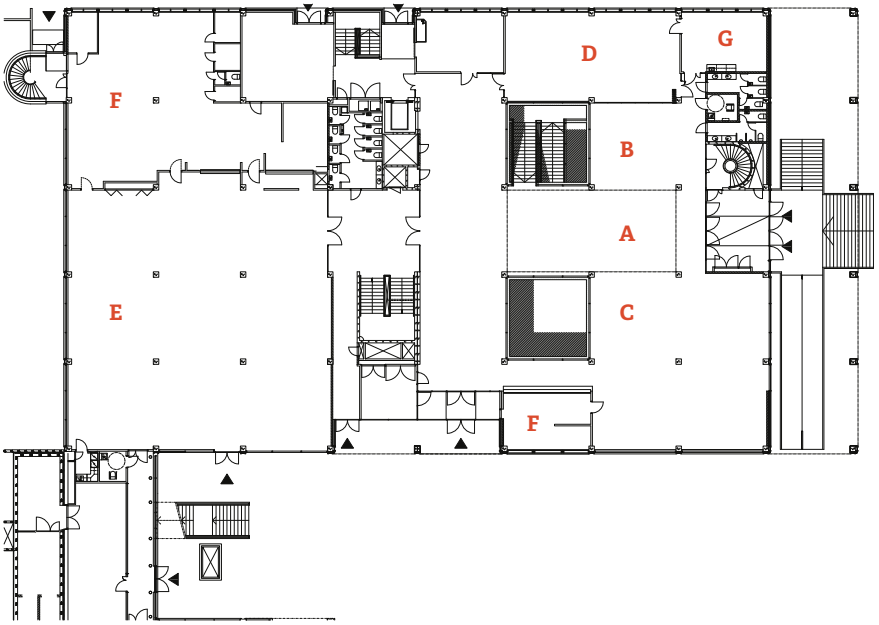
14–15 Keltainen on sisustuksen hallitseva tehosteväri. Lähde-kirjastoa kutsutaan toisinaan myös edelleen Keltaiseksi kirjastoksi.

16 -1. kerros (1. kellarikerros)
17 1. kerros
18 2. kerros

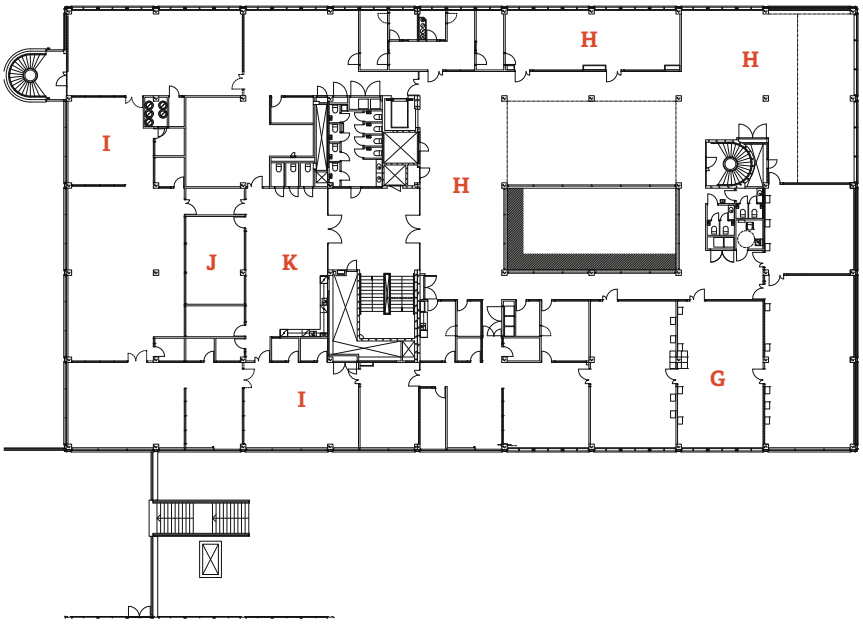
- A pääsisäänkäynti
- B naulakot
- C kahvila
- D näyttely- ja tapahtumatila
- E ravintola
- F keittiö
- G opetustilat
- H lukusali
- I toimistot
- J neuvotteluhuone
- K taukotila
- L ryhmätyö
- M palvelupiste
- N ainejärjestötila
- O tekniset tilat



16



17



18

14

15

Riikka Mäkipelkola

Ari Sipinen

19

Ari Sipinen

20

19–20 Betoniset portaikot purettiin betonipinnoille.

21 Portaikon pinnat uusittiin ja maalattiin. Luonnonvaloa portaikkoon tulee pyöreästä kattoikkunasta.

21

Joonas Lampela

Kuvatoimisto Kuvio

22

22 Kirjaston veistollinen betonikierreporras on alkuperäinen. Porras on valettu lautamuottiin, mikä näkyy porrashuoneen ja portaan pinnoissa. Beonipinnat on maalattu valkoiseksi.

Joonas Lampinen

23

Jyväskylän yliopiston kirjaston peruskorjaus
Seminaarinkatu 15, 40100 Jyväskylä

Rakennusaika: 5/2019 - 6/2021
Laajuus: 11.274 m², tilavuus: 38.990 m³
Kustannukset: 23 milj.
Pääsuunnittelija: Ari Sipinen, Arkkitehtitoimisto Sipinen Oy
Tilasuunnittelu: Merja Kiviranta, BST-Arkkitehdit Oy
Rakennuttaja: Suomen Yliopistokiinteistöt Oy, johtaja Aki Havia
Rakennuttajatehtävät: WSP Finland Oy, projektinjohtaja Juhani Koponen
Urakoitsija: Skanska Talonrakennus Oy, toimitusjohtaja Tuomas Särkilahti
Käyttäjä: Jyväskylän yliopisto, rehtori Keijo Hämäläinen
Käyttäjä: Jyväskylän yliopisto, Yliopistopalvelut, kiinteistöpäällikkö Timo Piispanen
Käyttäjä: Jyväskylän yliopisto, Avoimen tiedon keskus, museotoimintojen päällikkö Pirjo Vuorinen
Rakennussuojelu: Museovirasto, intendentti Jaakko Holma
Sisustussuunnittelu: BST-Arkkitehdit Oy, arkkitehti Merja Kiviranta, sisustusarkkitehti Marika Ågren ja sisustusarkkitehti Hanna Viitanen
Rakenne- ja geosuunnittelu: Ramboll Finland Oy, projektipäällikkö Marko Lehtomäki
LVIA-suunnittelu: Insinööritoimisto Mittatyö Timo Holopainen Ky, toimitusjohtaja Timo Holopainen
Sähkösuunnittelu: Sweco Talotekniikka Oy, sähkösuunnittelija Juha Törmänen
Pihasuunnittelu: Maisemasuunnittelu Hemgård, maisema-arkkitehti Gretel Hemgård
Akustiikkasuunnittelu: A-Insinöörit Suunnittelu Oy, yksikönjohtaja Mikko Kylliäinen
Palotekninen asiantuntija: Paloässät Oy, osastopäällikkö Arttu Sjöstedt
Ympäristö- ja energia-asiantuntija: Granlund Oy, energia-asiantuntijat Joonas Kouvo ja Nina Peltola
Tietomallikoordinaattori ja -manageri: Gravicon Oy, innovaatiojohtaja Tomi Henttinen
Alkuperäisen kirjastorakennuksen arkkitehti 1974: Arto Sipinen

24

23 Kahvila-ravintola sijoitettiin uuteen paikkaan maantasoon. Ikkunoita suurennettiin niin, että saatiin näkymä vehreän kampuksen ja *Alvar Aallon* suunnitteleman päärakennuksen suuntaan.

24 Kaikki pinnat vaihdettiin uusiin, mutta niihin haettiin rakennuksen alkuperäistä ilmettä ja väritystä.

Jyväskylä University Library renovated with respect to the old

The renovation of the building designed by architect Arto Sipinen and completed in 1974 was implemented with Sipinen's son Ari Sipinen (Arkkitehtitoimisto Sipinen Oy) as the chief designer in charge of repairs planning and architect Merja Kiviranta (BST Arkkitehdit Oy) responsible for spatial and interior design.

Buildings that date back to the 1970s and are in need of renovation should not be demolished. They can be adapted also to modern needs through good design and adaptation of space.

At more than 45 years of age, the utilities and services of the building were outdated. The needs of the University of Jyväskylä as the end-user of the building had also changed over the decades. Everything was replaced in the project, with the exception of the concrete frame and some protected lighting fixtures, interior glass walls and brick walls.

The colour scheme of the library, previously known as the Yellow Library, was preserved: now known by the name Lähde (Finnish for both source and fountain), the building repeats basic colours yellow, black, white, blue and red on structures as well as furnishings. New assembly and work areas were built for students and staff alike. The lower floors that had previously served as storage facilities for books were joined with spaces on the upper floors with a new open staircase and by making new large openings between the floors.

All of the external windows and rooflights were replaced completely. The new, large windows of the café-restaurant on the first floor provide views to a beautiful park. A new external staircase was built in front of the main entrance, towards Seminaarinkatu Street.

The renovation project of Jyväskylä University Library was awarded the Finlandia Prize for Architecture in 2022.

Kestävä Kivitalo 2022 -palkinto ”Ajurien tallin” peruskorjaukselle:
Yli satavuotias hevostalli muutettiin asunnoiksi lähes käsityönä

Leena-Kaisa Simola, toimittaja

– Kulttuuriteko, josta voimme olla ylpeitä! Näin kommentoivat projektin eri osapuolet Helsingin Punavuoressa sijaitsevan Ajurien tallin ainutlaatuista peruskorjausta. Historiaa tiukasti kunnioittaen vanhaan tiili- ja betonirunkoon tehtiin moderneja kaupunkiasuntoja.

Tuskinpa mistään muusta asuintalosta kuin Ajurien Asunto Oy Punavuoresta löytyy noin sata vuotta vanhoja kavion jälkiä. Ne ovat muistona rakennuksen alkuperäisestä käytöstä. Vuonna 1906 korttelin sisäpihalle valmistunut, kolmikerroksinen tiilirakennus toimi kaupungin hevosajurien käytössä hevos- ja vaunutallina 1960-luvulle asti. Sen jälkeen se jäi varastokäyttöön ja pääsi rapistumaan pahasti.

Taloyhtiö ehti jo hakea rakennukselle purkulupaa, mutta Museovirasto suojeli sen historiallisesti ja rakennustaiteellisesti arvokkaana rakennuksena. Asemakaavassa rakennus muutettiin asuinkäyttöön.

Erinäisten vaiheiden jälkeen rakennuksen käyttötarkoituksen muutos saatiin liikkeelle, kun vuonna 2019 rakennuttajaksi valikoitui Helsingin Top 41 -niminen yritys. Se sitoutui pelastamaan rakennuksen yhteistyössä Helsingin kaupunginmuseon kanssa.

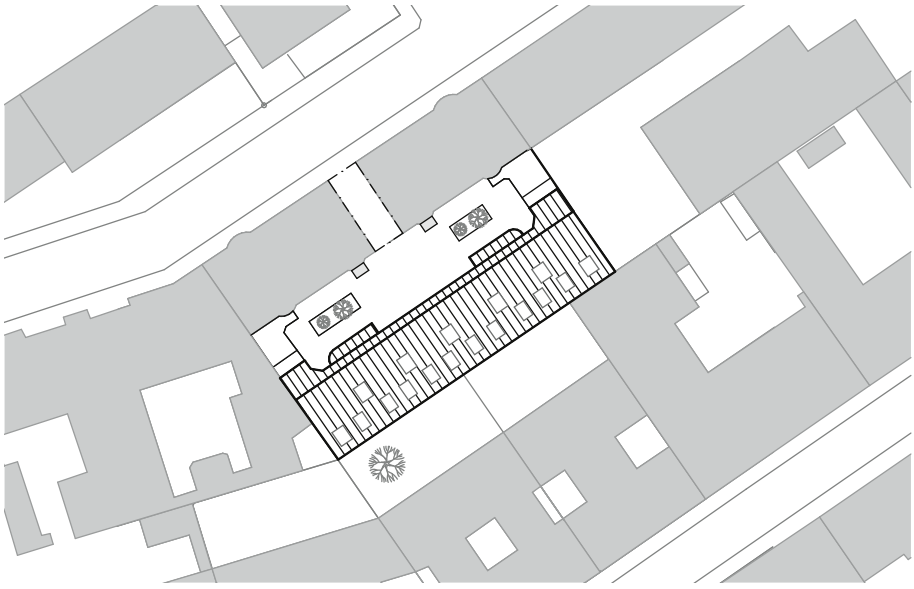
Historiaa rohkeasti vaalien

Avarrus Arkkitehdit ovat vastanneet Ajurien tallin peruskorjauksen arkkitehtisuunnittelusta.

– Rakennusta ei oltu korjattu ja muutettu käytännössä lainkaan koko sen olemassa olon aikana. Sen ainutlaatuisuus kävi kuitenkin ilmi heti ensikäynnillä. Toisessa kerroksessa sijaitsevan, kaksikerroksisen keskusaulan poikkeuksellinen tilallisuus näkyi ränsistyneisyyden alta, kertoo projektin pääsuunnittelija, arkkitehti SAFA *Pauli Siponen*.

– Rakennuksen historia oli tärkein lähtökohta suunnittelussa. Historiaan pyrittiin suhtautumaan vaalien, mutta rohkealla otteella. Rakennuksen aula entisöitiin lähes koskemattomana ja vastapainoksi asunnot suunniteltiin moderneiksi, Siponen toteaa.

– Koko rakennuksen tunnelmassa haluttiin säilyttää muistumia tallikäytöstä. Vaikka rakennus on jugendin aikakaudelta, sitä ei haluttu kunnostaa jugend-asuinrakennukseksi. Rakennuksen kaksi erilaista luonnetta, museaalinen aula ja veistokselliset, valoisat asunnot, ovat sopusoinnussa keskenään, jatkaa arkkitehti SAFA *Noona Lappalainen*.



Atte Aaltonen

1 Asemapiirros

2 Vuonna 1906 valmistunut ja 1960-luvulle asti kaupungin hevosajurien hevos- ja vaunutallina toiminut rakennus on korjattu asunnoiksi, mutta tunnelma on kuin mikään ei olisi muuttunut. Pääjulkisivu muuttui vaalean keltaisesta harmaaksi rakennuskonservaattori *Pentti Pietarilan* suunnitelman mukaan, ja ikkunat tummanruskeasta punaiseksi alkuperäisten ikkunoiden sävyn mukaan. Muiden julkisivujen vaaleat sävyt sopeutuvat ympäröivän sisäpihan väreihin.

2

Kari Hakli 1969 / HKM

3 Helsingin Punavuoressa *Kaarlo Lappalaisen* suunnittelema ja vuonna 1906 valmistunut betoni- ja tiilirakenteinen piharakennus toimi alun perin hevostallina ja vaunujen sekä heinien varastona. Kuvassa vuoden 1969 näkymä.

4 Kolmikerroksinen nykyinen Ajurien Asunto Oy Punavuori – kuvassa etualalla – sijaitsee Helsingin kantakaupungissa. Peruskorjauksen myötä toteutettiin tyylikäs historiallinen pienkerrostalo Punavuoren sydämeen.

5 Ajurien talli toimii esimerkkinä siitä, että kaupunkia on mahdollista tiivistää rakentamatta uutta, hyödyntämällä olemassa olevaa rakennusperintöä historiaa kunnioittaen.

3

Ajurien tallissa on nyt 18 asuntoa, joista 12 on kaksikerroksisia. Tilasuunnittelun reunaehdot johtivat siihen, että kaikki asunnot ovat erilaisia. Asuntojen koot vaihtelevat 40 ja 90 neliön välillä. Kaksikerroksiset asunnot ovat maantasokerroksen yläpuolella siten, että ne kietoutuvat arvokkaan aulan ympärille.

Helsingin kaupunginmuseo oli aktiivisesti mukana suunnittelussa koko hankkeen ajan. Aulaan sallittiin vain välttämättömät uudet rakenteet, kuten lämpöpatterit, sprinklaus ja paloilmaisimet. Suojeltuihin julkisivuihin sallittiin joitain uusia ikkuna-aukkoja, jotta asuntoihin saatiin riittävästi valoa.

Paikalla rakentamisen perinteitä

Kestävä Kivitalo -palkinto myönnetään yrityksille ja yhteisöille, jotka ovat osallistuneet laadukkaasti tiilestä ja betonista paikalla rakennettujen rakennusten toteutukseen. Ajurien tallin konvertio täyttää vaatimukset täydellisesti.

– Koko hankkeen voidaan sanoa olleen käsityötä, tiivistää toimitusjohtaja *Hannu Taskinen* kohteen pääurakoinnista vastanneesta Lakewood Oy:stä.

– Vaikka koko rakennus oli kurjassa kunnossa, niin vanha runko voitiin hyödyntää lähes kokonaan, hän toteaa.

Tiiliseinät vahvistettiin ja lisälämmöneristettiin muuraamalla sisäpuolinen rivinteeraus puolesta kivestä aina puoleentoista kiveen asti. Paikalla valettua betonia käytettiin perustusten vahvistamiseen, uusiin välipohjiin ja muutamien seinien tukemiseen. Välipohjien osalta vanhaa betonilattiaa käytettiin osin muottina uuden alla ja suojellun alueen vanhaa lattiaa vahvistettiin alhaalta painevaluin. On huomattavaa, että rakennuksen välipohjissa oli käytetty betonia, sillä betoni käyttö Suomen ja Helsingin rakennuksissa otti vasta ensiaskeleitaan 1900-luvun alussa.

Rakennesuunnittelija *Veikko Parosen* mukaan rakennuksen ulkoseinät olivat 300–450 millin vahvuisia tiiliseiniä, joiden muutamat halkeamat saumattiin uudelleen.

– Seinien sisäpuolelle lisättiin vanhaan rakenteeseen muurausta niin, että seinän vahvuudeksi tuli 600 milliä. Uusi sisäkuori kannattaa uusittuja välipohjia, Paronen lisää. Rakennesuunnittelusta vastasi Sitowisen tiimi, johon nyt eläkkeellä olevan Parosen lisäksi kuuluivat *Matti Mäkäräinen* ja *Sami Rautiainen.*

Yksi suurimmista haasteista oli kylmän tilan muuttaminen lämpimäksi.

– Erityisesti tarkasteltiin rakenteiden liikkumista ja kosteuskäyttäytymistä. Onneksi massiivirakenteinen tiili tasaa kosteutta ja toimii loistavasti sekä kylmissä että lämpimissä rakenteissa, Siponen sanoo.

Elinkaari alkaa nollasta

Hannu Taskisen mukaan Ajurien talli on nyt paremmassa loistossa kuin koskaan. Rakennuksen elinkaari alkoi uudelleen nollasta. Tulevat sukupolvet saavat nauttia ainutlaatuisesta rakennuksesta, sen historiasta sekä tekijöitten käsityötaidosta, hän sanoo.

Siponen ja Lappalainen ovat samoissa mietteissä: – Varsinkin massiivitiilirakennuksen elinkaarelle on vaikea ennustaa loppua. Sen voi tarvittaessa muuttaa seuraavaan käyttötarkoitukseen taas sadan vuoden päästä. Aina kannattaa korjata, jos vain suinkin on mahdollista, he sanovat.

Ajurien tallin projektissa mukana olleet suunnittelijat, urakoitsija ja rakennuttaja ovat omien alojensa huippuammattilaisia, joilla kaikilla on kokemusta vaativistakin peruskorjauksista ja käyttötarkoitusten muutoksista. Heitä yhdistää myös se, että kaikki antavat varauksettoman kiitoksen toisilleen.

– Projektista jäi erityisesti mieleen, miten hyvin yhteistyö osapuolten kanssa sujui. Ainutlaatuisuus antoi omat haasteensa, mutta ratkaisuja haettiin aktiivisesti yhdessä ja asiat saatiin maaliin, Paronen toteaa.

– Kaikkien osapuolten tuli hankkeessa ymmärtää toistensa näkökulmat. Alusta alkaen kaikilla oli sama päämäärä: saattaa rakennus arvoiseensa kuntoon ja käyttöön, Siponen lisää.

Lopputulos puhuu puolestaan. Kestävä Kivitalo -palkintoraadin sanoin: – Erityishuomion ansaitsee peruskorjauksessa aikaansaatu innovatiivinen ja persoonallinen lopputulos. Rakennus on hyvä esimerkki siitä, miten vanhoja rakennuksia tulisi kehittää ja peruskorjata niin, että niille saadaan kokonaan uusi ja nykypäivän vaatimukset täyttävä käyttötarkoitus rakennuksen historiallisen arkkitehtuurin siitä kärsimättä. Vanhasta ajurien tallista on peruskorjauksen myötä tullut tyylikäs historiallinen pienkerrostalo Punavuoren sydämeen.

Tuomas Uusheimo

4

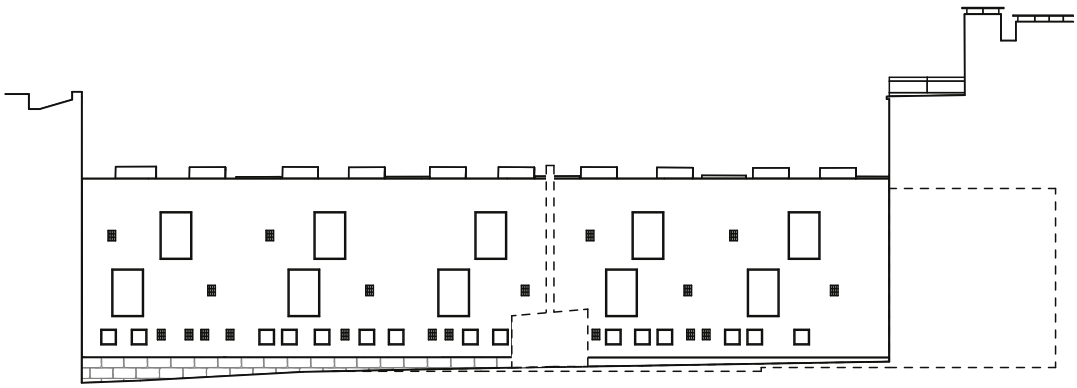
5

Bulevardin Kotimeklarit

Tuomas Uusheimo

6

7



8

Bulevardin Kotimeklarit

9

6 Helsingin Punavuoressa vuonna 1906 rakennettu tiilinen piharakennus toimi alun perin hevostallina ja vaunujen sekä heinien varastona. Se peruskorjattiin pieteetillä ja rakennuksen historiaa kunnioittaen siten, että vanhan rungon sisällä on nyt 18 modernia asuntoa.

7 Osassa huoneistoja on uutta tai vanhaa tiiliseinäpintaa. Vanhan rakennuksen tunnelma syntyy aulan ja sisäpihan näkymistä ja ikkunoiden pienuudesta.

8 Julkisivu naapurikortteliin.

9 Historiallisen ja tunnelmallisen aulan vastineena rakennuksessa on pelkistettyjä asuntoja. Puuparketilla, pääosin valkoisilla pinnoilla ja kiintokalusteilla sisustetuista huoneistoista on näkymiä sekä vanhaan aulaan paloikkunoiden kautta että omaan tai naapurin sisäpihalle.

Ajurien Asunto Oy Punavuori
Punavuorenkatu 16, Helsinki

Valmistunut alun perin 1906: suunnittelijana rakennusmestari Kaarlo Lappalainen
Alunperin 52 hevosen talli, kolme kerrosta: ensimmäinen hevoskärryjä, toinen hevosia ja kolmas heiniä varten
Käyttötarkoituksen muutos ja peruskorjaus asunnoiksi: 2020 – 2022
18 asuntoa ja entisöity, kaksikerroksinen keskusaula
Laajuus: noin 2 000 m²
Rakennuttaja: Helsingin Top 41

Arkkitehtisuunnittelu: Avarrus Arkkitehdit Oy/pääsuunnittelija Pauli Siponen ja arkkitehdit Noona Lappalainen sekä Robert Hanson sekä designer Atte Aaltonen
Rakennesuunnittelu: Sitowise Oy/rakennesuunnittelijat Veikko Paronen, Matti Mäkäräinen ja Sami Rautiainen

Pääurakoitsija: Lakewood Oy
Runkorakenne: tiili ja betoni, korjaustyön tiilet Wienerberger

Kestävä Kivitalo -palkinto
Kestävä Kivitalo -palkinto myönnetään yrityksille ja yhteisöille, jotka ovat osallistuneet laadukkaasti tiilestä ja betonista paikalla rakennettujen rakennusten toteutukseen. Toiminnalle luotiin suuntaviivat vuonna 1994 Rudus Oy:n (silloinen Lohja Rudus) aloitteesta.

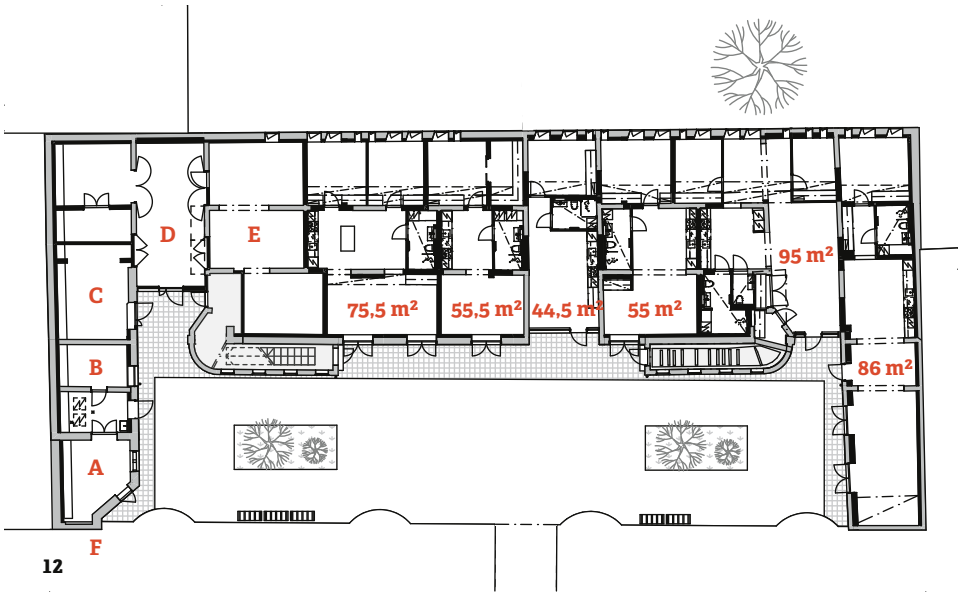
Kestävä Kivitalo -ryhmän yhteistyöyritykset ovat Rudus Oy, Wienerberger Oy Ab, Betoniteollisuus ry, Celsa Steel Service Oy, Peri Suomi Ltd Oy ja Finnsementti Oy.

Lisätietoja: www.kivitalo.fi

Tuomas Uusheimo

10

Tuomas Uusheimo

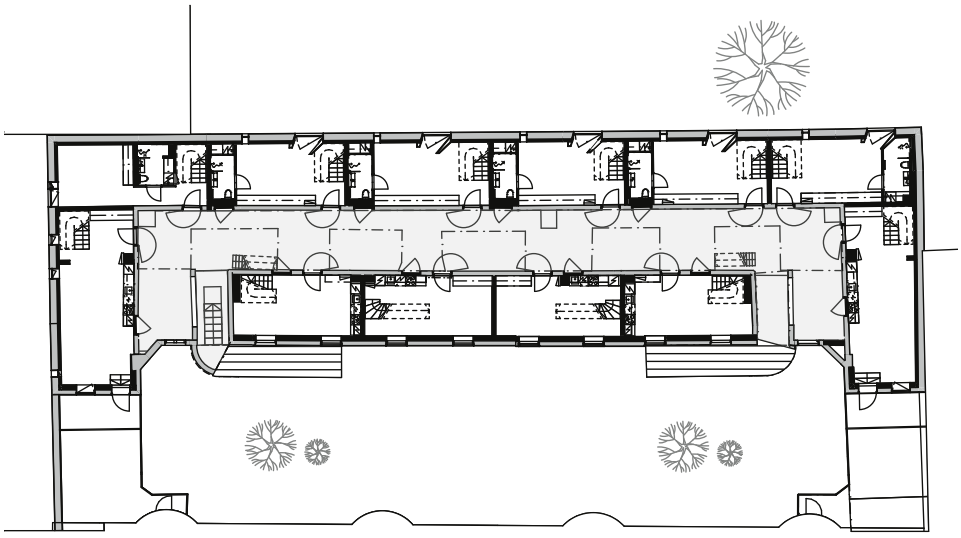


12

10 "Ajurien tallin" keskellä sijaitseva kaksikerroksinen aula entisöitiin lähes täysin. Yläkerran asunnot kiertyvät keskusaulan ympärille vanhoihin hevosten pilttuisiin ja heinävarastoihin. Hevosten pilttuisiin johtanut ramppikäytävä johtaa keskusaulaan, josta puuttuvat vain kaura ja hevoset, sillä alkuperäiset säilytyslaatikot sekä pintojen kerrostumat ovat läsnä kertomassa talon tarinaa.

11 Vanhaa tiiliseinää jätettiin näkymään niin portaikossa kuin asunnoissakin. Ne huokuvat rakennuksen historiaa ja kertovat samalla paikalla rakentamisen kestävästä perinteestä. Välipohjien osalta vanhaa betonilattiaa käytettiin osin muottina uuden alla ja suojellun alueen vanhaa lattiaa vahvistettiin alhaalta painevaluin.

15 Ajurien tallin uudet asunnot ovat modernin veistoksellisia ja valoisia. Vuorovaikutus naapureiden kanssa toi kaavaan tarkat linjaukset koskien viereisille tonteille avautuvia julkisivuja: naapurit eivät halunneet, että tallin tulevat asukkaat näkevät heidän asuntoihinsa. Tämän vuoksi kaakkoa kohti avautuvien asuntojen ikkunoiden eteen kehiteltiin viitesuunnitelmassa vinoseinät.

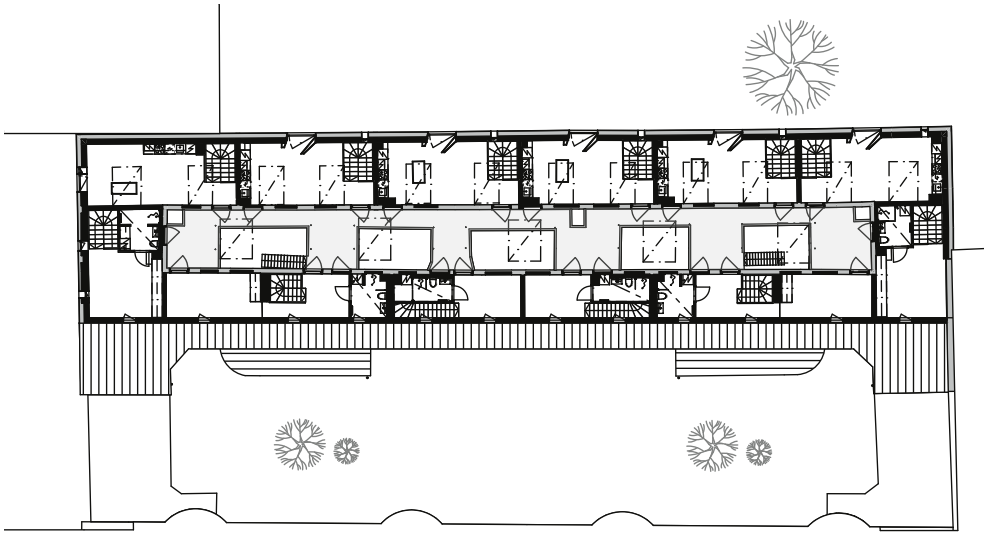


13

12 1. kerros
- A kerhotila
- B pesula
- C jätehuone
- D ulkoiluvälinevarasto
- E irtaimistovarasto
- F talosauna

13 2. kerros

14 3. kerros



14

Ajurien talli – The Punavuori Stable

A former horse stable located in the middle of a Punavuori courtyard undergoes a big change as the first human residents of the century-old building are moving into 18 new apartments in the spring of 2022.

The 3-storey stable, built in the early 1900's, served coach drivers to store their carriages and keep their horses until the 1960's. After the departure of the last coach drivers, the stable was used as a warehouse.

In the early 2000's the city recognized the building's depression and declared the stable a historically valuable building. Great attention and care was required to preserve the historic details and unique atmosphere of the building while converting it into residential use.

Kestävä Kivitalo -palkinto ”Ajurien tallin” peruskorjaukselle:
Yli satavuotias hevostalli muutettiin asunnoiksi lähes käsityönä

Tuomas Uusheimo

15

Ryhmähanke Asunto Oy:t Itätuulenkuja 1, 3, 5, 7

Viihtyisä piha vanhalle pihakannelle Tapiolassa

Ria Ruokonen, maisema-arkkitehti MARK,
Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy
ria.ruokonen@maisema-arkkitehdit.fi

Dakota Lavento, toimittaja

40 vuotta vanhan espoolaisen pihakannen korjaaminen oli haastava projekti suunnitella ja toteuttaa. Neljän Tapiolassa sijaitsevan asunto-osakeyhtiön ryhmähankkeena toteutetussa pihakannen uusimiseen kuuluivat piha-alueiden vedenpoiston toimivuuden parantaminen, pinnoitteiden ja istutusten sekä valaistuksen uusiminen ja pihakansien huollettavuuden helpottaminen.

Asunto-osakeyhtiöiden Itätuulenkuja 1, 3, 5 ja 7:n 11 kerrostaloa on rakennettu vuosina 1978-1983 ja kortteli on osa Tapiolan Valtakunnallisesti merkittävää rakennettua kulttuuriympäristöä (RKY-alue).

Pihakansikorjausten laajuus oli yhteensä 7 000 m².

Rakennusten pihat sijoittuvat lähes kokonaan noin 40 vuotta sitten toteutetun autohallin katon päälle. Kaikki piharakenteet, istutukset ja varusteet jouduttiin purkamaan kannen vedeneristeiden uusimiseksi ja rakenteellisten vaurioiden korjaamiseksi

Pihakannen korjaushankkeeseen kuuluivat piha-alueiden vedenpoiston toimivuuden parantaminen, pinnoitteiden, istutusten uusiminen sekä valaistuksen uusiminen ja pihakansien huollettavuuden helpottaminen.

Kohde valmistui vuonna 2022.

Lisää viihtyisyyttä

Kunnostuksen lähtökohtana olivat alkuperäiset suunnitelmat ja toteutusperiaatteet. Suunnittelua ohjasivat kannen säilytetyt kantavat rakenteet palkkeineen ja ontelolaattoineen sekä niiden sallima kuormitus. Pihatilojen osalta tavoitteena oli viihtyisyyden lisääminen pihatoimintojen ja kasvillisuuden avulla. Esteettömyyttä parannettiin loiventamalla luiskia ja portaita sekä toteuttamalla puuttuvia kaiteita ja käsijohteita. Autohallin avoportaikkojen päälle rakennettiin katokset, joihin tehtiin viherkatot.

Pihojen jäsentely noudattaa niiden alkuperäistä sommitelmaa ja henkeä sekä Tapiolan tyyliä. Kantavuuden kannalta ongelmalliset korkeat elementtimuurit korvattiin matalilla reunamuureilla, jotta pihoille ei synny katvealueita. Uudet leikki- ja oleskelupaikat sijoittuvat vanhan suunnitelman mukaisesti pihojen keskialueille. Maantasoasuntojen ikkunoiden eteen lisättiin istutuksia ja käytävät siirrettiin etäämmälle. Vajaalla käytöllä olleet pelikentät muutettiin istutusalueiksi, joiden lomaan toteutettiin loivat luiskat kadulta pihoille. Maanvaraisen alueen liittyminen kansipihaan häivytettiin runsailla istutuksilla.

Alkuperäiset eri kokoiset pesubetonilaatat olivat oleellinen osa pihan omaleimaisuutta. Ne irrotettiin varoen ja ehjät laatat otettiin talteen, pestiin ja asennettiin uudelleen alkuperäisen ladonnan mukaisesti. Loput laatoitukset tehtiin sileillä, harmailla betonilaatoilla.

Tapiolan henkeä kunnioittaen

Myös muut materiaalit valittiin Tapiolan henkeä ja korttelin historiaa kunnioittaen. Pihalla ovat pääosassa betoni eri muodoissaan, puu sekä kaiteiden ja säleikköjen teräs. Uudet korkeat muurit tehtiin vanhaan tapaan paikalla lautamuoteilla valaen. Uusissa puu- ja metallirakenteissa säilytettiin alkuperäinen tumman ruskea väri, joka toistuu myös rakennusten yksityiskohdissa. Piha valaistiin sekä Tapiola-pylväsvalaisimilla että pollarivalaisimilla, joiden valo ei häikäise asuntoihin.

1 Asunto-osakeyhtiöiden Itätuulenkuja 1, 3, 5 ja 7:n remontoitu kansipiha lintuperspektiivistä.

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy

1

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy

2

Pihan pääosassa ovat runsaat ja värikkäänä kukkivat istutukset. Erilaisia kasvilajeja on 50. Mukana on niin puita, pensaita, ja perennoja kuin sipulikukkiakin. Kasvillisuus on tärkeä kaikkina vuodenaikoina. Pihalla on paljon ikivihreitä sekä syysvärikkäitä lajeja. Korkeat pergolat peittyvät ajan oloon köynnöksillä. Tilaa on jätetty myös asukkaiden omille istutuksille.

Pihakansiremontteja edessä paljon

Itätuulenkujan kortteli edustaa hanketta, jollaisia tulevaisuudessa tullaan näkemään yhä enemmän. Kansirakenteiden elinkaari on verrattain lyhyt vaikkapa pinnoitteiden ja kasvillisuuden kestoon verrattuna. Niiden korjaaminen on haastavaa ja asukkaille aiheutuu haittoja työmaasta. Kulkuyhteyden sisäänkäynneille ovat ajoittain poikki, pihatoiminnot ovat poissa käytöstä. Korjaaminen aiheuttaa pölyä ja melua.

Itätuulenkujalla neljä taloyhtiötä päätyi ryhmärakennuttamiseen. Suunnittelu, rakennuttaminen ja rakentaminen suoritettiin yhtenä kokonaisuutena. Suunnittelun aikana järjestettiin kaksi esittelytilaisuutta yhtiöiden asukkaille. Ensimmäinen oli suunnittelun luonnosvaiheessa ja toisessa esiteltiin valmiit suunnitelmat. Asukkailla oli mahdollisuus kommentointiin ja suunnitelmia muokattiin palautteen perusteella mahdollisuuksien mukaan. Suunnittelija oli myös esittelemässä suunnitelmat jokaisen yhtiön yhtiökokouksessa, jossa lopullinen päätös rakentamisesta tehtiin.

Kunkin taloyhtiön hallituksen nimeämät edustajat seurasivat ja ohjasivat projektin läpivientiä koko hankkeen ajan. Periaatteena oli, että taloyhtiöt maksavat omalla tontillaan tehtävät työt, mutta suunnittelu, rakennuttaminen sekä valvonta jaettiin yhtiöiden kesken tasan.

Työmaa aloitettiin yhden yhtiön tontilta ja sieltä saaduilla kokemuksilla ja toteutustavoilla edettiin loppujen yhtiöiden tonteille. Pintarakenteiden purkamisen yhteydessä saatiin lisää tietoa alapuolisista rakenteista ja suunnitteluratkaisuja hiottiin työmaan kuluessa. Ratkaisulla saatiin merkittävää säästöä, mikä hyödytti lopulta kaikkia yhtiöitä.

2 Neljän taloyhtiön yhteisen kansipihan remontti toteutettiin ryhmähankkeena. Rakennuksia yhtiöihin kuuluu kaikkiaan 11.

3 Pihan pääosassa ovat runsaat ja värikkäänä kukkivat istutukset.

4,5 Itätuulenkuja 1 ja 3 kansipiha ennen kunnostusta..

Ryhmähanke Asunto Oy:t Itätuulenkuja 1, 3, 5, 7
Viihtyisä piha vanhalle pihakannelle Tapiolassa

3

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy

4

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy

5

6

Ryhmähanke Asunto Oy:t Itätuulenkuja 1, 3, 5, 7 – Tapiola, Pihakannen uusiminen

Rakennuttajat:
As Oy Itätuulenkuja 1, As Oy Itätuulenkuja 3, As Oy Itätuulenkuja 5, As Oy Itätuulenkuja 7
Virta Isännöinti Oy, isännöitsijä Hannu Koskinen

Suunnittelijat:
Pääsuunnittelu: Sweco Asiantuntijapalvelut Oy / Tuula Normén
Rakennesuunnittelu: Sweco Asiantuntijapalvelut Oy / Pasi Havia
Piha- ja arkkitehtisuunnittelu: Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy / Ria Ruokonen
LVI- ja sähkö-suunnittelu: Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
Toteutus: Terrawise Oy

Pihan kivirakenteet:
- 350×350 mm laatat / Benders Suomi Oy
- kourulaatat ja porraskivet / Rudus Oy
- betonilankut / Betonilaatta Oy
- pesubetonilaatat / alkuperäiset

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy.

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy

7

Tuula Normén

8

6 Istutuspenkkien reunat on toteutettu Ruduksen Porraskivillä.

7 Pihan keskellä on oleskelu- ja leikkialue.

8 Betonilaatta-askelmat johtavat lipputangon viereen.

9

Tuula Normén

10

9 Uudet leikki- ja oleskelupaikat sijoittuvat vanhan suunnitelman mukaisesti pihojen keskialueille. Maantasoasuntojen ikkunoiden eteen lisättiin istutuksia.

10 Herkästi vaurioituvia kohtia, kuten seinän kulmia ja parvekkeiden pieliä suojattiin metallisella kehikolla.

11 Kaivoa kohti kallistetetut Ruduksen kourulaatat johtavat hyvin vettä.

12 Vaadittavien kaatojen toteuttaminen laajalla pihakannella ei ollut helppoa.

Ryhmähanke Asunto Oy:t Itätuulenkuja 1, 3, 5, 7
Viihtyisä piha vanhalle pihakannelle Tapiolassa

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy.

Tuula Normén

11

Tuula Normén

12

13

Viimeiset hetket korjaukselle

Dakota Lavento, toimittaja

”Pihakannen 1970–80-lukujen vaihteessa bitumikermillä toteutettu vesieristys oli kovettunut ja käyttöikänsä päässä”, kohteen rakennesuunnittelusta vastannut *Pasi Havia* Sweco Asiantuntijapalvelut Oy:stä kertoo.

Asunto-osakeyhtiöiden Itätuulenkuja 1,3,5 ja 7 pihakannen kantava kansirakenne on toteutettu ontelolaatoilla. Pihakannen alla sijaitsevaan autohalliin oli vuotanut vettä ontelolaattojen läpi niin pitkään, että kattoon oli ehtinyt muodostua kalkkitippukiviä. Autopaikkoja oli jouduttu suojaamaan maalipintaa vaurioittavalta kalkkivedeltä monenlaisilla muovista ja pellistä rakennetuilla suojakatoksilla autohallin sisällä.

Havian mukaan korjaukselle alkoi jo olla viimeiset hetket. ”Kun rakenteisiin päätyy riittävästi vettä, myös ontelolaatat ja etenkin niiden teräspunokset alkavat vaurioitua. Tutkimuksissa pihakannen kantavat rakenteet todettiin kuitenkin niin hyväkuntoisiksi, ettei niihin tarvinnut kajota.”

Kaikki ontelolaattojen päällä olevat pintarakenteet purettiin pois uuden vesieristyksen tieltä. Vanha kermi poistettiin, mutta alkuperäiset kallistusbetonit päätettiin jättää paikalleen. ”Yhdessä urakoitsija Terrawise Oy:n työnjohdon kanssa totesimme, että niiden piikkaaminen olisi voinut vahingoittaa ontelolaattoja”, Havia kertoo.

Kallistusbetonien uusiminen oli alun perin mukana urakassa, joten näin syntyi säästöjä.

Uusi vesieristys toteutettiin ruiskuttamalla asennettavalla elastomeeripinnoitteella. Joustavalla, kumimaisella materiaalilla saadaan aikaan täysin yhtenäinen, saumaton vesieristys. Nopeasti asennettava materiaali muotoutuu alustan mukaan. Se sallii alustaltaan myös jonkin verran epätasaisuutta, toisin kuin kermivesieristys.

Pihakannen uuden elastomeerivesieristyksen paksuus on 3 mm.

Uuden vesieristyksen pystyliittymien kestävyyttä ja tasoa parannettiin. Vesieriste vietiin rakennusten julkisivuissa elementin sisäkuoren ulkopintaan ruiskutettuna ja nostettiin noin 30 cm pihapinnan yläpuolelle. Ylösnostoa suojaavat myös suojapellitetyt puurakenteet.

”Vesieriste ei siis rikkoudu, vaikka suojapeltiin osittaisiin esimerkiksi talvella lunta kolatessa”, Havia kertoo.

Metallisella kehikolla suojattiin myös joitakin seinän kulmia ja parvekkeiden pieliä.

Uuden vesieristyksen tiiveys varmistettiin vedenpainekokeella.

”Kun pintarakenteet ovat paikallaan, sadevedet virtaavat laattapinnoilta kaivoihin ja istutusalueilla imeytyvät pääosin kasvualustaan. Siten vesiä ei päädy nopeasti suuria määriä suoraan vesieristeen päälle. Vesieristeen päälle asennettu salaojamatto parantaa virtauksia rakenteiden allakin.”

Hulevesien käsittely tontilla määritteli pihakannen suunnittelua monin tavoin. Katukannelta on muutamia suoria sisäänkäyntejä taloyhtiöiden rakennuksiin. Koska vesiä ei saa

Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy

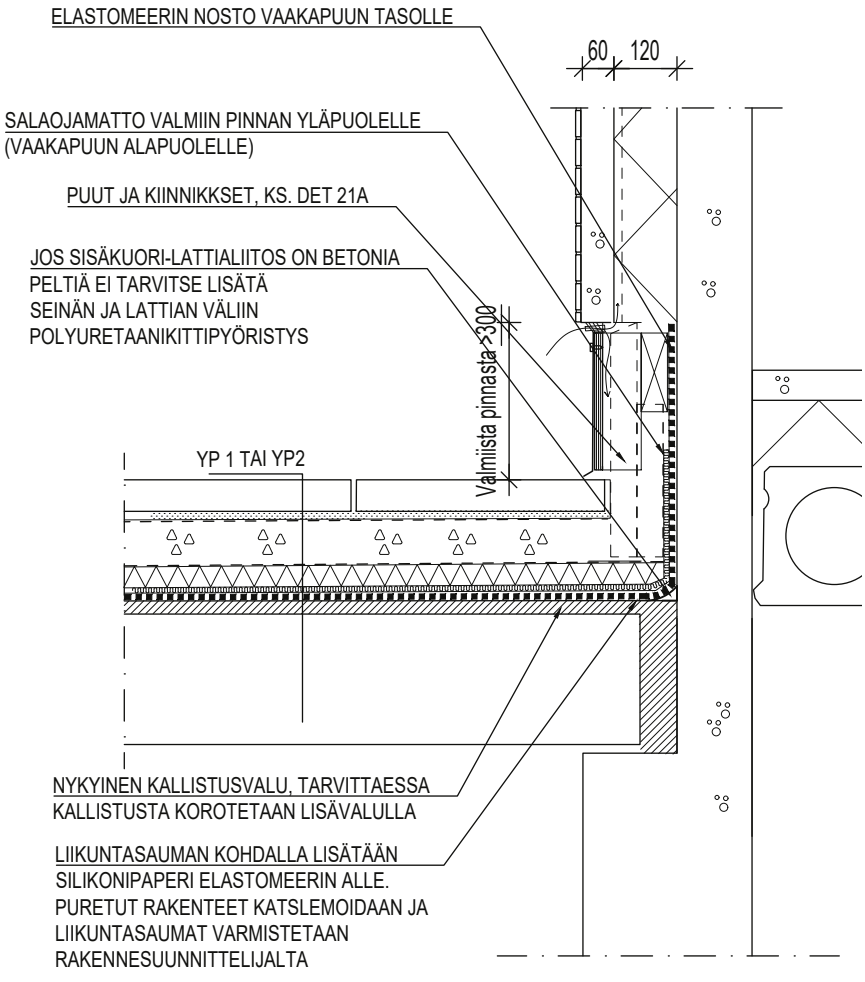
Maisema-arkkitehdit Ruokonen Oy

14

13 Pihakannen kulkuväylät päällystettiin osin kohteesta talteen otetuilla ja puhdistetuilla ja osin uusilla betonilaatoilla.

14 Hulevesien käsittely tontilla määritteli pihakannen suunnittelua monin tavoin.

15 Uusi vesieriste vietiin rakennusten julkisivuissa elementin sisäkuoren ulkopinnan ja nostettiin noin 30 cm pihapinnan yläpuolelle.



Pasi Havia

15

Tuula Norrmén

16

johtaa kadulle pienistäkään sisäänvedoista, niihin oli lisättävä kaivoja.

Vaadittavien kaatojen toteuttaminen laajalla pihakannella ei istutusaltaiden ja muiden rakenteiden keskellä ole helppoa. ”Vedelle tulee niin pitkiä virtausmatkoja, että kaivon kohdalla tarvittavat pintarakenteet eivät enää tahdo mahtua päälle.”

Ruduksen kourulaatoilla parannettiin pihakannen vedenpoistoa. ”Kourulaatat johtavat kaivoa kohti kallistettuina hyvin vettä. Pinta on erittäin siistin näköinen ja kouru niin loiva, ettei siihen kävellessä kompastu”, Havia toteaa.

Pihakannen kulkuväylät päällystettiin osin kohteesta talteen otetuilla ja puhdistetuilla ja osin uusilla betonilaatoilla. Kierrätetyillä laatoilla saatiin toteutettua molemmille pihoille yksi pitkä käytävä melkein kokonaan.

Istutuspenkkien reunat rakennettiin ja rajattiin Ruduksen Porraskivillä.

Pihakannen kasvillisuus on istutusaltaissa. Piha-alueen nurmikot sijaitsevat osittain myös pihakannen ulkopuolella. ”Vanhan kannen kantavuus asetti painorajoituksia. Vanhan rakenteen osalta suunniteltua kuormaa ei saa ainakaan ylittää. Mieluummin uusien rakenteiden pitäisi olla aikaisempaa hieman kevyempiä, koska kantava rakenne on jo ikääntynyt”, Havia huomauttaa.

Taidolla toteutettu

Asunto-osakeyhtiöiden Itätuulenkuja 1, 3, 5 ja 7 pihakannen korjaaminen ja uusiminen oli suuri ja monin tavoin haastava hanke. Kaikilla neljällä taloyhtiöllä on oma tonttinsa, joten jokainen taloyhtiö tarvitsi myös oman rakennuslupansa. Urakka toki toteutettiin yhteisenä.

Se sujui Havian mukaan erinomaisesti ja valmistuikin etuajassa, vaikka toteutus vaati erikoisjärjestelyjä ja urakoitsijalta tavanomaistakin suurempaa huolellisuutta.

”Terrawisen pätevä porukka tiesi, mitä oli tekemässä. Kaikkiaan 7000 m²:n aluetta ei tietenkään voi toteuttaa pysyvän teltan alla yhdellä kertaa. He paloittelivat alueen sopiviin osiin, ja suojasivat ruiskutusalueet tilapäisillä sääsuojilla.”

Tuulikallion puistoaluetta käytettiin työnaikaisena kulkuväylänä hankkeen aikana. Vesieristeen ruiskutus ja pintarakenteiden teko aloitettiin pihakannen reunoilta edeten kohti puistoalueen kulkuväylää siten, ettei valmiin pinnan yli tarvitsisi kulkea.

”Hyvin laaditun työjärjestyksen ansiosta valmista pystyttiin tekemään kerralla, eikä mitään jäänyt kesken”, Havia kehuu.

Ympäristön ehdoilla

Tietyin paikoin pihakannen kantavan rakenteen ja valmiin pinnan välille jäi hyvin vähän tilaa. Ympäröivät katualueet määrittelivät tason, eikä katurajalle saa muodostua pykälää.

As Oy Itätuulenkuja 7 liittyy itäreunastaan kävelykanteen. Pohjoissivun kansi oli jo purettu ennen pihaurakkaa ja itäsivun kansi tullaan läheisten rakennustöiden vuoksi jossain vaiheessa purkamaan ja korvaamaan uudella. Tulevan katukannen rakenteet ja korot piti ottaa huomioon jo pihakansikorjauksen suunnitteluvaiheessa.

Yhteensovitusneuvotteluissa Sweco Asiantuntijapalveluiden ja Sweco Rakennetekniikan, Espoon kaupungin sekä uuden katukannen maisemasuunnittelusta vastaavan Sitowisen välillä sovittiin muun muassa. tontin ja kadun liittymän korko.

Työmaa käynnistyi loppuvuodesta 2020 ja valmistui kolme kuukautta etuajassa keväällä 2022. Asukkaille työmaasta aiheutuvia haittoja onnistuttiin vähentämään merkittävästi hyvällä työmaasuunnittelulla ja asiantuntevalla valvonnalla.

Rakentamiskustannus oli yhteensä 8 miljoonaa euroa.

Tuula Norrmén

17

16 Autohallin sisäänkäynnin päälle tehtiin viherkatto.

17 Puinen pergola tuo ilmettä uusilla ja kierrätetyillä betonilaatoilla katetulle kansipihalle.

Shared roof-top courtyard implemented as a group project of four housing associations

The planning and implementation of the renovation of a 40-year old courtyard built on top of the roof of an underground parking facility in the Tapiola area of Espoo proved to be a challenging project, The refurbishment of the roof-top courtyard shared by four housing associations was implemented as a group project. Project design, development, construction and supervision were executed as one package. Each housing association covered the costs of work carried out on their property.

The total scope of the courtyard renovations completed in 2022 was 7,000 m².

The refurbishment was based on the original designs and principles of implementation. Planning was steered by the decision to preserve the load-bearing structures of the courtyard consisting of beams and hollow-core slabs, and their permissible loading. The goal was to increase attraction to residents through added courtyard activities and plants. Accessibility was improved by reducing ramp and staircase angles and installing missing banisters and handrails.

The flow of the courtyards follows the original composition and spirit and the style that Tapiola is known for. Tall precast walls were replaced with lower border walls. The new playground and lounging areas were located centrally in the courtyard, like before. Low-usage game courts were converted into planting areas. The border between the ground-supported courtyard section and the roof-top section was concealed with plentiful plants.

The original exposed-aggregate slabs were an essential part of the character of the courtyard. They were removed with care and undamaged slabs were washed and installed back, following the original laying pattern. For the rest, smooth, grey concrete slabs were used.

All other materials were also chosen to honour the Tapiola spirit and the history of the town block. Courtyard lighting fixtures were replaced.

The overall impression is dominated by abundant, colourful blooming plants. There are more than 50 different species with space reserved also for the residents' own plants.

Erittäin suuri, puistomainen kansipiha on suunniteltu helppohoitoiseksi

Koko korttelin veistoksellinen Omenapiha

Artikkelin kuvat Julia Weckman

Dakota Lavento, toimittaja

Omenapiha on Espoon Olarissa sijaitseva poikkeuksellisen suuri asuinkorttelipiha. Joka puoleltaan katualueiden (Piispansilta, Piispanpiha ja Piispanportti sekä Kuitinmäentie) rajaaman korttelin muodostavat neljä asuinrakennusta.

Korttelipihan rakennuksista yksi on 12-kerroksinen tornitalo Asunto Oy Espoon Alesia. Viisikerroksiset rakennukset ovat Asunto Oy Espoon Pinova, Luuna ja Silva. Westpro CC Oy:n rakennuttamien talojen yhteiskerrosala on noin 20 000 k-m².

Piha toteutettiin vaiheissa: Alesia ja Luunan tontit valmistuivat 2014, Silva valmistui 2015 ja Pinova 2017.

Kortteli on suunniteltu luontevasti yhteisen, suojaisan pihakannen ympärille. Gullichsen Vormala Arkkitehdit Ky, pääsuunnittelijana *Timo Vormala,* on suunnitellut kadun suuntaan vankan, muurimaisen punatiilijulkisivun. Sisäpihan keveitä julkisivuja sävyttävät lasi, puu ja metalli sekä suuret parvekkeet.

Korttelin yhteiset oleskelu- ja leikkialueet sijaitsevat lähes 120 metriä pitkällä ja paikoin 50 metriä leveällä piha-alueella. Pihan runsaasti kukkivat pienpuut, kivetyt kulkuväylät, muurit ja kumpuilevaksi muotoiltu viherkenttä luovat mielikuvan asukkaiden yksityisestä puistosta.

Pihan suunnittelusta vastasi Loci maisema-arkkitehdit Oy.

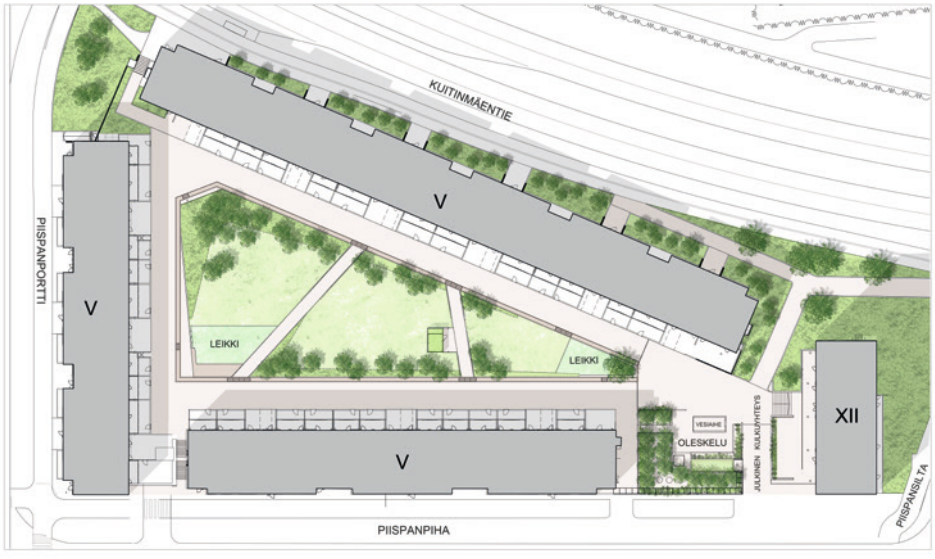
Omenapihan suunnittelun tavoitteena oli luoda veistoksellinen, avara ja tilallisesti pihan kokoava korttelipuisto, jolle pihatoiminnot saatiin sijoitettua luontevasti.

Pihan värit ovat mustanharmaa ja vihreä. Punatiilisten korttelijulkisivujen sävymaailma korostuu kasvillisuuden syysväreissä. Maaston veistoksellinen muotoilu toteutettiin kevennettyjen kasvualustarakenteiden avulla.

1 Asemapiirros

2 Kortteli on suunniteltu luontevasti yhteisen, suojaisan pihakannen ympärille.

3 Omenapiha on paitsi viihtyisä oleskelupiha, myös pihalle avautuvien asuntojen puistomainen maisema. Maaston veistoksellinen muotoilu toteutettiin kevennettyjen kasvualustarakenteiden avulla.



1

Loci-maisema-arkkitehdit Oy

2

3

4

Avoimen tilan kasvillisuus on pääosin matalia pensaista ja maanpeitekasveja sekä yksittäisiä runkopuita, kuten muuan muassa omenapuita.

Alla laaja pysäköintihalli

Omenapiha on lähes kokonaan rakennettu taloyhtiöiden maanpäällisen pysäköintihallin katolle. Pysäköintihallissa on autopaikkoja, joista osaan kuuluu myös varastotilaa.

Johtava suunnittelija *Pia Kuusiniemi* Loci maisema-arkkitehdit Oy:stä kertoo, että Omenapihan koko johtuu Espoon autopaikkanormista. Loci maisema-arkkitehtien suunnittelemia samankaltaisia laajoja korttelipuistokansia Espoossa ovat muun muassa myös Revontuli- ja Metsätapiola -korttelipihat.

”On tietysti järjetöntä, että auto mitoittaa pihaa, mutta suurissa pysäköintikansiratkaisuissa on hyvätkin puolensa”, hän sanoo. Niiden myötä suurkortteleissa pihoista tulee avaria ja valoisia. ”Nykytrendin mukainen pysäköintitalojen rakentaminen voi viedä taloista pihat kokonaan, kun pihan minimikokoa ei mitoita mikään. Äärimmäisen ahtailla, valottomilla kuilupihoilla on vähän tilaa kasvillisuudelle, ja varsinkin talvikunnossapito on haastavaa. Asumisen kannalta avara kansipiha voi olla silloin jopa parempi ratkaisu.”

Teknisinä erikoisrakenteina kansipihat ovat haastavia suunnitella ja kalliita toteuttaa. Pelkästään vesien johtaminen suurilla kansipihoilla vaatii erityistä paneutumista. Ilman kunnollisia tulvareittejä ongelmat voivat lisääntyä voimakkaiden vesisateiden yleistyessä ilmastonmuutoksen myötä. ”Normaali maanpintahan ei koskaan ole tasainen, mutta kansipihasta meinaa helposti tulla, jos rakennusten lattiakorko on kaikissa asunnoissa sama. Tällöin luontevia tulvimisreittejä ovat hyvin haastavaa saada kannelle,” Kuusiniemi sanoo.

Omenapihaa ympäröivistä rakennuksista tornitalo Alesia sijaitsee kuitenkin hieman muita korkeammalla.

Omenapihan kannella kallistukset oli suunniteltava huolella veden riittävän virtaaman takaamiseksi. ”RIL 126-2020 rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus -ohjeen mukaan pihan kallistuksen tulee minimissään olla kaksi prosenttia. Jos kallistus tehtäisiin Omenapihan kokoisella pihalla yhteen suuntaan, korkeusero olisi toista metriä”, Kuusiniemi huomauttaa.

4 Omenapihan kiveyksien siksak-kuvio on toteutettu Rudus Oy:n harmaalla ja mustalla Luostarikivellä.

5 Pihalla on myös akustisen elementin tuova vesiallas. Piha rakennettiin neljässä vaiheessa asuinrakennusten valmistumisen tahdissa, viimeinen vaihe valmistui vuonna 2017.

Koko korttelin veistoksellinen Omenapiha

5

Omenapihan kallistukset suuntautuvat poispäin rakennuksista kannen keskiosaa kohti. Vaihtelevapohjainen koururakenne valuttaa veden kaivoja kohti.

Tulvareitti on portaassa lounaiskulmassa Pinovan ja Luunan välissä.

Omenapihalla on näyttävä, kumpuileva nurmikko. Maaston muotoilun ja kasvivalinnan avulla laajalle piha-alueelle tehtiin sisäpihalle antavista ikkunoista ja parvekkeilta avautuva keinomaisema.

Maisemaa elävöittävien nurmipeitteisten kumpujen avulla pihalle saatiin Kuusiniemen mukaan luotua eräänlainen suojaava syli.

Pihakannelle tulevat kevennysrakenteet pyrittiin optimoimaan huolella. Puistoon rajautuvassa osassa Omenapihan kannen vieressä täyttöjä tarvittiin siirtymärakenteeksi estämään pihan painuminen vastaisuudessa. Kevennysrakenne toteutettiin vaahtolasilla. Sitä on kevennysrakenteena myös nurmipäällysteisissä kummuissa.

Helppohoitoinen kokonaisuus

Kuusiniemi sanoo, että nykyiseen suunnittelufilosofiaan ei enää sovi laajojen, ammattimaista hoitoa, lannoittamista, kastelua ja leikkaamista edellyttävien nurmikoiden asentaminen.

”Omenapihan nurmikon voi kuitenkin antaa köyhtyä ja kasvaa heinälle, jos yhtiöissä halutaan siirtyä luonnonmukaisempaan pihanhoitoon. Silloin lyhyeksi ajellaan vain varsinaiset käyttöalueet.”

Omenapihan suunnittelun lähtökohtana oli helppohoitoisuus. Siksi materiaaliksi valittiin nurmikko, joka on varustettu sadetusjärjestelmällä. Verrattuna kitkettäviin perenna- ja pensasalueisiin nurmikko on yhtiölle helpompi ja halvempi hoitaa näin suurina pinta-aloina.

Jotta vesieristys olisi aikanaan mahdollisimman helposti korjattavissa, pihalla ei ole laajoja muureja ja muita painavia rakenteita vaan helposti ja edullisesti palautettava nurmipinta.

Pihan kulkureitti on leveä käytävä, sillä kannella on pelastustie. Kansi on mitoitettu kestämään paloauto. Kiveyksenä on käytetty muun muassa Ruduksen harmaata ja mustaa Luostarikiveä. Koko piha sisäänkäynteineen on esteetön.

Pihan katseenvangitsijoita ovat pääsisäänkäynnin vieressä sijaitseva pergola ja melulta suojaavat rakennetut istutusaltaat sen vierellä. Oleskelualueen vieressä sijaitsee vesiallas, sekin kannella.

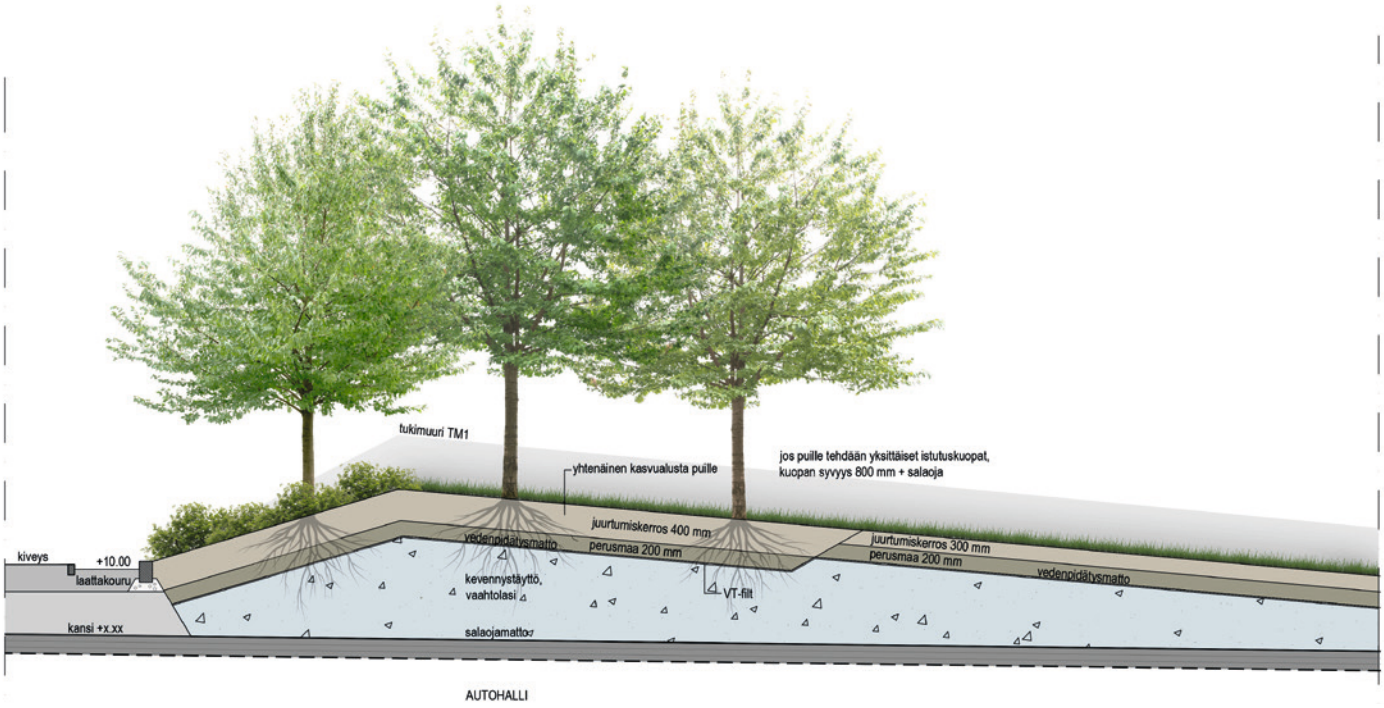
Yhteistyötä suunnittelun aikana

Hankkeen rakennesuunnittelija on suunnitteluvaiheessa Optiplanilla työskennellyt RI-Amk *Marko Haikarainen*, EJT-Rakennusinsinöörit Oy:stä. Hän kertoo, että kokoa lukuun ottamatta pihakansi oli ratkaisuna melko tyypillinen.

Autohallin kattona toimivan ontelolaatasto n päällä pihakannella on suojabetonilaatta. vesieristys toteutettiin perinteisellä kumibitumikermillä.

Pihakansien rakenteet ja vesieritys suunnitellaan ja toteutetaan kestämään mahdollisimman pitkään korjaamatta. Tärkeintä onnistuneen lopputuloksen saavuttamisessa on Haikaraisen mukaan huolellinen detaljisuunnittelu ja tiivis yhteistyö suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välillä.

”Mahdolliset ongelmakohdat liittyvät yleensä viemäröintiin. Ongelmat voidaan ehkäistä pitkälti jo suunnitteluvaiheessa LVI-, rakenne- ja pihasuunnittelijoiden yhteistyöllä.



6

Toteutusvaiheessa mukaan tulevat vesieristäjä ja kannen kerroksia toteuttava maarakentaja."

Haikarainen sanoo, että hankalimpien kohtien katselmoinnilla vältetään monta ongelmaa. Katselmoinnissa paikalla on monta silmäparia ja eri alojen asiantuntemusta sekä kokemusta ehkä hankalampienkin hankkeiden toteuttamisesta.

"Yhdessä tehdyn katselmoinnin kuluessa, joku osapuoli saattaa hyvinkin huomata asian, joka ei muille ole tullut mieleen."

Kansipihoilla kantavuus aiheuttaa yläpuolisille rakenteille aina jonkinlaisia rajoituksia. Pihasuunnittelijan kanssa käydään läpi, mitä kannelle voi rakentaa ja istuttaa. "Se on väkisinkin yhteen sovittelua", Haikarainen sanoo.

Jos kansi ei kestä suuria puita, niitä voidaan ehkä istuttaa kansialueen ulkopuolelle.

Ensimmäinen viherkattomultakohde

Omenapiha oli ensimmäinen kansipiha, jonka kasvualustat oli valmistettu saksalaisen FLL-normiston mukaan, Tieluiska Oy:n tuotteilla.

"Vielä tuolloin kattokasvualustoille ei Suomessa ollut laadittu kattavaa normistoa ja haluttiin, että joku hyvinkin pitkään tutkittu normisto olisi taustalla, kun kasvualustoja lähdettiin valmistamaan", kertoo kehityspäällikkö *Juha Liukkonen* Tieluiska Oy:stä.

Yrityksessä oli jo vuosia tutkittu ja kehitetty viherkattokasvualustaa saksalaisen normiston mukaisesti.

"Suomessa ei vielä tuolloin ollut mahdollisuutta kyseisten normien mukaisille kasvualusta-analyyseille ja siksi analysointi suoritettiin saksalaisissa laboratorioissa. Myöhemmin Eurofins laajensi analysointia Suomeen, kun tutkimus mahdollistui Viljavuuspalvelussa Mikkelissä", Liukkonen jatkaa.

Soveltuvin osin saksalaiseen normistoon nojautuva viherkattojen rakentamista ohjaava RT-kortti valmistui Omenapihan rakentamisen aikana.

Aikaisemmin viherkattoja- ja varsinkin kansipihoja toteutettiin tavallisilla kasvualustoilla, mutta RT-kortin voimaantulon jälkeen myös kansipihoillekin tulivat voimaan samat ohjeistukset kuin viherkatoille ja molemmille alettiin vaatia samanlaiset, viherkatoille tarkoitetut kasvualustat.

Tieluiskan valmistamissa kasvualustoissa käytettiin jo tuolloin sekä tiili- että Leca-murskeita.

Asunto Oy Espoon Silvan, Luunan ja Pinovan vihertyöt urakoi Vihermali Oy, joka vuonna 2018 sulautui yhteen Terrawise Oy:n kanssa. Vihertöiden työnjohtajana kohteissa oli *Jukka Sauranen*. Hän kertoo, että kohde oli mieleenpainuva erityisesti hienon ja samalla haastavan pihasuunnitelmansa ansiosta.

Myös toteutus vaati erikoisjärjestelyjä, erityisesti logistisesti. "Jouduimme nostamaan vaahtolasikevennyksen, kiviainekset sekä kasvualustat betonikannelle isolla Telebelt -hihnakuljettimella", Sauranen muistelee. Työstä vastasi Bekason Oy.

Omenapiha rakennettiin neljässä vaiheessa asuinrakennusten valmistumisen tahdissa, joten sen viimeinen vaihe valmistui vuonna 2017.

6 Istutettava kumpu, periaateleikkaus.

7 Pihan pääkulkureitti on leveä, Rudus Oy:n Roomalaisilla kivillä päällystetty käytävä, sillä kannella on pelastustie. Kumpuilevan pihan poikki kulkevien kävelyväylien paikat on rajattu pääväylästä veistoksellisilla betonisilla "porteilla". Paikalla valaminen mahdollistaa uniikkien rakenteiden suunnittelun ja toteutuksen.

8 Pihan runsaasti kukkivat pienpuut, kivetyt kulkuväylät, muurit ja kumpuilevaksi muotoiltu viherkenttä luovat mielikuvan asukkaiden yksityisestä puistosta.

Omenapiha, Espoo

Valmistumisajankohta:
2014 - 2017
Rakennuttaja: Westpro Oy
Suunnittelijat:
Pääsuunnittelu: Gullichsen-Vormala Arkkitehdit Ky, Timo Vormala
Rakennesuunnittelu: Optiplan, Marko Haikarainen
Pihasuunnittelu: Loci maisema-arkkitehdit Oy, Pia Kuusiniemi
Toteutus: Vihermali Oy ja Koiviston Vihertyö
Kasvualustat: Tieluiska Oy
Betonikivet: Rudus Oy
Kasvillisuus: Harviala Oy

7

Statuesque Omenapiha

Omenapiha is a large courtyard shared by the whole residential estate in the Olari area of Espoo.

The sheltered courtyard on top of a parking facility is enclosed by five apartment buildings which comprise the estate.

The courtyard area is almost 120 metres long and up to 50 metres wide in some points, and features communal lounging and playground areas.

With abundantly blooming low-rise trees, paved passageways, stone walls and a landscaped, undulating green field area, the courtyard gives an impression of a private park for the residents. Various activities have been adapted to the courtyard in a natural manner.

Omenapiha stands almost completely on the roof of the above-ground parking facility of the estate. Courtyards built on top of above-ground or underground facilities are special structures and as such involve complex planning and expensive implementation. Drainage of large roof-top courtyards alone requires very specific design efforts.

In Omenapiha, eyes are immediately drawn to the pergola beside the main entrance and the noise abating built-up planting basins next to it. The water basin beside the lounging area also stands on the roof-top part of the courtyard.

8

Säilyvyysominaisuudet 1990-luvun betonielementtijulkisivuissa ja parvekkeissa

Elina Lahdensivu, DI
A-Insinöörit Suunnittelu Oy
elina.lahdensivu@ains.fi

Vuosien 1960–1990 betonijulkisivujen ja -parvekkeiden säilyvyysominaisuuksissa on aiemmissa tutkimuksissa todettu puutteita. Diplomityön tavoitteena oli selvittää, vaikuttivatko säilyvyysohjeiden suositukset betonin säilyvyysominaisuuksia parantavasti sekä saada yleiskäsitys 1990-luvun betonijulkisivujen ja -parvekkeiden kunnosta.

Taustaa

Suomen kerrostalorakentaminen lähti huomattavaan nousuun teollistumisen ja siitä syntyneen kaupungistumisen myötä. Noin puolet nykyisestä kerrostaloasuntokannasta on rakennettu 1960- ja 1970-luvuilla. Valtaosa näistä kerrostaloista on toteutettu betonielementtitekniikalla. Elementtirakentaminen vauhdittui BES-tutkimuksen valmistuttua 1969 [1]. Edelleen asuinkerrostaloissa käytetään samoja tai siitä kehitettyjä liitostekniikoita.

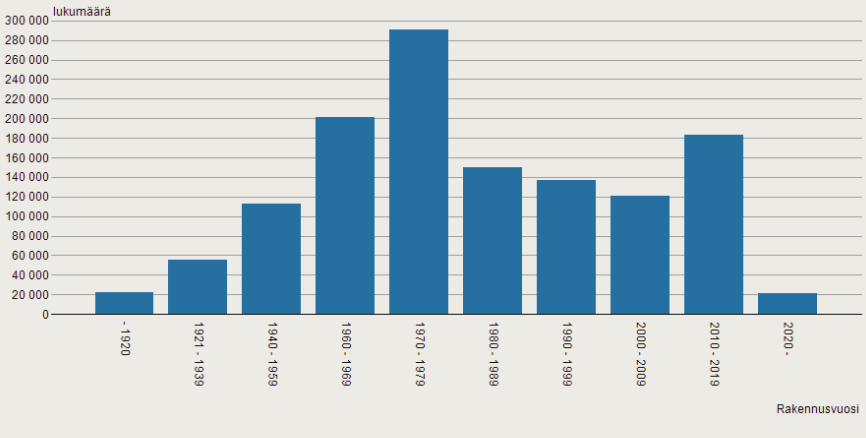
Betonin säilyvyysominaisuuksiin alettiin kiinnittää huomiota 1970-luvulla, kun rakennuksissa huomattiin vaurioita suhteellisen pian rakennusten valmistumisen jälkeen. Esimerkiksi vuoden 1976 betoninormeihin tuli vaatimus betonin lisähuokostuksesta [3]. 1989 ilmestyneessä Betonin säilyvyysohjeessa betonin lujuusluokka, kloridipitoisuuden maksimiarvo sekä suojahuokossuhde määräytyi ympäristörasituksen mukaan [4]. Vuoden 1992 ohjeessa näitä suosituksia tarkennettiin ja korjattiin [5]. Vuosien 1960–1990 betonijulkisivujen ja -parvekkeiden säilyvyysominaisuuksissa on aiemmassa tutkimuksessa todettu puutteita. Näissä rakenteissa on todettu myös merkittäviä korroosio- ja rapautumavaurioita [6].

Diplomityön tavoitteena oli selvittää, vaikuttivatko säilyvyysohjeiden suositukset betonin säilyvyysominaisuuksia parantavasti sekä saada yleiskäsitys 1990-luvun betonijulkisivujen ja -parvekkeiden kunnosta.

Tutkimusaineisto

Tutkimuksessa käytetty aineisto on kerätty A-Insinöörit Oy:n tekemistä kuntotutkimuksista. Kohteita oli yhteensä 28 ja ne ovat sijoittuneet pääkaupunkiseudulle sekä Pirkanmaalle. Rakennukset ovat valmistuneet vuosien 1990–1996 välillä ja ne ovat olleet keskimäärin 22 vuoden ikäisiä kuntotutkimuksen tekohetkellä. Tutkimusaineiston näytteiden määrät ja niille tehdyt tutkimukset on esitetty taulukossa 1.

1 Kerrostaloasuntojen määrä Suomessa rakennusvuoden mukaan [2].



2 Betonirakenteiden säilyvyysominaisuuksien ohjeistuksien julkaisun myötä 1980–1990-lukujen vaihteessa ovat julkisivu- ja parveke-elementtien betonin laatu ja säilyvyysominaisuudet parantuneet selkeästi aiempiin vuosikymmeniin verrattuna. Eniten on parantunut betonin pakkasenkestävyys.

Elina Lahdensivu

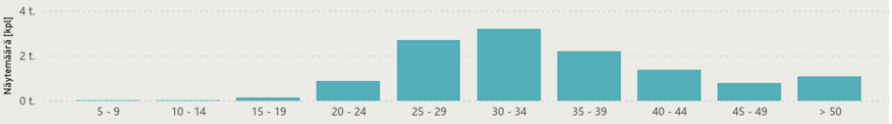
2

Taulukko 1

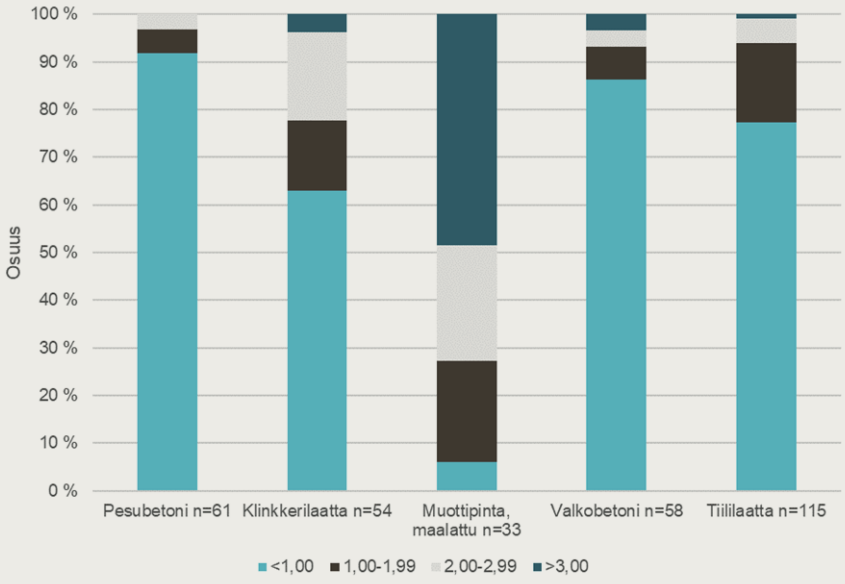
Tutkimuksessa käytettyjen näytteiden määrä niille tehtyjen tutkimusten mukaan

Näytetyyppi	Näytemäärä, julkisivut [kpl]	Näytemäärä, parvekkeet [kpl]
Peitepaksuus	29 721	25 164
Karbonatisoitumissyvyys	324	269
Kloridipitoisuus	67	58
Vetolujuuskokeet	221	175
Ohuthienäytteet	324	269

3 Betonipeitepaksuusjakauma 1990-luvun betonipintaisissa julkisivuissa (n=15 376).



4 Karbonatisoitumiskertoimien jakauma 1990-luvun kohteissa julkisivupintatyypin mukaan jaoteltuna.



Peitepaksuuksista

Raudoitteiden peitepaksuussyvyydet ovat parantuneet merkittävästi vanhempaan rakennuskantaan verrattuna. Suurin osa peitepaksuuksista ylittää vaaditun 25 mm syvyyden. Alle 10 mm syvyydellä sijaitsevia raudoitteita havaittiin koko aineistossa vain 11 kappaletta. Peitepaksuuksia ei ole mitattu mahdollisten näkyvien vaurioiden kohdalta.

Klinkkeri- ja tiililaattapintaisilla julkisivuilla tulokset ovat yhtä hyviä, kun pinnassa olevan laatan paksuus vähennetään mitatusta syvyydestä. Parvekkeilla alle 25 mm syvyydellä sijaitsevia raudoituksia löytyi 7,9 %, joka on hieman enemmän kuin betonijulkisivuilla.

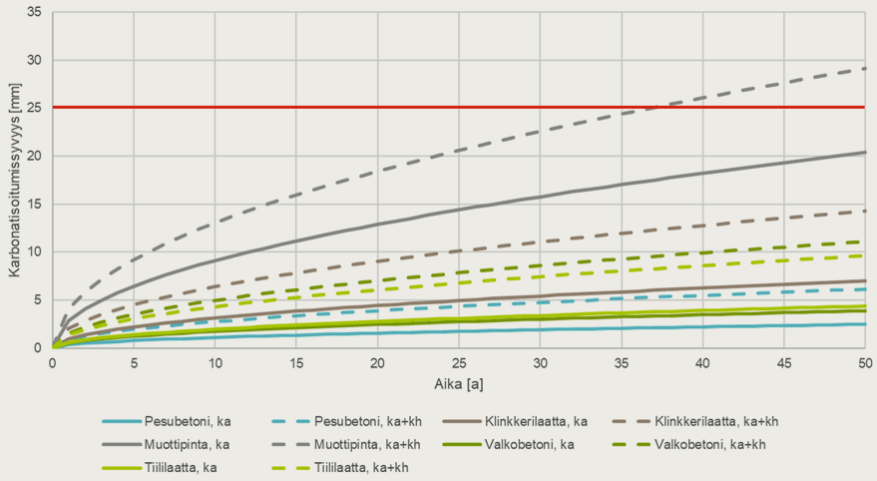
Karbonatisoitumisesta

Kuvassa 4 on esitetty karbonatisoitumiskerroinjakauma viidelle yleiselle julkisivupintatyypille 1990-luvulla. Yleisesti ottaen betonin karbonatisoituminen on edennyt hitaasti julkisivun pintatyypistä riippumatta. Poikkeuksen tähän tekee maalattu muottipintainen betoni.

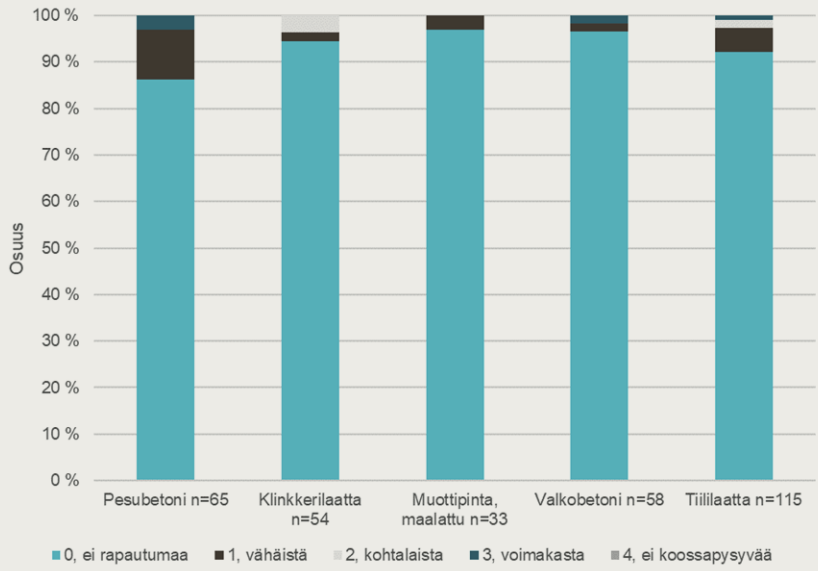
Karbonatisoituminen etenee hitaasti ($k<1$ mm/$a^{0,5}$) pesubetoni-, valkobetoni- ja tiililaattapintaisissa elementeissä. Näillä pintatyypeillä hitaan karbonatisoitumiskertoimen osuus on 78–92 prosentin välillä. Myös klinkkerilaattapintaisissa julkisivuissa suurin osa (63 %) karbonatisoitumisesta edustaa hidasta karbonatisoitumista. Selvän poikkeuksen tähän tekee muottipintaiset maalatut julkisivuelementit, joilla melkein 50 % näytteistä karbonatisoituminen etenee nopeasti ($k>3$ mm/$a^{0,5}$). Muilla pintatyypeillä nopean karbonatisoitumisen osuus on vain 0–5 %.

Vertailtaessa 1990-luvun julkisivujen tuloksia vanhempaan rakennuskantaan, karbonatisoitumiskertoimien jakauma on selkeästi erilainen. Pesubetonilla hitaan karbonatisoitumisnopeuden osuus on noussut jopa 70 prosenttiyksikköä verrattuna vanhempaan rakennuskantaan. Myös tiililaattapintaisilla julkisivuilla hidas karbonatisoituminen on noussut 25 prosenttiyksikköä. Muottipintai-

5 Karbonatisoitumissyvyys ajan funktiona 1990-luvun julkisivuilla.



6 Pakkasrapautumisaste eri julkisivutyypeillä 1990-luvun rakennuksissa.



silla julkisivuilla nopean karbonatisoitumisen osuus on sen sijaan noussut noin 10 prosenttiyksikköä.

Muottipintaisen, maalatun betonin karbonatisoitumiskertoimien jakauma on samansuuntainen vanhemman rakennuskannan kanssa. Näytteitä, joiden karbonatisoitumiskerroin on yli 3 mm/$a^{0,5}$ on melkein 50 %, joka on huomattavasti enemmän kuin vanhemman rakennuskannan joukossa. Alle 1 mm/$a^{0,5}$ nopeudella eteneviä näytteitä oli n. 5 %, kun vanhemmassa rakennuskannassa niitä oli melkein 20 %. Karbonatisoitumiskerroinjakauman ero muihin julkisivutyyppeihin johtunee pinnan valmistustavasta ja sijainnista. Muottipintaiset elementit ovat voineet sijaita parvekkeiden taustaseinissä, jolloin ne eivät saa viistosadetta osakseen tai alimmissa kerroksissa, jolloin niiden saama viistosade on vähäistä. Olosuhteet ovat kuitenkin kosteat ja karbonatisoituminen pääsee etenemään nopeasti.

Parvekkeilla tulokset ovat myös parantuneet. Parvekekaiteiden ulkopinnassa hidasta karbonatisoitumista (k<1 mm/$a^{0,5}$) on vain hieman alle 50 % näytteistä. Hieman nopeampaa (k=1–1,99 mm/$a^{0,5}$) karbonatisoitumista on jopa 30 %. Sisäpinta tarjoaa otollisemmat olosuhteet karbonatisoitumiselle ja hidasta karbonatisoitumista on havaittavissa vain 35 % näytteistä. Nopeaa karbonatisoitumista (k>3 mm/$a^{0,5}$) on reilu 10 % näytteistä.

Parvekepielillä karbonatisoituminen on edennyt nopeammin kuin kaiteilla. Hidasta karbonatisoitumista on noin 30 %, mutta nopeaa karbonatisoitumista 30 % ulkopinnalla ja 35 % sisäpinnalla. 1,00–1,99 mm/$a^{0,5}$ k-kertoimen näytteitä on n. 25 % kummallakin pinnalla.

Parvekelaatalla ylä- ja alapinnan olosuhteet ovat erilaisimmat ja karbonatisoitumiskertoimien jakauma hyvin erilainen. Alapinnalla olosuhteet ovat otollisemmat nopealle karbonatisoitumiselle ja se näkyy nopean karbonatisoitumisen (k>3 mm/$a^{0,5}$) jopa 40 % osuutena. Hidasta karbonatisoitumista on vain noin 5 %. Yläpinta on usein päällystetty vesi- ja ilmatiiviillä pinnoitteella ja siten hitaan karbonatisoitumisen osuus on 70 % kaikista näytteistä. Nopeaa karbonatisoitumista on vain muutama prosenttiyksikkö.

Verrattaessa 1990-luvun parvekerakenteita vanhempaan rakennuskantaan ovat tulokset hyvin samansuuntaisia. Parvekeosasta ja sen pinnasta riippuen hitaan karbonatisoitumisen osuus on noussut 10–20 prosenttiyksikköä ja nopean karbonatisoitumisen osuus laskenut 10–20 prosenttiyksikköä.

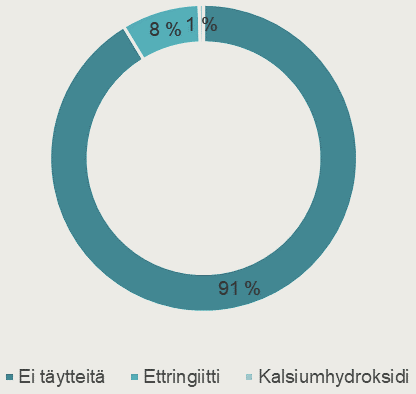
Betonin karbonatisoitumisesta johtuvia näkyviä yksittäisiä korroosiovaurioita havaittiin noin puolessa kohteista. Ero vanhempaan rakennuskantaan on kuitenkin siinä, että tutkimuksen kohteissa samasta kohteesta ei löytynyt useita vaurioita.

Kuten kuvasta 5 havaitaan, 50 vuoden käyttöikä saavutetaan helposti kaikilla julkisivun pintatyypeillä. Vain muottipintaisilla maalatuilla julkisivuilla 25 mm karbonatisoitumissyvyys saavutetaan, kun keskiarvoon lisätään keskihajonta. Parvekkeilla 25 mm syvyydellä oleva raudoitus saavutetaan parvekepielen sisäpinnalla, parvekelaatan alapinnalla sekä parvekepielen ulkopinnalla. Näilläkin syvyys saavutetaan vain yhdistetyllä keskiarvolla ja -hajonnalla.

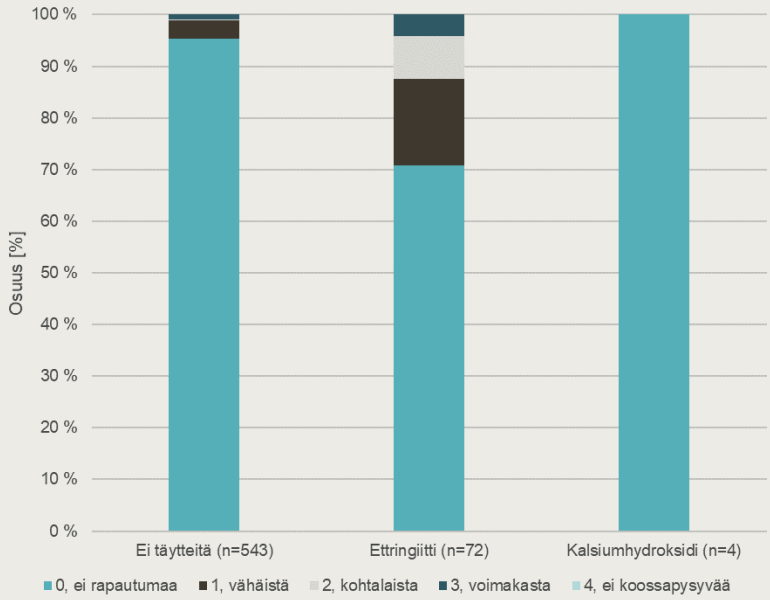
Pakkasenkestävyydestä ja pakkasrapautumisesta

Betonin pakkasenkestävyys on normien vaatimalla tasolla suuressa osassa julkisivuja. Osuus vaihtelee 55–82 % välillä julkisivun pintatyy-

7 Huokostäytteet 1990-luvun julkisivuissa (n=291).



8 Julkisivu- ja parvekenäytteiden pakkasrapautumisaste sekä havaittu huokostäyte 1990-luvun rakennuskannassa (n=619).



pistä riippuen. Vanhempaan rakennuskantaan verrattuna pakkasenkestävän betonin määrä on lisääntynyt ja puutteellisen huokostuksen määrä vähentynyt huomattavasti. Vastaavasti parvekkeilla pakkasenkestävää betonia on 52–68 %. Heikoiten pakkasenkestäviä ovat parvekekaiteet ja parhaiten parvekelaatat.

Yli 85 % kaikista julkisivunäytteistä on pakkasrapautumattomia. Kaikilla julkisivutyypeillä pakkasrapautuma on vähentynyt ja se on pienempiasteista kuin vanhemmassa rakennuskannassa. Eniten tulokset ovat parantuneet pesubetonipintaisilla julkisivuilla. Vaikka pakkasenkestämätöntä betonia on edelleen yllättävän suuri osuus, pakkasrapautuminen on harvinaista.

Parvekeosilla yli 90 % näytteistä on pakkasrapautumattomia. Voimakkainta rapautuminen on parvekekaiteissa, joilla havaittiin voimakasta rapaumaa (aste 3) toisin kuin muilla parvekeosilla. Parvekkeiden betonin pakkasenkestävyys on parantunut huomattavasti vanhempaan rakennuskantaan verrattuna.

Betonin pakkasrapautuman vähäinen esiintyvyys on myös havaittavissa vetolujuustuloksista. Alle 0,5 MPa vetolujuustuloksia on vain pesubetonilla sekä valkobetonilla, molemmilla noin 10 %. Parvekeosista vastaavasti niitä on pielillä ja laatoilla. Parvekeosilla heikko vetolujuustulos voi kuitenkin johtua esimerkiksi betonin kiviaineksen suuresta raekoosta.

Rakennuksen silmämääräisissä tarkasteluissa julkisivuilla ja parvekkeilla rapautumisesta johtuvia halkeamia havaittiin yksittäisiä 40 % ja laajoja alueita 10 % kohteista kummallakin. Kuten karbonatisoitumisen tapauksessa, myös tässä yksittäiset havainnot olivat todellakin yksittäisiä. Tästä syystä näkyvien vaurioiden määrä on vähentynyt vanhempaan rakennuskantaan verrattuna.

Huokostäytteistä

Betonin huokosverkoston täytteisyyden määrä on vähentynyt vanhempaan rakennuskantaan verrattuna. Yleisimmin näytteistä löydetty täyte oli ettringiitti. Parvekkeilla ettringiittiä löydettiin jopa 15 %:ssa näytteistä.

Tutkimuksessa löydettiin yhteys huokostäytteisyyden ja pakkasrapautumisen väliltä. Jos huokosverkostosta löytyy ettringiittiä, on pakkasrapautuminen todennäköisempää kuin huokostäytteettömällä betonilla. Pakkasrapautumista on enemmän ja se on aiheuttanut enemmän betonin sisäistä säröilyä.

Alkali-kiviainesreaktion mahdollisuudesta

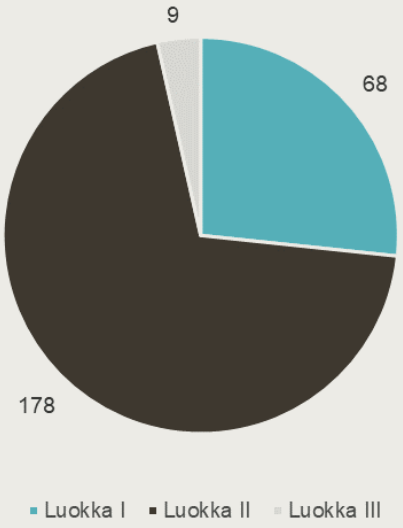
Tutkimusaineistossa oli raportoitu yhteensä kolme havaintoa alkali-kiviainesreaktiosta. Kahdessa kivilajia ei tunnistettu tarkemmin, se oli sedimenttistä alkuperää ja kolmannessa kivilajiksi tunnistettiin sertti. Molemmat havainnot kuuluvat luokan III kivilajeihin.

Kuvassa 9 on esitetty ohuthietutkimuksissa löydetyt kivilajit lajiteltuna luokkiin niiden alkali-kiviainesreaktiivisuuden mukaan. Luokitus perustuu julkaisuun by 74 Ohje betonin alkali-kiviainesreaktion hallitsemiseksi 2022 [7]. Luokkaan I kuuluvat kivilajit, joiden alkali-kiviainesreaktiivisuus on erittäin epätodennäköistä. Luokan II kivilajeille reaktiivisuus on mahdollista ja luokalle III todennäköistä.

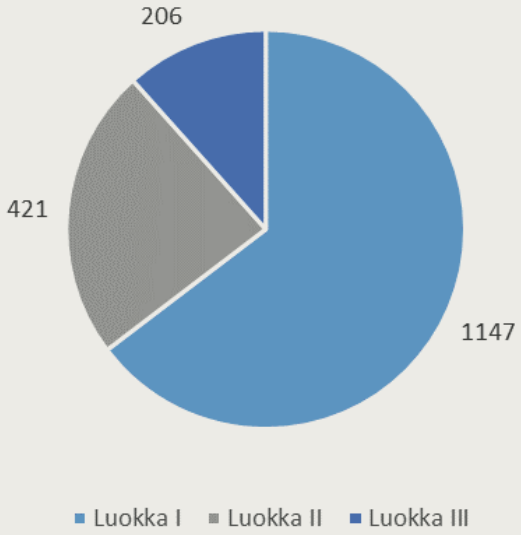
Luokkaan I eli reaktiivisuus erittäin epätodennäköistä kuului 68 näytettä eli 27 % näytteistä. Kolme yleisimmin löydettyä tähän luokkaan kuuluvaa kivilajia olivat kalkkikivet, gneissi ja amfiboliitti. Gneissi voi kuulua joko luokkaan I tai II riippuen sen sisältämän kvartsin raekoosta. Luokkaan II eli alkali-kiviainesreaktiivisuus mahdollista kuului 178 näytettä eli 70 %. Yleisin kiviaine oli granitoidit, jota seuraavat liuskekivi ja kvartsiitti. Alkali-kiviainesreaktiivisuus todennäköistä eli luokkaan III kuuluvia kivilajeja löytyi 9 kappaletta eli 4 % näytteistä. Näytteistä 8:ssa löytyi serisiitytyneitä kivilajeja. Lisäksi tehtiin yksittäinen fylliitti-havainto.

Kuvan 10 mukaisesti vanhemmassa rakennuskannassa luokkaan I kuuluvia kivilajeja havaittiin huomattavasti enemmän kuin luokan II ja III kivilajeja. Kun tätä tulosta verrataan kuvaan 9, voidaan havaita, että AKR esiintymisen todennäköisyys on kasvanut uudemmassa rakennuskannassa. Tämän perusteella alkali-kiviainesreaktion mahdollisuutta ei pitäisi enää sivuuttaa. Lisäksi vertailu vanhempaan rakennuskantaan osoittaa, että AKR todennäköisyys on suurempi uudemmassa rakennuskannassa. Laboratorioiden pitäisi etsiä AKR:oon yhdistetyn geelin lisäksi muita siihen viittaavia merkkejä ja sen mahdollistavia tekijöitä, kuten hienorakeista kvartsia.

9 Ohuthieraporteissa havaitut kivilajit petrografisen analyysin perusteella jaoteltuna eri luokkiin (n=255).



10 Kivilajien luokitukset vanhemmassa rakennuskannassa (n=1 774).



Päätelmät

Betonirakenteiden säilyvyysominaisuuksien ohjeistuksien julkaisun myötä 1980–1990-lukujen vaihteessa ovat julkisivu- ja parveke-elementtien betonin laatu ja säilyvyysominaisuudet parantuneet selkeästi aiempiin vuosikymmeniin verrattuna. Eniten on parantunut betonin pakkasenkestävyys. Vaikka betonin huokostus on edelleen osittain puutteellista, ovat pakkasrapautumisasteet pysyneet pieninä. Lisäksi raudoitteiden peitepaksuudet ovat lähempänä suunnitteluarvoa ja selkeästi sen alittavat paksuudet ovat lähes hävinneet.

Betonin karbonatisoitumisen suhteen 1990-luvun betonijulkisivut ja parvekkeet saavuttavat yleisesti 50 vuoden käyttöiän. Ainoastaan yksittäisiä paikallisia korroosiovaurioita voi esiintyä aivan lähelle betonipintaa jääneiden raudoitteiden takia. Betonin pakkasrapautumisen osalta 50 vuoden käyttöikää ei tämän tutkimusaineiston perusteella tulla saavuttamaan kaikissa betonirakenteissa. Jo nyt on havaittavissa pakkasrapautumaa noin 10 %:ssa tutkituista rakenteista.

Lähteet

1. BES – Avoimen betonielementtijärjestelmän kehittäminen. Tutkimusraportti 1969. Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestö ry
2. Tilastokeskus 2020.
3. BY 9. 1976. Betonin säilyvyys: vesirakennusbetoni. Suomen betoniyhdistys ry.
4. BY 32. 1989. Betonirakenteiden säilyvyysohjeet ja käyttöikämitoitus. Suomen betoniyhdistys ry.
5. BY 32. 1992. Betonirakenteiden säilyvyysohjeet ja käyttöikämitoitus. Suomen betoniyhdistys ry.
6. Lahdensivu, J. 2012. Durability Properties and Actual Deterioration of Finnish Concrete Structures. Tampereen teknillinen yliopisto.
7. By 74 Ohje betonin alkali-kiviainesreaktion hallitsemiseksi 2022. Suomen betoniyhdistys ry.

Concrete's durability properties and deterioration mechanisms of precast concrete facades and balconies

Systematic condition assessments have been performed for concrete facades and balconies for more than 30 years. For this study data from concrete's durability properties and deterioration mechanisms have been gathered from buildings erected in the 1990s. The scope of this study is to determine if the instructions, which have come into force in 1990s, had any effect on durability of concrete.

All the properties of concrete had improved when compared to the older building stock. Carbonation has slowed for facades and balconies. The share of slow carbonation has increased and the share for fast carbonation decreased. The cover depths have also improved and meet the requirements more often. Cover depths less than 20 mm are rarely found anymore. For these reasons the aimed service life is more likely to be met.

The air-entrainment of the concrete has improved making it more freeze-thaw resistant but completely non-air-entrained concrete can still be found occasionally. Despite that the freeze-thaw deterioration degree has stayed low for both facades and balconies.

Secondary void fillings have decreased. The most commonly found one is ettringite. A connection between ettringite and freeze-thaw damage was found. Freeze-thaw damage is more likely when ettringite is present and the degree of it is more severe than in concrete without pore fillers.

The risk for alkali-silica reaction is higher in newer building stock. Aggregates from class II, i.e., possibly reactive aggregate, were found in 70% of the samples and from class III, i.e., likely reactive aggregate, in 4%. With these results it is obvious that laboratories cannot only look for the gel associated with the reaction. Other signs e.g., fine grained quartz should be looked for.

Betonielementtien uudelleenkäytön laadunvarmistusprosessi

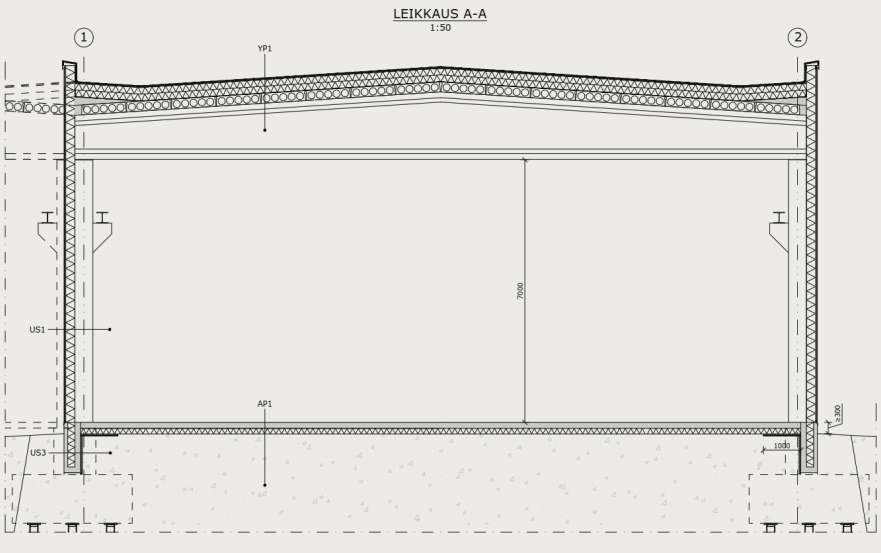
Aapo Räsänen, väitöskirjatutkija
Tampereen yliopisto
Rakenteiden korjaamisen ja elinkaaritekniikan tutkimusryhmä
aapo.rasanen@tuni.fi

Rakentamisen päästöjen vähentäminen on erittäin ajankohtainen aihe, johon rakennusosien uudelleenkäytöllä voidaan vaikuttaa merkittävästi.

Uudisrakentamisessa betonirakenteisen asuinkerrostalon hiilijalanjäljestä suurimman osan muodostavat kantavat runkorakenteet [1], joiden korvaaminen uudelleenkäytetyillä rakennusosilla vähentää merkittävästi koko rakennuksesta muodostuvia päästöjä. Tutkimusten mukaan betonielementtien uudelleenkäytöllä voidaan vähentää yksittäisten rakennusosien hiilidioksidipäästöjä jopa 96–97 % verrattuna uusien elementtien käyttöön [2], [3]. Tyypillisen betonielementtirunkoisen teollisuushallin kokonaishiilijalanjälki on siten noin 55 prosenttia pienempi kuin vastaavan kokonaan uusista elementeistä rakennettavan hallin hiilijalanjälki [4]. Teollisuushallin hiilijalanjälki muodostuu suurimmalta osin perustuksista, kantavasta alapohjalaatasta, yläpohjasta sekä ulkoseinäelementeistä (kuva 1). Betonielementtien lisäksi seinäelementit, sokkelielementit sekä suurin osa yläpohjan rakenteista ovat uudelleenkäytettävissä. Ainoastaan perustukset ja kantava maata vasten tehty alapohja on tehtävä kokonaan uudelleen, ks. kuva 3.

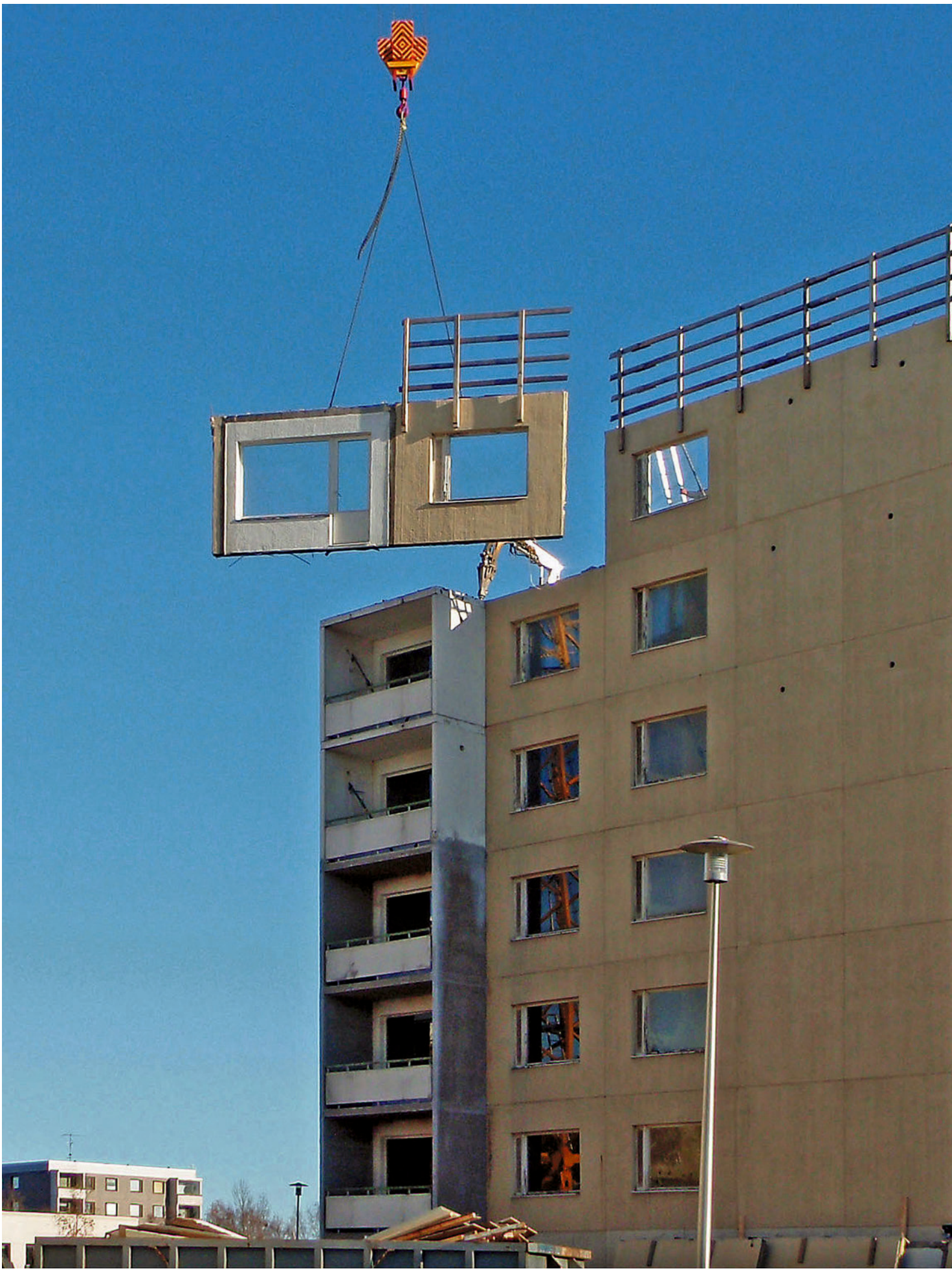
Rakennusosien uudelleenkäyttö on herättänyt keskustelua yhä enemmän ja enemmän, minkä vuoksi tarvitaan lisää ymmärrystä ja ohjeita käytännön toteutukseen. Uudisrakentamisessa on useita erilaisia laadunvarmistusprosesseja ja -käytäntöjä, joita ei voida hyödyntää sellaisinaan rakennusosien uudelleenkäyttöprosessissa. Tästä syystä vastaavia prosesseja ja käytäntöjä tarvitaan myös uudelleenkäyttökohteisiin.

1 Hiilijalanjäljen laskennassa käytetyn teollisuushallin leikkauskuva.



2 Raahelaisessa Kiinteistö Oy Kummatissa toteutettiin rakennusten osittaista purkamista jo vuonna 2007. Kohde ei liity artikkelissa esiteltyyn tutkimushankkeeseen.

Harri Hagan / Arkkitehdit Kontukoski Oy



2

Tässä artikkelissa käsitellään yleisellä tasolla rakennusosien uudelleenkäytön laadunvarmistusprosessin eri vaiheita. Aihetta tutkitaan Reusing precast concrete for a circular economy (ReCreate) -hankkeessa, jonka työpakettiin neljä kuuluu rakennusosien uudelleenkäytön laadunvarmistusprosessin kehittäminen. ReCreate-hanke on saanut rahoituksensa EU:n Horisontti 2020 -ohjelmasta (rahoitussopimus nro 958200). Hankkeen aikana aihetta tutkitaan ja kehitetään yksityiskohtaisemmin.

Prosessikaavio

Laadunvarmistusprosessiin kuuluu useita eri vaiheita aina rakennuksen purkukartoituksesta tuotehyväksyntään. Jokaisen eri vaiheen merkitys on suuri riittävän luotettavaan ja laadukkaaseen rakennusosien uudelleenkäyttöön. Prosessin eri vaiheet on esitetty kuvassa 4.

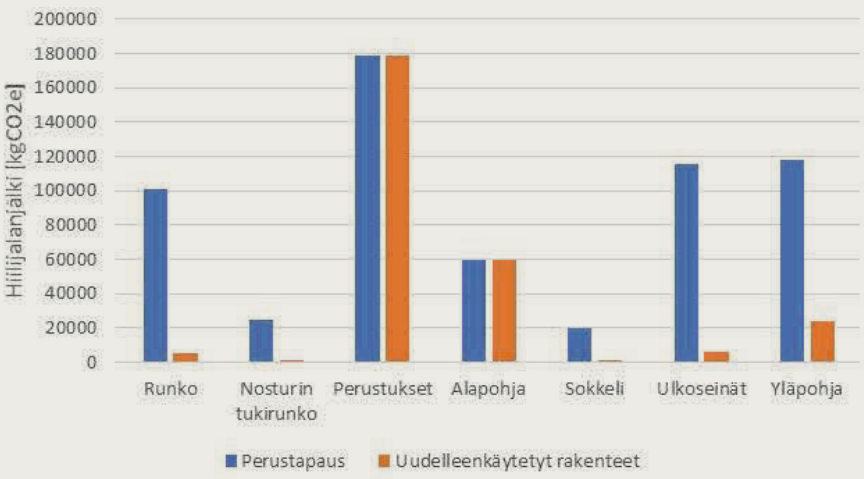
Purkukartoitus

Ennen varsinaista purkamista on rakennukselle suoritettava purkukartoitus. Yleisesti tässä prosessin vaiheessa on tarkasteltava rakennuksen olemassa olevia rakenteita ja niiden yleisiä ominaisuuksia, kuten mittoja, rei'ityksiä ja liitoksia. Tarkempia ominaisuuksia tulee myös tarkastella saatavilla olevien suunnitelmien ja muiden dokumenttien pohjalta. Olennaisinta tässä prosessin vaiheessa on saada yleiskuva rakennuksesta, rakenteista ja niiden määristä sekä rakennusosien uudelleenkäytettävyydestä, sillä seuraavat prosessin vaiheet ohjautuvat purkukartoituksessa tehtyjen havaintojen ja arvioiden perusteella.

Rakenteellinen kuntotutkimus

Yksi tärkeimmistä asioista rakennusosien uudelleenkäytettävyydessä on rakenteiden lujuus- ja kestävyysominaisuuksien varmentaminen. Ominaisuudet voidaan varmentaa rakenteellisella kuntotutkimuksella, jolla saadaan arvio rakenteen senhetkisestä kunnosta

3 1000 m² teollisuushallin eri rakennusosien hiilijalanjälki verrattuna uudelleenkäytettävistä elementeistä rakennettuun halliin [4].



4

Uudelleenkäytettävien rakennusosien laadunvarmistusprosessi

sekä käytettyjen materiaalien ja rakenteiden ominaisuuksista. Kestävyys- ja lujuusominaisuuksien lisäksi on myös selvitettävä mahdolliset asbesti- ja haitta-ainepitoisuudet.

Onnistuneeseen kuntotutkimukseen tarvitaan huolellinen ennakkosuunnittelu, jossa tarkasteltavat kohdat ja tutkittavat ominaisuudet valitaan. Kuntotutkimuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon erityisesti rakennuksen kriittisimmät kohdat, joissa mahdollisia vaurioita voi esiintyä. Tämän lisäksi suunnittelussa valitut tutkimusmenetelmät ja otannat tulee perustua tiettyyn luotettavuustasoon, jolla voidaan arvioida, kuinka hyvin saadut tulokset korreloivat yksittäisten rakenteiden ominaisuuksien kanssa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kuinka moni rakennusosa voi alittaa tietyllä todennäköisyydellä kuntotutkimuksesta saadun suoritustason, kuten puristuslujuuden. Tähän vaikuttavat monet eri tekijät, kuten näytteenottopaikat, -menetelmä, -välineet sekä otoskoko.

Kriittisiä kohtia ja rakenteita tulee arvioida mahdollisten dokumenttien ja suunnitelmien perusteella sekä rakenteiden visuaalisella tarkastelulla. Suunnittelun tukena voidaan myös hyödyntää erilaisia ainetta rikkomattomia tutkimusmenetelmiä, mikäli niiden käyttö on mahdollista. Aineita rikkomattomien tai visuaalisen tarkastelun lisäksi tulee kuitenkin käyttää riittävän luotettavia kenttä- ja laboratoriotutkimusmenetelmiä, joilla varmistetaan rakenteelliset ominaisuudet. Saatujen tulosten perusteella arvioidaan rakenteiden jäljellä olevaa käyttöikää sekä lujuusominaisuuksia rakenteen uudelleenkäyttöä varten. Tulosten avulla voidaan päättää rakennusosien jatkotoimenpiteet, kuten mahdollinen kunnostaminen.

Purkusuunnittelu ja purkaminen

Purkusuunnittelu liittyy erityisesti työturvallisuuteen, mutta myös rakennusosien ominaisuuksiin. Työturvallisuudesta huolehtiminen on ohjaava tekijä purkusuunnittelussa, jotta rakennuksen purkaminen ei aiheuta vahinkoa tai vaaraa työntekijöille. Uudelleenkäytettävyyden kannalta on myös olennaista suunnitella purkaminen siten, että purettavat rakennusosat pysyvät ehjänä. Tähän vaikuttavat esimerkiksi purkujärjestys, työmenetelmät, tuennat eri vaiheissa, nostovälineet sekä liitokset, joista jokainen vaatii huolellista suunnittelua sekä rakennusosien ominaisuuksien että työturvallisuuden kannalta.

Ennen rakennusosien purkamista on tärkeä arvioida mahdollisia vaurioita, jotka voivat vaikuttaa saatuihin kuntotutkimustuloksiin. Tällaisia vaurioita on voinut syntyä kuntotutkimuksen jälkeen esimerkiksi mahdollisen sisäpurkuvaiheen aikana tai niitä on voinut olla aikaisemmin piilossa olevissa rakenteissa. On myös tärkeä pystyä erottamaan purkamista ennen tapahtuneet vauriot sekä purkamisen aikana syntyneet vauriot, jotta niiden syitä ja vaikutuksia rakennusosan ominaisuuksiin

5

pystytään arvioimaan. Vaurioiden tarkastelu voidaan käytännössä toteuttaa silmämääräisesti. Mahdollisten vaurioiden vaikutukset ja lisätutkimustarpeet tulee selvittää ennen uudelleenkäyttöä.

Purkamisen aikana ja sen jälkeen on otettava huomioon myös rakennusosien säilyvyyteen liittyvät tekijät, kuten ympäristöolosuhteet. Mahdollinen kastuminen ja jäätyminen voi johtaa rakennusosien rapautumiseen, jos niitä ei suojata riittävästi. Tämä on myös otettava huomioon rakennusosien säilytyksessä ennen uudelleenkäyttöä. Säilytys on suunniteltava erityisesti suojauksen, olosuhteiden, säilytysajan ja varastointimahdollisuuden sekä -kapasiteetin osalta siten, että rakennusosien ominaisuudet eivät heikkene. Säilytyksen jälkeen on myös huolehdittava riittävistä jatkotutkimuksista, jos on syytä epäillä säilytyksen mahdollisia vaikutuksia rakennusosan ominaisuuksiin.

Uuden rakennuksen vaatimukset

Rakennusosien kuntotutkimuksen perusteella voidaan uudelleenkäytettävät rakennusosat suunnitella uuteen kohteeseen. Suunnittelussa tulee huolehtia riittävän luotettavista kuntotutkimustuloksista, jotta rakenteiden uudelleenkäyttö ei vaaranna uuden rakennuksen kestävyyttä. Uuden kohteen suunnittelu voidaan toteuttaa noudattamalla nykyisiä ohjeita ja standardeja, mutta kestävyys- ja lujuusominaisuuksien luotettavuus tulee ottaa huomioon.

Rakennusosien purkamisen yhteydessä alkuperäiset liitososat voidaan joutua katkaisemaan tai ne voivat vaurioitua purun yhteydessä. Rakennusosien uudelleenkäyttö edellyttää siten tyypillisesti kokonaan uusien liitosten suunnittelua sekä niiden laadunvarmistuksen ja tarvittaessa myös ennakkokoestuksen ohjeistusta.

Rakennusosien käyttö kohteissa, joilla on vaatimuksia palonkestolle tai ääneneristävyydelle, asettaa lisätarkasteluvaatimuksia rakenteiden toimivuuden varmistamiseksi. Uuden käyttötarkoituksen asettamien palonkestovaatimusten saavuttaminen saattaa tarkoittaa rakenteen palosuojauksen parantamistarvetta alkuperäiseen verrattuna. Samoin ääneneristysvaatimus esimerkiksi välipohjissa on usein korkeampi kuin vanhoissa rakennuksissa. Nämä asiat on aina tarkasteltava rakennesuunnittelun yhteydessä tapauskohtaisesti ja esitettävä kohteeseen soveltuvat toimivat ratkaisut sekä niiden toteamistavat.

Tuotehyväksyntä

Ennen uudisrakennuksen lopputarkastusta tulee todeta rakennusosien kelpoisuus myös uudelleenkäytettävien rakennusosien osalta. Kelpoisuus osoitetaan materiaaliominaisuuksien testaustulosten perusteella tehdyillä rakennelaskelmilla ja -suunnitelmilla. Tuotehyväksyntä tehdään ensisijaisesti rakennuspaikkakohtaisena hyväksyntänä. Jos uudelleenkäytettävät rakennusosat on valmistettu vuonna 2014 tai sen jälkeen, niillä tulee olla CE-merkintä, jos rakennustuotteilla on olemassa harmonisoitu tuotestandardi. Yleisimmin purettavat rakennukset ovat kuitenkin olleet tuota vanhempia.

Lähteet/muut:

1. Lahdensivu, J. 2022. Vähähiilisen betonin mahdollisuudet asuinkerrostalon hiilijalanjäljen pienentämisessä. Betoni-lehti 3-2022, s. 84–89.
2. Mettke, A. 2010. Material- und Produktrecycling – am Beispiel von Plattenbauten. Zusammenfassende Arbeit von 66 eigenen Veröffentlichungen. Cottbus. Techn. Univ., Habil.-Schr. 371 p.
3. ReCreate project. 2022. KTH presents its pilot building made of recycled concrete. [Verkkosivu]. [Viitattu: 9.11.2022]. Saatavilla: https://recreate-project.eu/2022/06/10/kth-pilot-building-recycled/.
4. Zhu, Y., Lonka, H., Tähtinen, K., Anttonen, M., Isokääntä, P., Knuutila, A., Lahdensivu, J., Mahiout, S., Mäntylä, AM., Raimovaara, M., Santonen, T., Teittinen, T. 2022. Purkumateriaalien kelpoisuus eri käyttökohteisiin turvallisuuden ja terveellisyyden näkökulmasta. Helsinki. Valtioneuvoston kanslia. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2021:15. 161 s.

ReCreate Sweden

Harri Hagan / Arkkitehdit Kontukoski Oy

6

5 Ruotsalaisessa ReCreate-pilottihankkeessa on näyttelyrakennus, joka on rakennettu 99-prosenttisesti uudelleen käytetystä materiaalista. Rakennuksen runko on valmistettu uudelleenkäytetystä betonista. Pilarit ja palkit tulevat Helsingborgin keskustassa sijaitsevasta varastorakennuksesta, ja ontelot ovat "tehdashylkeitä", jotka muuten murskattaisiin ja sekoitettaisiin uuteen betoniin uusissa elementeissä. Kohde ei liity artikkelissa esiteltyyn tutkimushankkeeseen.

6 Raahessa Kiinteistö Oy Kummatissa puretut elementit käytettiin uudelleen muun muassa pihalla sijaitsevissa uudisrakennuksissa. Myös parvekkeiden betonipielet menivät uusiokäyttöön piharakennuksiin, autokatoksiin ja kiinteistönhuollon ajoneuvosuojiin. Vanhojen julkisivuelementtien pintoina käytettiin muun muassa akryylipinnoitettua julkisivulevytystä. Kohde ei liity artikkelissa esiteltyyn tutkimushankkeeseen.

Quality assurance process for reuse of building components

Abstract

Construction industry consumes a significant amount of natural resources globally. In addition to the natural resources, emissions and waste generation are considerably high. By reusing building components, these can be significantly reduced and thus curb climate change. For example, the total carbon footprint of a typical industry hall can be reduced by 55 % by reusing building components.

The reuse process of building components has generated discussion increasingly, and current practices and guidelines are not directly applicable to the reuse process. Therefore, more understanding of influencing factors and new guidelines need to be developed.

This article discusses the different stages of the quality assurance process for the reuse of building components at a general level. The topic is studied in the Reusing precast concrete for a circular economy (ReCreate) project. The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 958200.

The quality assurance process for the reuse of building components has several stages. Each of these stages is essential to ensure the quality of reuse. The process starts from the pre-deconstruction audit stage, at which the purpose is to get a general perspective and of the building and reusability of its structures. Depending on this perspective, the structural condition investigation can be designed and executed, which is an essential for redesigning the components. Structural properties, material properties and possible hazardous substances need to be studied. During the deconstruction stage, occupational safety and possible damage to structures must be considered. A new building can be designed according to the current guidelines, but the reliability of durability and structural properties need to be considered. By following this process, reusability of building components can be confirmed.

Vähähiilinen betoni on nyt laskettavissa

Vesa Tompuri, toimittaja

Betonin hiilidioksidipäästöjen vähentämisen tärkeys on selvää jokaiselle vastuulliselle betonialan ammattilaiselle. Keinot tähän ovat olleet aktiivisessa haussa niin teollisuudessa kuin muidenkin toimijoiden keskuudessa. Jotta CO_2-päästöt saadaan putoamaan, koko rakentamisen ketjun on osallistuttava saman tavoitteen ajamiseen. Tärkeä tämän mahdollistava askel on uusi BY-vähähiilisyyslaskuria hyödyntävä vähähiilisyysluokitus.

Maailman vuotuinen sementintuotanto on runsaat neljä miljardia tonnia eli noin 500 kilogrammaa jokaista maapallon asukasta kohti. Sementin osuus maailman ilmastopäästöistä on puolestaan noin viisi prosenttia. Tästä seuraa, että perinteisesti tuotettu betoni on avainasemassa hillittäessä yhteiskunnissa syntyviä ilmastopäästöjä. Valmisbetonin tuotannossa sementin osuus kaikista betonin valmistuksen päästöistä on 82 prosenttia, betonielementtituotannossa hieman vähemmän.

Markkinoilla on prosessiteollisuuden sivuvirroista jalostettavia sideaineita, joilla voi betonissa osittain korvata sementtiä. Tällaisia sideaineita käyttämällä voi valmistaa vähähiilisempää betonia. Tähän asti eri valmistajien vähähiilisten betonien määrittely ja keskinäinen vertailu on ollut vaikeata, ja tämä puute on voinut vaikeuttaa kilpailua. Tämän epäkohdan poistamiseksi Suomen Betoniyhdistys ja Betoniteollisuus ry ovat yhteistyössä Aalto-yliopiston kanssa kehittäneet BY-vähähiilisyysluokituksen ja sen käytön työkaluna tarpeellisen vähähiilisyyslaskurin.

”Norjassa on positiivisia kokemuksia lähes vastaavasta luokituksesta. Se toimi rohkaisevana esimerkkinä, joskin nyt valmistunut luokitus olisi täällä kehitetty joka tapauksessa”, kertoo Aalto-yliopiston betonitekniikan professori *Jouni Punkki*.

Norjalainen luokitus otettiin käyttöön vuonna 2015 ja päivitettiin viisi vuotta myöhemmin. Toistaiseksi luokituksen ansiosta betonin päästöjä on saatu siellä alennetuksi noin 20 prosenttia. Vaikka pelkkä luokitus ei takaa päästöjen vähentymistä, Suomessa on realistiset mahdollisuudet samaan, kunhan rakentamisen koko ketju teollisuudesta työmaille saadaan omaksumaan luokitus. Toistaiseksi luokituksen käyttö on vapaaehtoista.

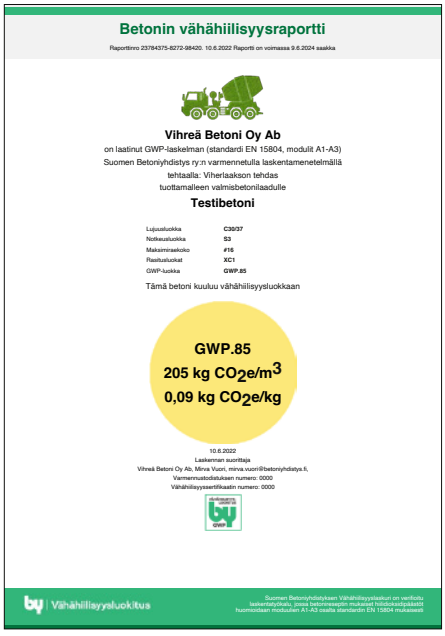
Tuleva rakennuslaki vaatii

Parhaillaan eduskuntakäsittelyssä oleva ehdotus uudeksi rakennuslaiksi tullee sisältämään määräyksiä päästövähennysten toteuttamiseksi. Yksi esillä ollut mahdollisuus on velvoittaa rakennushankkeeseen ryhtyvä alittamaan rakennustyyppikohtainen niin sanottu hiilikatto. Betonialan yhteisenä tavoitteena on kehittää betonin valmistusta niin, ettei sen käyttöä jouduta hankekohtaisesti rajoittamaan tämän tavoitteen täyttymättömyyden vuoksi.

”Vähähiilisyys tulee joka tapauksessa olemaan yhä vahvempi kilpailutekijä, joka auttaa betonia menestymään jatkossakin rakennusmateriaalimarkkinoilla”, muistuttaa Betoniteollisuus ry:n toimitusjohtaja *Jussi Mattila*.

Mattila pitää uutta luokitusta erittäin tärkeänä askeleena myös siksi, että se auttaa edistämään vähähiilisyystavoitteita kaikille betonialan toimijoille tasapuolisella tavalla. Luokitus on ensimmäisiä koko maailmassa; Norjan ohella Euroopan maista vain Saksassa on aiempaa kokemusta lähes vastaavan luokituksen käytöstä.

Uusi luokitus on tarkoitettu ensisijaisesti valmisbetonille. Betonielementeille se ei sellaisenaan sovellu, koska niissä tulisi erikseen


Betonin vähähiilisyysraportti

Raporttinro 23784375-8272-98420. 10.6.2022 Raportti on voimassa 9.6.2024 saakka

Vihreä Betoni Oy Ab

on laatinut GWP-laskelman (standardi EN 15804, moduilit A1-A3)
Suomen Betoniyhdistys ry:n varmennetulla laskentamenetelmällä
tehtaalla: Viherlaakson tehdas
tuottamalleen valmisbetonilaadulle

Testibetoni

Lujuusluokka	C30/37
Notkeusluokka	S3
Maksimiraekoko	#16
Rasitusluokat	XC1
GWP-luokka	GWP.85

Tämä betoni kuuluu vähähiilisyysluokkaan

GWP.85
205 kg CO_2e/m^3
0,09 kg CO_2e/kg

10.6.2022
Laskennan suorittaja
Vihreä Betoni Oy Ab, Mirva Vuori, mirva.vuori@betoniyhdistys.fi,
Varmennustodistuksen numero: 0000
Vähähiilisyysseurtifikaatin numero: 0000

Vähähiilisyysluokitus

Suomen Betoniyhdistyksen Vähähiilisyysluokituri on verifioitu laskentatyökalu, jossa betonireseptin mukaiset hiilidioksidipäästöt huomioidaan moduulien A1-A3 osalta standardin EN 15804 mukaisesti

Asiakasraportti

1 Välipohjan paikallavalua Skanska Oy:n työmaalla Helsingin Telakkarannassa.

Betoniyhdistys By

1

Consolis Parma Oy

2

tarkastella tuotteen sisältämien muiden materiaalien, kuten raudoitteiden ja eristeiden, osuutta päästövähennyskokonaisuudessa. Tuotekohtainen EPD-ympäristöseloste ei puolestaan ole toistaiseksi kovin käyttökelpoinen työkalu valmisbetonin päästövähennyksien edistämisessä, koska siinä on tarkasteltava epäkäytännöllisen suurta, betoniasemakohtaista tuotekirjoa.

Tarkat kriteerit luokissa

Betonirakenteiden suunnittelulla on luonnollisesti erittäin suuri merkitys siinä, kuinka laajalti uutta vähähiilisyysluokitusta rakennushankkeissa vaaditaan ja käytetään. Nyt kun luokitus on olemassa, rakennesuunnittelijan on mielekästä vaatia vähähiilistä betonia ilman, että määrittelyssä joutuu ottamaan kantaa minkään yksittäisen valmistajan puolesta tai mitään valmistajaa vastaan. Toisin sanoen määrittelyn voi tehdä objektiivisesti mainitsematta markkinointinimiä suunnitelmissa.

Uusi vähähiilisyysluokitus kattaa 16 eri betonilaatua ja viisi vähähiilisyysluokkaa. Vähähiilisyyslaskenta tehdään betoniasemakohtaisen reseptin mukaan, ja siinä otetaan huomioon raaka-aineiden kuljetus, betonin valmistuksessa tarvittava energiankulutus sekä valmistuksessa muodostuva hukka.

Käytännössä vähähiilisen betonin määrittely tehdään asettamalla tavoite suhteessa perinteiseen vastaavaan betoniin. Tämän perinteisen rakenteen referenssitason merkintä on GWP.REF, ja eri tavoitetasojen merkinnät vastaavasti GWP.85, GWP.70, GWP.55 ja GWP.40. Toisin sanoen tavoitellaan betonia, jonka päästöt ovat 15–60 prosenttia pienemmät kuin referenssibetonilla. Vähähiililaskurilla tehtävällä laskelmalla saatujen tulosten yksikkö on kg CO_2 e/betoni-m³, joka ilmaisee siis valmistuksessa vapautuvan hiilidioksidin määrän betonikuutiometrissä.

”Suunnittelussa tulee varmistaa mahdollisuuksien mukaan myös vähähiilisen betonin saatavuus kohtuuetäisyydeltä rakennuspaikasta. Esimerkiksi vähähiilisten P-lukubetonilaatujen saatavuus on toistaiseksi ollut varsin rajoitettua”, toteaa yksikön päällikkö *Heidi Merikukka* Ramboll Finland Oy:stä.

Sen sijaan tyypillisen talonrakennuksen kaikkiin rakenneosiin on hänen mukaansa jo nykyisin saatavilla vähähiilisiä vaihtoehtoja. Sillä, mitä rakenneosia vähähiilisyysvaatimus koskee, on oleellinen merkitys päästötavoittei-

2 Tyypillisen talonrakennuksen kaikkiin rakenneosiin on jo nykyisin saatavilla vähähiilisiä vaihtoehtoja. Kuvassa Consolis Parma Oy:n ontelolaattoja.

Jussi Helttunen

3

Lujabetoni Oy

4

3 Bonava Oy:n Kirkkonummelle rakentamassa vähähiilisessä asuinkerrostalossa käytetään vähähiilisiä betonielementtejä. Kuvassa Bonavan hankintapäällikkö *Samuli Nylander* (vas.) ja rakennesuunnittelija *Johan Sund* työmaalla. Takana vähähiilisestä betonista tehtyjä sisäseinäelementtejä

4 Ensimmäisenä valmisbetonitehtaana vähähiilisyyssertifikaatin sai Lujabetoni Oy:n Helsingin tehdas lokakuussa 2022.

den kannalta. Jos esimerkiksi betonirunkoisen rakennuksen koko runko tehdään vähähiilisestä betonista, tämä muodostaa noin kaksi kolmannesta kyseisen rakennuksen päästövähennyspotentiaalista.

Vaikka uusi luokitus on tarkoitettu ensisijaisesti valmisbetonille, se ei tarkoita sitä, että elementtiteollisuuden päästövähennystavoitteet olisivat vaikeammin määritettävissä.

”Esimerkiksi ontelolaatoilla on suuri päästövähennyspotentiaali, koska ne muodostavat rakennuskohteissa suuren pinta-alan”, Merikukka toteaa.

Rakennesuunnittelussa on otettava huomioon myös se, millainen vaikutus vähähiilisellä betonilla on työmaan aikatauluun. Koska vähähiilisyys saavutetaan korvaamalla sementtiteollisuuden sivuvirroista jalostettavilla sideaineilla, kuten lentotuhkalla ja masuunikuonalla, tästä on usein seurauksena kovettumisaikojen pidentyminen.

”Kun sementtiä korvaavan sideaineen määrä betonissa on 40 prosenttia tai enemmän, betonin lujuudenkehitykselle olisi suositeltavaa varata mahdollisuuksien mukaan 91 vuorokautta normaalin 28 vuorokauden sijaan. Tämä on otettava huomioon erityisellä tavalla talvirakentamisessa, sillä lämpötilan lasku talvella hidastaa hydrataatiota”, Merikukka jatkaa.

Työmaa- ja tehdaskokemuksia

Vähähiilisestä betonista on kokemusta työmailla jo ennen kuin uusi vähähiilisyysluokitus tuli käyttöön. Bonava Oy:n Kirkkonummelle rakentamassa vähähiilisessä asuinkerrostalossa työkaluna oli edellä mainittu EPD-seloste (Environmental Product Declaration).

”Tässä kohteessa päästövähennyslaskelmat olivat hyvin yksityiskohtaisia ja varsin työläitä. On hyvä asia, että uusi luokitus yksinkertaista prosessia”, sanoo Bonavan hankintapäällikkö *Samuli Nylander*.

Kirkkonummen työmaalle betonielementit toimitti Consolis Parma. Teknologiajohtaja *Juha Rämön* mukaan hankkeessa käytettiin laajasti Parman vähähiilisiä betonielementtejä kolmelta eri tehtaalta.

Vähähiilisyysluokituksen menestyksellisen soveltamisen tärkeä edellytys on se, että mahdollisimman moni valmistaja saa tarvittavan vähähiilisyyssertifikaatin. Niitä myöntää Suomessa Inspecta Sertifiointi Oy.

”Vähähiilisen betonin valmistuksen sertifikaatin hakemisen pohjavaatimuksena on,

Jari Härkönen / Finnsementti Oy

5

että tehtaalla on valmisbetonin tai betonielementtien tuotehyväksynnän sertifikaatti, kuten varmennustodistus valmisbetonilla tai CE-merkinnän sertifikaatti betonielementtitehtaalla. Vähähiilisen betonin sertifiointi edellyttää, että betonin valmistajalla on käytössä BY-Vähähiilisyyslaskuri tai muu verifioitu laskentatyökalu, jonka Betoniyhdistys on hyväksynyt", kertoo Inspectan tuoteryhmäpäällikkö *Katriina Tallbacka*.

Tallbacka toteaa lisäksi, että sertifikaatin myöntäminen edellyttää hyväksyttyä alkutarkastusta, jossa tarkastetaan valmistajan valmiudet BY-Vähähiilisyysluokituksen käyttöön ja jossa todennetaan vähintään yhden vähähiilisen betonikoostumuksen laskenta, lähtötietojen oikeellisuus ja vähähiilisen betonin koostumuksen nimeäminen ja jäljitettävyys.

"Toiminnan vaatimustenmukaisuutta todennetaan jatkossa kaksi kertaa vuodessa tehtaalle tehtävien tarkastuskäyntien yhteydessä, jolloin otantana todennetaan laskelmien ajantasaisuutta, lähtötietojen oikeellisuutta sekä toteutumista käytännön tuotannossa."

Ensimmäisenä valmisbetonitehtaana vähähiilisyyssertifikaatin sai Lujabetoni Oy:n Helsingin tehdas lokakuussa 2022. Lujabetonin kehityspäällikkö *Tuomo Kovanen* pitää uutta luokitusta ja sen käyttöä tukevaa sertifikaattia parhaana tapana määrittää kohdekohtainen vähähiilisyystavoite ja todentaa sen saavuttaminen.

Sertifikaatin mukainen valmistus on Inspectan tarkastuksen kohteena kahdesti vuodessa, ja valmistajan on joka kerta erikseen todennettava vähähiilisen betonin valmistuksen olevan sertifikaatin ehtojen mukaista.

"Lujabetoni tulee hakemaan vähähiilisen betonin valmistuksen sertifikaattia useimmille valmisbetonitehtailleen lähiaikoina. Oulun valmisbetonitehtaalla on jo alkutarkastus pidetty, ja sertifikaatti on tulossa", Kovanen kertoo.

Pullonkaulat vähissä

Vähähiilisen betonin sertifointi on tärkeä alku pyrittäessä koko rakennusalan hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. Suunnittelun näkökulmasta vähähiilisyyden edistämiseksi on käytössä muitakin kokonaisvaltaisempia keinoja.

"Meillä Rambollissa on käytössä esimerkiksi Fenix-työkalu, joka mahdollistaa runko- ja vaipparakenteiden nopean vertailun suuren vaihtoehtomäärän välillä. Työkalun avulla erilaisia massoitteluvaihtoehtoja ja niiden toteuttamista eri materiaaleilla voidaan tarkastella myös päästö- ja kustannusnäkökulmasta. Arkkitehtikin saa vertailun ja visuaalisten näkymien kautta tärkeää tietoa omien valintojensa tueksi. Näin ollen esimerkiksi se, että päästöjen kannalta eristepaksuuden lisäys on huono ratkaisu, mutta energiankulutuksen kannalta päinvastoin, tulee ratkaisuissa huomioiduksi", Heidi Merikukka kertoo.

Suunnittelun kannalta merkittäviä pullonkauloja vähähiilisyyden tavoitteiden edistämiseksi ei siis juuri ole. Myös julkisen hankintatoimen näkökulmasta uusi luokitus laskureineen poistaa esteitä ilmastotavoitteiden toteutumisen tieltä.

"Ilman tätä uutta luokitusta saattoi tulla tilanteita, joissa vähähiilisyyden käytölle kasaantui hankintajuridisia esteitä. Emme siis rakennuttajana ole voineet määrätä käyttämään tiettyjä tuotemerkkejä. Nyt nämä kilpailua rajoittavat esteet saadaan tältä osin poistetuksi", toteaa Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön tiimipäällikkö *Olli-Pekka Aalto*.

Lisää tietoa BY-Vähähiilisyysluokitus -sivustolta:
https://vahahiilinenbetoni.fi/

Jussi Helttunen

6

7

Lujabetoni Oy

5 Helsingin Herttoniemessä JM Suomi Oy:n rakennuskohde Asunto Oy Paratiisilinnun holvivalut tehtiin Betset Oy:n vähähiilisellä GWP.70 C 30/37 -lujuusluokan betonilla, jossa käytettiin Finnsementin Kolmossementtiä.

6 Bonavan asuinkerrostaloissa Kirkkonummella käytetään vähähiilisiä betonielementtejä. Vähähiilisestä betonista tehtyjen ontelolaattojen lisäksi muun muassa kantavissa väliseinissä käytetään vähähiilistä betonia.

7 Lujabetoni Oy toimitti valmisbetonit Valtatie 3:n Hämeenkyrön ohitustien väylähankkeeseen. Kuvassa väylähankkeen valutyöt käynnissä.

Vähähiilisten betonien säilyvyysominaisuudet

Taavi Salakka

Ahsan Iqbal
DI, tutkija, Betonitekniikka, Aalto-yliopisto
ahsan.iqbal@aalto.fi
Fahim Al-Neshawy
Staff Scientist, Betonitekniikka,
Aalto-yliopisto, fahim.al-neshawy@aalto.fi
Jukka Piironen
Laboratorioinsinööri, Aalto-yliopisto
jukka.piironen@aalto.fi
Jouni Punkki
Professori (POP), Betonitekniikka
Aalto-yliopisto, jouni.punkki@aalto.fi

LOIKKA on Aalto-yliopiston ja teollisuuden yhteishanke betonin CO_2-päästöjen vähentämiseksi. Tavoitteena hankkeessa on puolittaa betonin valmistuksesta aiheutuvat CO_2-päästöt. Teollisuudesta hankkeeseen osallistuu Betolar Oyj, Elematic Oyj, Finnsementti Oy, Joutsenon Elememtti Oy ja Lammin Betoni Oy. Hanketta rahoittaa Business Finland ja Aallon tutkimushanketta lisäksi Betoniteollisuus ry, Talonrakennusteollisuus ry ja Väylävirasto. Hanke kestää 28.2.2024 saakka ja hankkeen kokonaiskustannukset ovat 3,4 milj.€.

Taustaa

LOIKKA-hanke on Aalto-yliopiston ja teollisuuden yhteishanke betonin päästöjen vähentämiseksi. Hankkeen tavoitteena on puolittaa betonin valmistuksesta aiheutuvat CO_2-päästöt. Nopein ja tehokkain tapa vähentää betonin päästöjä on sideaineen päästöjen vähentäminen, aiheuttaahan sementti valtaosan betonin valmistuksen päästöistä. LOIKKA-hankkeessa keskitytään ensisijaisesti masuunikuonan hyödyntämiseen. Masuunikuona on erittäin tehokas seosaine ja sitä voidaan käyttää betonissa suuria määriä. Siten masuunikuonalla voidaan vähentää merkittävästi betonin valmistuksen päästöjä.

Masuunikuonaa on käytetty Euroopassa jo 100 vuoden ajan ja sen vaikutukset betonin säilyvyyteen tunnetaan varsin hyvin. Masuunikuonalla on tunnetusti positiivisia vaikutuksia betonin säilyvyyteen, se muun muassa parantaa betonin kemiallista kestävyyttä ja hidastaa kloridien tunkeutumista. Masuunikuonalla on kuitenkin selkeä negatiivinen vaikutus betonin pakkassuolakestävyyteen ja myös betonin ikääntyminen (karbonatisoituminen) vaikuttaa kuonabetonin pakkassuolakestävyyteen selvästi voimakkaammin kuin portland-sementistä valmistettuun betoniin. Yleisesti 50 %:n kuonamäärää pidetään kriittisenä raja-arvona pakkassuolakestävyyden kannalta, näin myös Väyläviraston Infrabetonien valmistusohjeessa [1].

Ahsan Iqbal on tehnyt diplomityönsä aiheesta Vähähiilisten betonien säilyvyysominaisuudet (Durability Properties of Low-Carbon Concretes) [2]. Työssä tutkittiin betonien lujuus- ja säilyvyysominaisuuksia käytettäessä eri sideaineita. Diplomityö on tehty Aalto-yliopiston betonitekniikan laboratoriossa ja työn ohjaajana toimi *Fahim Al-Neshawy* ja valvojana prof. *Jouni Punkki*. Diplomityö valmistui syyskuussa -22 ja työ on osa LOIKKA-hanketta.

Kokeellinen tutkimus

Tutkimuksen koeohjelma koostui yhdeksästä betonista, joissa käytettiin eri sideaineita. Sideaineiden kuonamäärät vaihtelivat alueella 0...79 %. Betonien vesi-sideainesuhde pidettiin vakiona (0,45), samoin kiviainesten määrä. Betonien tavoitepainuma oli 150 ± 25 mm ja tavoiteilmamäärä 5,0 ± 1,0 %. Sideaineiden erilainen

1 Vekaransalmen 639 metrin pituinen palkkisilta toteutettiin liittorakenteisena, teräspalkkien ja betonikannen yhdistelmänä. Silta valmistui vuonna 2019. Ympäröivä Natura alue ja vesistöluonto on huomioitu läpi hankkeen elinkaaren.

2 Masuunikuona on raakaraudan valmistuksen sivutuote, joka muodostuu masuunissa syntyneestä silikaattisulatteesta nopeasti jäähdyttämällä. Masuunikuonajauhe on hienoksi jauhettua granuloitua masuunikuonaa, jolla on ns. piilevät hydrauliset ominaisuudet. Nämä ominaisuudet heräävät sementin ja veden reaktiossa syntyvän kalsiumhydroksidin vaikutuksesta, jolloin kuona kehittää lujuutta. Masuunikuonajauheen vedentarve on pieni, eli se notkistaa betonia. Se myös vähentää huomattavasti betonin hydrataatiolämpöä, minkä vuoksi sitä käytetään usein massiivisten rakenteiden valuissa.

1 **2**

Taulukko 1

Koebetonien koostumukset

Tunnus	Sideaineet	Sementti (kg/m³)	Kuonajauhe (kg/m³)	Kuonan osuus sideaineesta (%)	Tehonotkistin (%) sideaineen painosta
C-I-0	Pika (CEM I 52,5 R)	430	0	0	0,35
C-II-A-0	Rapid (CEM II/A-LL 42,5 R)	430	0	0	0,18
C-II-B-0	Oiva (CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N)	430	0	17	0,18
C-II-B-25	Oiva + 25 % kuona	323	107	38	0,12
C-II-B-50	Oiva + 50 % kuona	215	215	59	0,06
C-II-B-75	Oiva + 75 % kuona	107	323	79	0,00
C-III-A-0	Kolmossementti (CEM III/A 52,5 L)	430	0	42	0,10
C-III-B-0	Finnssementti CEM III/B (CEM-III/B 42,5)	430	0	69	0,00
C-III-B-L-0	Schwenk CEM III/B (CEM-III/B 32,5 N)	430	0	70	0,00

vedentarve huomioitiin säätämällä betonin notkeutta tehonotkistimen avulla. Betonien koostumukset on esitetty taulukossa 1.

Tuoreen betonin ominaisuudet on esitetty taulukossa 2.

Betonien pakkasenkestävyyttä tutkittiin laattakokeella. Pakkassuolakestävyys tutkittiin CEN/TS 12390-9 mukaisesti ja pakkasenkestävyys ilman klorideja CEN/TR 15177 mukaisesti. Molemmissa tapauksissa määritettiin sekä rapauma että suhteellinen dynaaminen kimmomoduuli. Lisäksi koekappaleita vanhennettiin CO_2-kammiossa standardin EN 12390-12 mukaisesti. Kammion CO_2-konsentraatio oli 3,0 ± 0,5 % ja koekappaleita pidettiin kammiossa 62 vuorokautta. Käsittelyn jälkeen koekappaleiden karbonatisoitumissyvyys mitattiin ja koekappaleille tehtiin laattakokeet.

Laattakokeiden lisäksi betonien säilyvyysominaisuuksia arvioitiin kapillaarisen vedelläimu- ja painekyllästyskokeen avulla ja lisäksi betoneille teetettiin ohuthieanalyysit.

Koetulokset

Puristuslujuus

Betonien puristuslujuudet määritettiin 7, 28 ja 91 vuorokauden ikäisinä käyttäen 100 mm:n koekuutioita. Keskimääräiset tulokset on esitetty kuvassa 3.

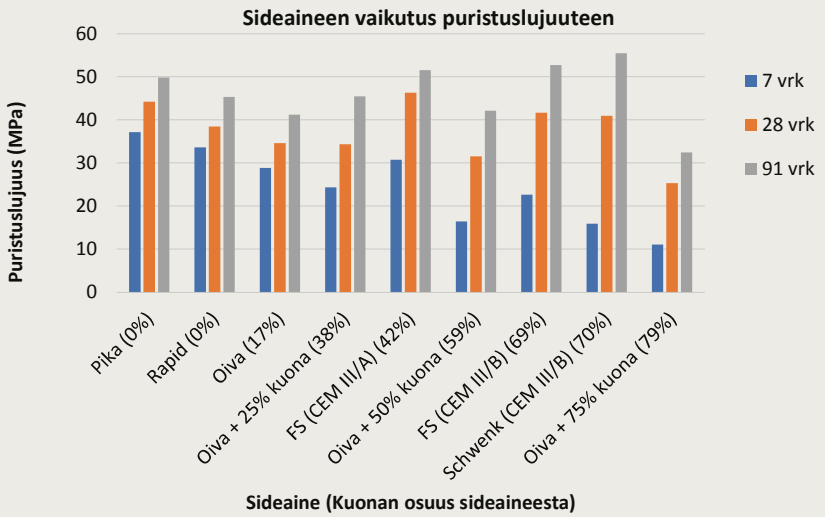
Puristuslujuus 7 vrk ikäisenä laski selvästi kuonamäärän kasvaessa. Poikkeuksena oli Kolmossementti, jolla saavutettiin jo varsin

Taulukko 2

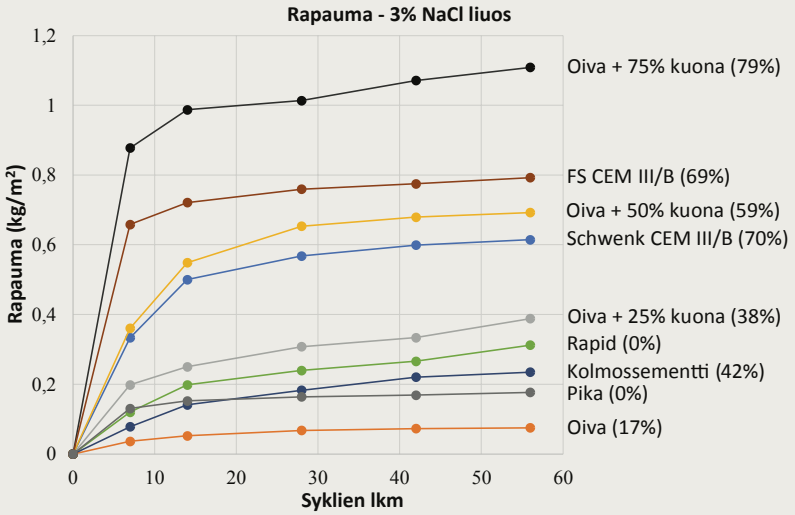
Koebetonien painuma-arvot sekä ilmamäärät

Tunnus	Sideaineet	Painuma (mm)	Ilmamäärä (%)
C-I-0	Pika (CEM I 52,5 R)	150	4,8
C-II-A-0	Rapid (CEM II/A-LL 42,5 R)	160	4,9
C-II-B-0	Oiva (CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N)	170	5,0
C-II-B-25	Oiva + 25 % kuona	170	5,2
C-II-B-50	Oiva + 50 % kuona	165	5,5
C-II-B-75	Oiva + 75 % kuona	170	5,5
C-III-A-0	Kolmossementti (CEM III/A 52,5 L)	170	4,9
C-III-B-0	Finnssementti CEM III/B (CEM III/B 42,5)	170	5,2
C-III-B-L-0	Schwenk CEM III/B (CEM III/B 32,5 N)	140	4,1

3 Sideaineen vaikutus betonin puristuslujuuteen 7, 28 ja 91 vrk ikäisenä.



4 Pakkassuolakokeiden rapaumatulokset, väliaineena 3% NaCl liuos.



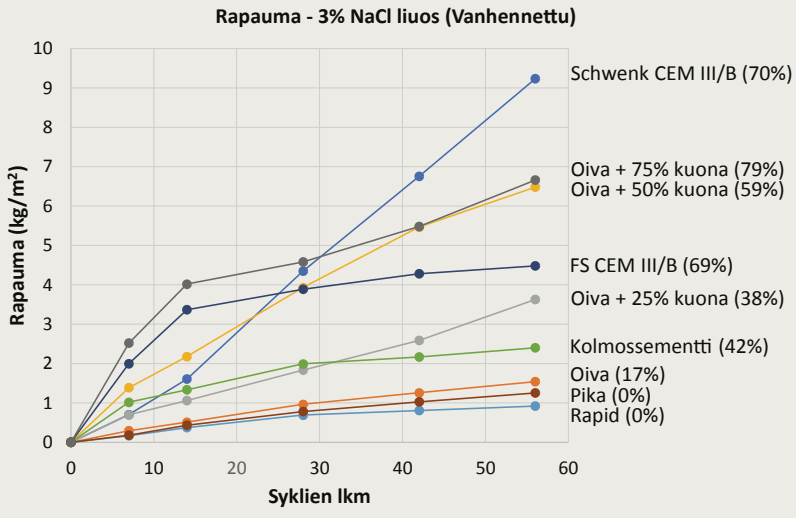
korkea lujuus 7 vrk ikäisenä. Kolmossementillä saavutettiin myös korkein 28 vrk lujuus ja muutoinkin kuonamäärän vaikutus lujuuteen 28 vrk kohdalla oli jo vähäisempi. 91 vrk ikäisenä korkeimmat puristuslujuudet saavutettiin CEM III/B-tyypin sementeillä. Lujuuksien vertailuun vaikuttaa myös sementtien erilaiset normilujuudet, jotka vaihtelivat välillä 32,5...52,5 MPa. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin havaita, että masuunikuonan tehokkuuskerroin loppulujuuden suhteen on korkea. Samoin masuunikuonan hidastava vaikutus lujuudenkehitykseen on helppo havaita.

Pakkassuolakestävyys

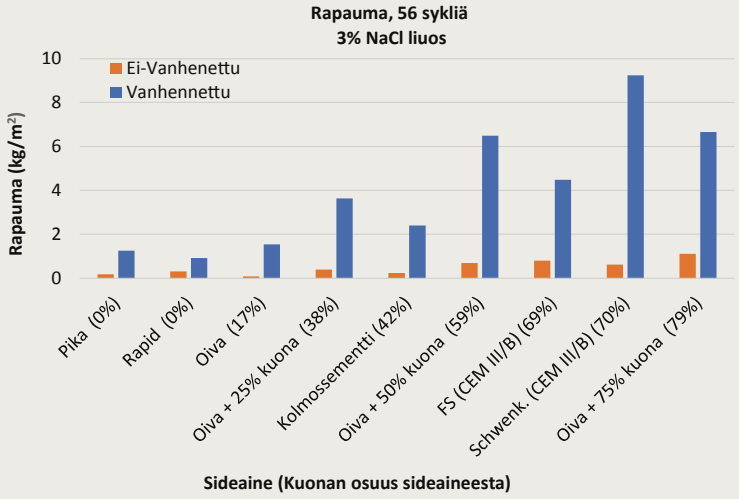
Pakkassuolakestävyyttä arvioitiin laattakokeen avulla. Kokeessa lämpötila vaihtelee alueella +20...-20 °C. Kokeet tehtiin 150×150×50 mm³ koekappaleille ja koekappaleista määritettiin rapauma sekä sisäinen vaurio eri ajankohtina. Sisäistä vauriota arvoitiin suhteellisen dynaamisen kimmomoduulin avulla. Kokeessa käytettiin väliaineena 3 % NaCl liuosta. Koetulokset on esitetty kuvassa 4.

Koetulosten perusteella pakkassuolakestävyyden voidaan arvioida heikentyvän kuonamäärän kasvaessa. Betoninormien BY65 [3] vaatimustasot rasitusluokissa XF2 ja XF4 vaihtelevat välillä 0,25...0,65 kg/m², P-lukubetonien vaatimustasot ovat osin vielä tiukemmat. Koetulokset tukevat vallitsevaa käsitystä, jonka mukaan 50 % kuonamäärä kriittinen määrä pakkassuolakestävyyden kannalta. Sideai-

5 Vanhennettujen koekappaleiden pakkassuolakokeiden rapaumatulokset, väliaineena 3% NaCl liuos.



6 Vanhentamattomien ja vanhennettujen koekappaleiden rapauma-arvot, väliaineena 3 % NaCl liuos.



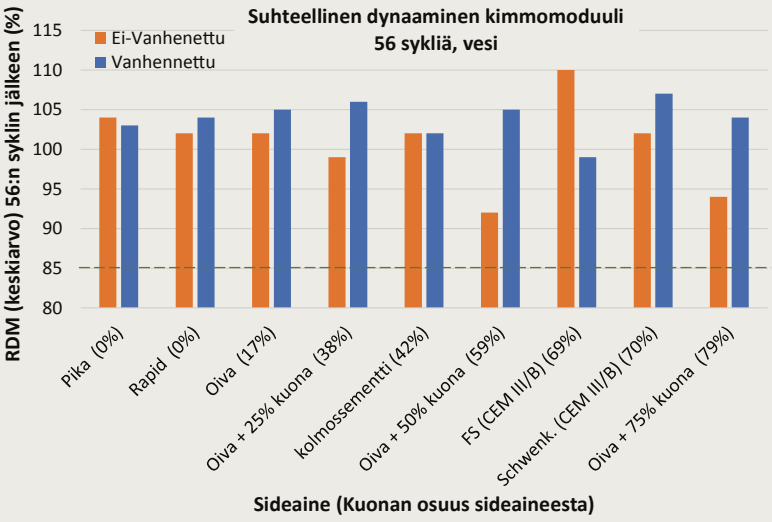
neilla joiden kuonamäärä oli > 50 % antoivat selvästi suuremmat rapauma-arvot kuin sideaineet joilla kuonamäärä oli < 50 %.

Pakkassuolakestävyys, vanhennetut koekappaleet

Erillisessä koesarjassa koekappaleita vanhennettiin CO_2-kammiossa (3,0 ± 0,5 %) 62 vuorokauden ajan ennen pakkaskokeiden aloittamista. Kuten kuvasta 5 voidaan havaita vanhentaminen kasvatti merkittävästi rapauma-arvoja.

Kuvassa 6 esitetään sekä vanhentamattomien että vanhennettujen koekappaleiden rapauma-arvot. Pienin rapauma-arvo vanhennetuilla koekappaleilla oli 0,9 kg/m², kun vanhentamattomilla koekappaleilla se oli < 0,1 kg/m². Suurin rapauma-arvo vanhennetuilla koekappaleilla oli > 9 kg/m². Kokeessa käytetty vanhennuskäsittely (3,0 ± 0,5 % – 62 vrk) moninkertaisti rapauma-arvot. Toisaalta voidaan arvioida, että käytetty vanhennuskäsittely oli varsin raju.

7 Vanhentamattomien ja vanhennettujen koekappaleiden suhteelliset dynaamiset kimmokertoimet, väliaineena de-ioinisoitu vesi.



Pakkasenkestävyys ilman klorideja (Rasitusluokat XF1 ja XF3)

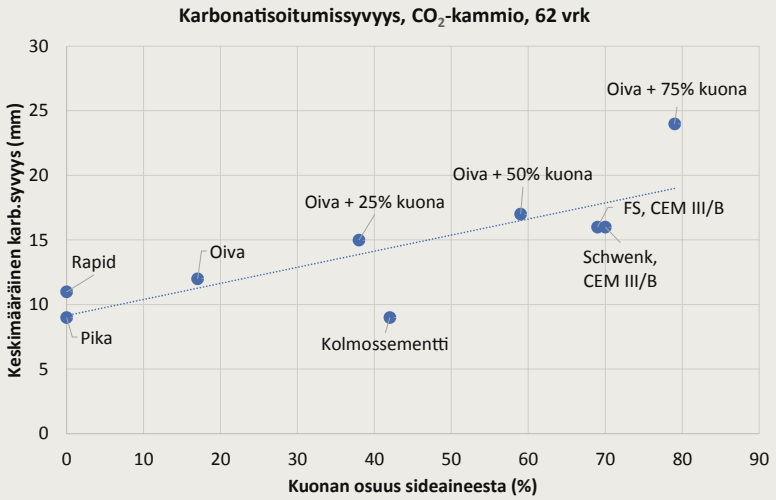
Pakkassuolakestävyyden lisäksi myös betonien pakkasenkestävyys (ilman kloridivaikutusta) määritettiin. Rasitusluokissa XF1 ja XF3 sisäinen vaurio on olennaisempi kuin rapauma. Kuvassa 7 on esitetty vanhentamattomien ja vanhennettujen koekappaleiden suhteelliset dynaamiset kimmokertoimet. Betoninormeissa BY65 [3] tiukin vaatimustaso suhteelliselle dynaamiselle kimmokertoimelle on 85 % (XF3 – 100 v). Siten kaikki betonit täyttävät vaatimukset pakkasenkestävälle betonille ja myös vanhentamisen vaikutus pakkasenkestävyyteen on koetulosten perusteella vähäinen. Useammalla betonilla vanhentaminen paransi RDM-arvoa.

Ahsan Iqbal

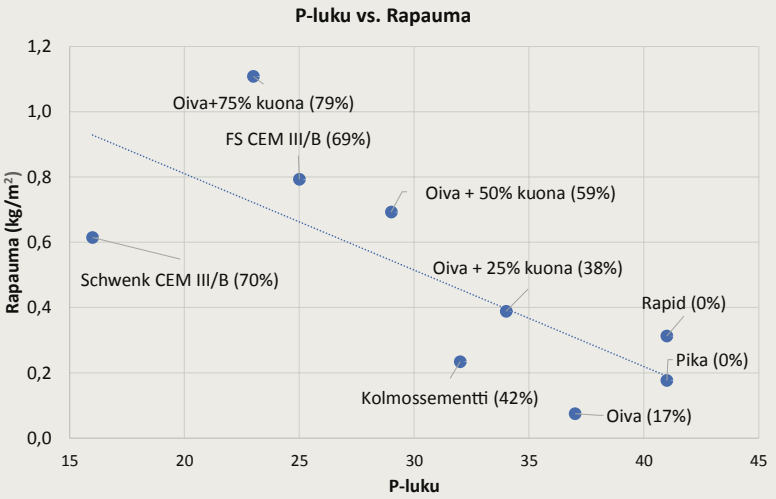
8 Karbonatisoitumissyvyyden mittaaminen vanhentamiskäsittelyn jälkeen.

8

9 Betonien karbonatisoitumissyvyydet kuonamäärän funktiona. Koekappaleet säilytettiin CO_2-kammiossa (3% CO_2) 62 vuorokauden ajan.



10 Koebetonien rapauma-arvo laskennallisen P-luvun funktiona.



Karbonatisoituminen

Koekappaleiden karbonatisoitumissyvyys mitattiin vanhentamiskokeen yhteydessä (CO_2 kammio, 62 vrk). Keskimääräiset karbonatisoitumissyvyydet on esitetty kuvassa 9. Tulosten perusteella voidaan todeta, että kuona kasvattaa selvästi betonin karbonatisoitumista. Suurimmilla kuonamäärillä saavutettiin lähes kaksinkertainen karbonatisoitumissyvyys verrattuna sideaineisiin, jotka eivät sisältäneet kuonaa.

P-luku

Koebetonien P-luvut on laskettu Väylävirasto Infrabetonien valmistusohjeen mukaisesti [1]. CEM III-tyypin sementtien P-luvut on laskettu ilman sementtien erillishyväksyntää. Erillishyväksyntä kasvattaisi P-lukuja, mutta erillishyväksyntää ei ole toistaiseksi CEM III-tyypin sementeille. Kuvassa 10 on esitetty rapauma-arvot laskennallisen P-luvun funktiona. Kuvasta voidaan havaita, että P-luku korreloi varsin hyvin rapauma-arvon kanssa. Samoin kuvasta voidaan havaita, että korkeampien P-lukujen saavuttaminen kuonabetoneilla tulee olevaan haastavaa.

Ohuthieanalyysit

Ohuthieanalyysin avulla voidaan arvioida huokosrakenteen laatua ja siten välillisesti betonin pakkasenkestävyyttä. Tosin infrabetonien (P-lukubetonien) osalta ohuthieanalyysia ei voida käyttää pakkassuolakestävyyden arviointiin. Tässä projektissa haluttiin kuitenkin varmistaa betonien huokosrakenteen laatu ohuthieanalyysin avulla. Koetulokset on esitetty taulukossa 3.

Huokosjakoa pidetään yleisesti toimivana parametrinä arvioitaessa betonin pakkasenkestävyyttä. Tässä tutkimuksessa kaikilla tutkituilla betoneilla saavutettiin alhainen huokosjako (≤ 0,16 mm), mutta toisaalta ominaispinta-alat olivat korkeita. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että suojahuokoset olivat hyvin pieniä ja vaarana on, että ne täyttyvät vedellä, erityisesti kloridirasituksessa.

Koetulokset osoittavat, että pakkassuolarasitetuilla betoneilla huokosjako korreloi huonosti rapauman kanssa. Korkeilla kuonamäärillä rapauma oli suuri, vaikka huokosjako oli alhainen. Sen sijaan pakkasrasitetuilla betoneilla (rasitusluokat XF1 ja XF3) huokosjako näyttäisi korreloituvan hyvin sisäisen vaurion (RDM) kanssa.

Betonien CO_2-päästöt

Betonien CO_2-päästöt laskettiin Betoniyhdistyksen Vähähiilisyyslaskurin avulla [4]. Raaka-aineiden kuljetusmatkoina käytettiin tyypillisiä kuljetusmatkoja. Betonien päästöarvot on esitetty taulukossa 4. Kuten havaitaan, että masuunikuona on erittäin tehokas keino vähentää betonin CO_2-päästöjä. Korkeimmilla kuonamäärillä päästään alle kolmasosaan CEM I tai CEM II/A-sementillä valmistettujen betonien päästöistä.

Johtopäätökset

Diplomityössä tutkittiin kuonan vaikutuksia betonin lujuus- ja säilyvyysominaisuuksiin. Kuona hidasti selkeästi betonin lujuudenkehitystä, mutta toisaalta korkeimmat puristuslujuudet 91 vuorokauden ikäisinä saavutettiin CEM III/B-tyypin sementeillä, joissa kuonan osuus oli noin 70 % sideaineen määrästä.

Kuona heikensi selkeästi betonin pakkassuolakestävyyttä. Kriittisenä pidetty 50 %:n kuonamäärä vaikuttaisi olevan kohdallaan. Mikäli kuonamäärä oli > 50 %, pakkassuolakestävyys aleni selvästi. Koekappaleiden vanhentaminen CO_2-kammiossa kasvatti rapauma-arvon moninkertaiseksi. Onkin tärkeää tutkia tarkemmin karbonatisoitumisen vaikutuksia kuonabetonien pakkassuolakestävyyteen. Myös betonien karbonatisoituminen kasvoi merkittävästi kuonamäärän kasvaessa,

Taulukko 3

Ohuthieanalyysien tulokset

Tunnus	Sideaine	Suoja-huokoset (%)	Tiivistys-huokoset (%)	Huokosjako (mm)	Ominais-pinta-ala (mm^2/mm^3)
C I-0	Pika (CEM I 52,5 R)	4,6	1,3	0,14	40
C II-A-0	Rapid (CEM II/A-LL 42,5 R)	5,0	0,7	0,11	47
C II-B-0	Oiva (CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N)	5,0	0,7	0,10	50
C II-B-25	Oiva + 25 % kuona	5,1	0,2	0,12	42
C III-A-F-0	Kolmossementti (CEM III/A 52,5 L)	3,9	1,0	0,10	55
C II-B-50	Oiva + 50 % kuona	5,7	1,4	0,11	47
C III-B-0	Finnssementti CEM III/B (CEM III/B 42,5)	3,1	0,4	0,16	38
C III-B-L-0	Schwenk CEM III/B (CEM III/B 32,5 N)	3,4	1,9	0,13	47
C II-B-75	Oiva + 75 % kuona	5,8	1,3	0,13	40

CEM I-tyypin sementillä karbonatisoituminen CO_2-kammiossa oli noin 10 mm, mutta CEM III/B-tyypin sementillä vastaava arvo oli noin 25 mm. Kuonamäärällä on myös voimakas vaikutus betonin P-lukuun. Koetulokset vahvistavat kuonan vaikutuksen, rapauma-arvon korrelaatio laskennallisen P-luvun kanssa oli voimakas. Samalla kuitenkin havaittiin, että korkeampien P-lukujen saavuttaminen kuonabetoneilla tulee olemaan haastavaa. Kun seossementeille saadaan Väyläviraston erillishyväksynnät, tilanne tulee hieman helpottumaan, mutta edelleenkin korkeampien P-lukujen saavuttaminen tulee olemaan haastavaa.

Betoneille tehdyt CO_2-päästölaskelmat osoittavat kuonan tehokkuuden päästöjen vähentämisessä. Päästövähennyksiä ei kuitenkaan tule tehdä säilyvyydestä tinkimällä. Erityisesti pakkassuolarasitetuissa rakenteissa masuunikuonaa tulee käyttää harkiten.

Taulukko 4

Koebetonien laskennalliset CO_2-päästöt

Tunnus	Sideaine	Kuonan osuus (%)	CO_2-päästöt ($kg\text{-}CO_2\text{-}ekv/m^3$)
C-I-0	Pika (CEM I 52,5 R)	0	383
C-II-A-0	Rapid (CEM II/A-LL 42,5 R)	0	369
C-II-B-0	Oiva (CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N)	17	291
C-II-B-25	Oiva + 25 % kuona	38	231
C-III-A-F-0	Kolmossementti (CEM III/A 52,5 L)	42	248
C-II-B-50	Oiva + 50 % kuona	59	171
C-III-B-0	Finnssementti CEM III/B (CEM III/B 42,5)	69	145
C-III-B-L-0	Schwenk CEM III/B (CEM III/B 32,5 N)	70	145
C-II-B-75	Oiva + 75 % kuona	79	111

Kirjallisuus

1. Infrabetonien valmistus. Väyläviraston ohjeita 41/2020. Väylävirasto. Verkkojulkaisu, saatavilla: https://vayla.fi/palveluntuottajat/ohjeluettelo
2. A. Iqbal, "Durability Properties of Low-carbon Concrete," Diplomityö. Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos, Espoo, 2022. Saatavilla: http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-202210165939
3. Betoninormit 2021, BY65. Suomen Betoniyhdistys ry.
4. BY-vähähiilisyysluokitus, Suomen Betoniyhdistys ry. Saatavissa: https://vahahiilinenbetoni.fi

Ahsan Iqbal

11 Laattakoe alkamassa.

Ahsan Iqbal
Ahsan Iqbal on kotoisin Peshawarista, Pakistanista. Ahsan suoritti maisteriopintonsa Aalto-yliopistossa, Rakennustekniikan laitoksessa. Hän valmistui diplomi-insinööriksi syyskuussa 2022.

Abstract

LOIKKA-project aims at reducing CO_2-emissions of concrete manufacturing by 50%. The project consists of research project at Aalto University and five industrial projects. As a part of LOIKKA-project Ahsan Iqbal made his master's thesis on the topic: Durability Properties of Low-Carbon Concretes

In the experimental program the strength development as well as durability properties of concrete containing different binders was investigated. The slag content of the binders varied between 0% - 80%. The experimental program included compressive strength, freeze-thaw resistance of non-carbonated and carbonated specimens, carbonation depth measurements as well as thin section analyses. Test specimens were prepared and tested according to respective test standards.

Results concluded that slag content had clear effect on different properties of concrete. Concretes with high slag content had lower compressive strength at the age of 7 days, but at 91 days the highest compressive strength was recorded for test concretes with app. 70 % slag content. Moreover, slag had a dominant effect on salt freeze-thaw resistance. 50% slag replacement with cement was considered critical. In addition, carbonation had clear effect on the scaling of concrete. The resistance of carbonated samples was quite low and surpassed the maximum scaled material limits. Frost resistance without chlorides was acceptable even with highest slag contents.

Kiihdyttimien vaikutus vähähiilisten betonien lujuudenkehitykseen

Ioanna Orfanoudaki, maisteriopiskelija
Betonitekniikka, Aalto-yliopisto
ioanna.orfanoudaki@aalto.fi
Anna Antonova, post-doc tutkija
Betonitekniikka, Aalto-yliopisto
anna.antonova@aalto.fi
Jukka Piironen, laboratorioinsinööri
Aalto-yliopisto, jukka.piironen@aalto.fi
Jouni Punkki, professori (POP)
Betonitekniikka, Aalto-yliopisto
jouni.punkki@aalto.fi

LOIKKA-hankkeeseen kuuluvassa toisessa diplomityössä keskityttiin tutkimaan kiihdyttiminen vaikutuksia betonin alkulujuuden kehitykseen. Portland-klinkkerin korvaaminen masuunikuonalla hidastaa vääjäämättä lujuudenkehitystä. Hitaampi lujuudenkehitys tuo haasteita vähähiilisten betonien käytölle sekä työmaalla että elementtiteollisuudessa. Loppulujuuteen sen sijaan masuunikuonalla on yleensä positiivinen vaikutus. Kuonabetonein loppulujuudet ovat yleensä korkeampia kuin esim. CEM I-tyypin sementeillä.

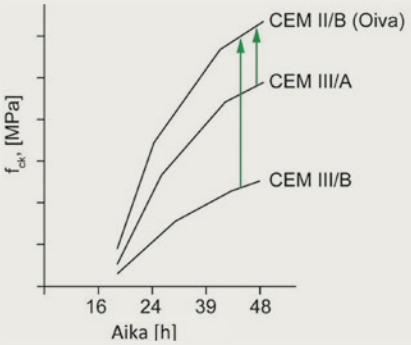
Taustaa

Ioanna Orfanoudaki teki diplomityössä aiheesta: Effects of accelerators on early strength development of low-carbon concretes. Työssä tutkittiin kiihdyttimien mahdollisuuksia nopeuttaa vähähiilisten sideaineiden lujuudenkehitystä. Diplomityö valmistuu loppuvuodesta 2022 ja sen ohjaajana toimi Anna Antonova ja valvojana prof. Jouni Punkki. Diplomityössä tutkittiin CEM III/A ja CEM III/B-tyyppisten kuonasementtien lujuudenkehityksen kiihdyttämistä niin, että voitaisiin saavuttaa vastaava lujuudenkehitys kuin CEM II/B-tyypin sementillä (Oiva-sementti). Kuvassa 1 havainnollistettu periaatteellisesti sementtityyppien eroja lujuudenkehityksen suhteen sekä diplomityön tavoitetta.

Kiihdyttimien annostuksen määrittäminen

Betonin sitoutuminen ja alkulujuuden kehitys ovat riippuvaisia kemiallisista reaktioista, jotka tapahtuvat kahden ensimmäisen vuorokauden aikana. Koska reaktiot tuottavat lämpöä, muutoksia kemiallisissa reaktioissa voidaan analysoida lämpötilamittausten avulla.

Kiihdyttimien tarvittava annostus arvioitiin mittaamalla eri sementtityypeistä valmistettujen laastien lämmönkehitystä. Kokeissa käytetyt sementin ja niiden kuonamäärät on esitetty taulukossa 1 ja tutkitut kiihdyttimet vastaavasti taulukossa 2. Kokeissa käytettiin laastia betonin sijaan, koska näin pystyttiin



1 Diplomityössä oli tavoitteena kiihdyttää sementtien CEM III/A ja CEM III/B lujuudenkehitys samalle tasolle kuin CEM II/B:llä.

2 Betonin pumppaus käynnissä. Helsingin Herttoniemessä Asunto Oy Paratiisilinnun holvivalut tehtiin Betset Oy:n vähähiilisellä GWP.70 C 30/37 -lujuusluokan betonilla, jossa käytettiin Finnsementin Kolmossementtiä. Kohde ei liity artikkelin tutkimushankkeeseen.

Jari Härkönen / Finnsementti Oy

2

Taulukko 1

Kokeissa käytetyt sementit ja niiden kuonamäärät

Kaikki sementit ovat Finnsementti Oy:n valmistamia.

Sementti	Kuonamäärä (%)
CEM I (Pika)	0
CEM II/A (Rapid)	0
CEM II/B (Oiva)	17
CEM III/A (Kolmossementti)	42
CEM III/B	70

Taulukko 2

Kiihdyttimien perusominaisuudet

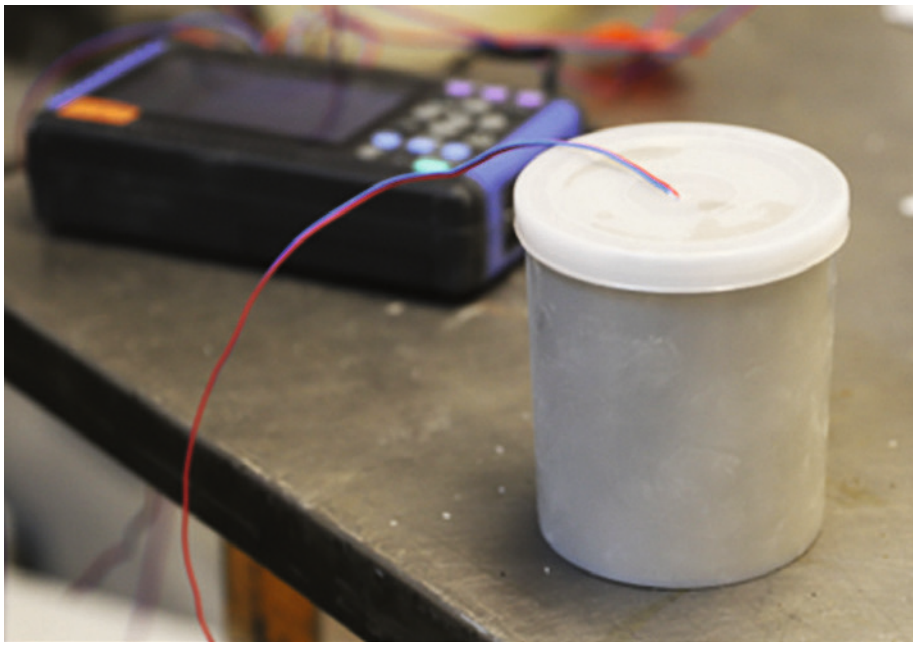
Kiihdyttimien kemialliset koostumukset olivat hyvin erilaiset (alkali-, kalsiitti- tai C-S-H-pohjaisia).

Kiihdytin	Veden osuus [%]	Tiheys [g/cm^3]
A1	79,2	1,13
A2	51,9	1,53
A3	0	1,59

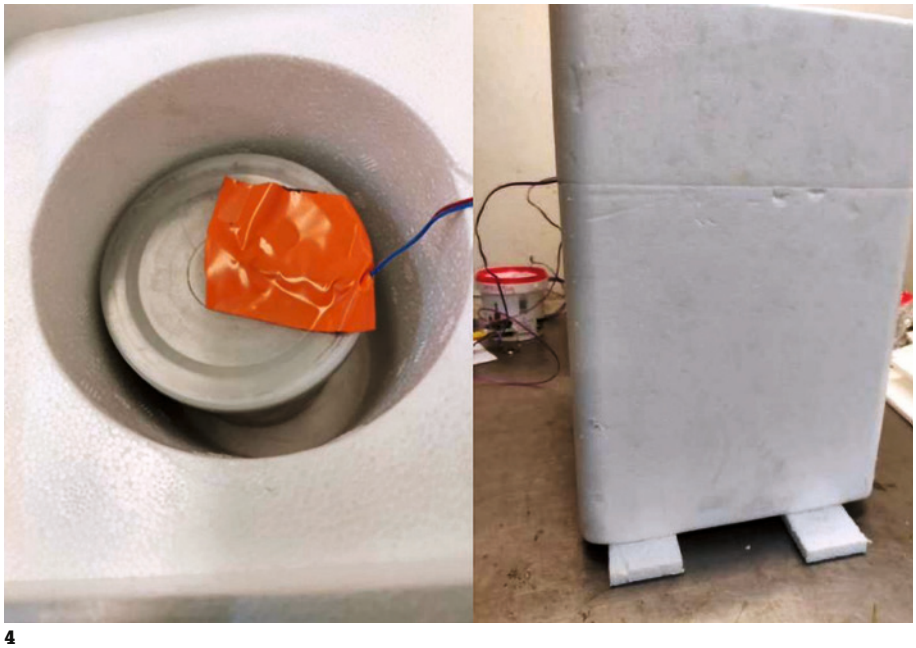
tekemään enemmän kokeita. Laastissa kiviaineksen (0–2 mm) ja sementin painosuhde oli 1,5 ja vesisideainesuhde 0,4. Laasti valettiin muoviastiaan (kuva 3) ja muoviastia sijoitettiin lämpöeristettyyn laatikkoon (kuva 4). Laastiin asennettiin termolanka, joka avulla laastin lämpötilaa mitattiin. Lämpöeristetyn laatikon lämpöhäviöt määritettiin etukäteen lämpötilan funktiona ja näin lämpömittausten perusteella pystyttiin määrittämään laastin lämmöntuotto.

Esimerkki laastin lämpötilamittauksesta on esitetty kuvassa 5. Mahdolliset ympäröivän tilan lämpötilaerot vaikuttavat lämmöntuottoon ja siksi tulokset muunnettiin vastaamaan kypsyyttä +20 °C:ssa. Kiihdyttimien optimaalinen annostus arvioitiin vertaamalla lämmöntuottoja eri kiihdytinannnostuksilla (kuvat 6ja 7). Sementeillä CEM III/A ja CEM III/B optimaaliset kiihdytinannostukset on esitetty taulukossa 3. Kiihdyttimen A3 osalta valmistaja antoi suositeltavan annostuksen ja kokeissa käytettiin kyseistä annostusta.

Kiihdyttimien lisääminen aikaisti hydrataatiopiikin ajankohtaa, mutta maksimilämpötilaan kiihdyttimillä ei ollut juurikaan vaikutusta. CEM III/A-tyypin sementillä oli selkeästi voimakkaampi piikki hydrataatiolämmössä verrattuna CEM III/B-tyypin sementtiin. Tämä on oletettavaa, koska sementtien kuonamäärissä suuri ero. Kiihdyttimellä A1 saavutettiin CEM III/A-tyypin sementillä vastaava lämmöntuotto kuin tavoitteena käytetyllä CEM II/B-tyypin sementillä.



3



4

3 Laastinäyte johon asennettu termolanka.

4 Lämpöeristetty laatikko, jota käytettiin laastien lämmöntuoton määrittämiseen.

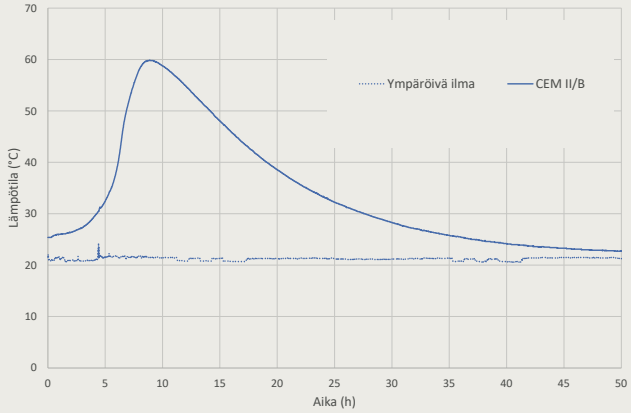
Taulukko 3

Valitut kiihdytinannostukset eri sementtityypeillä

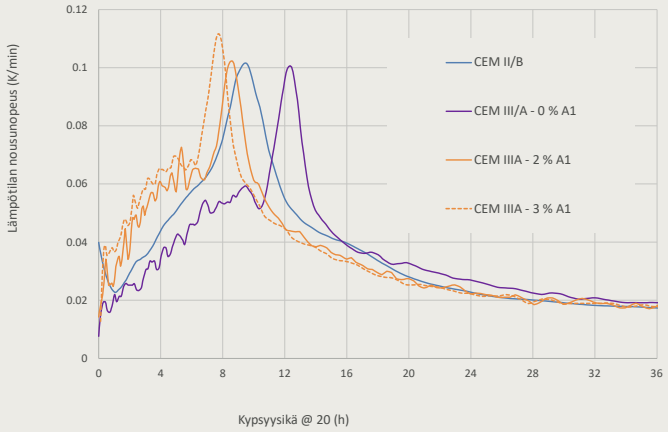
Annostus on arvioitu hydrataatiopiikin ajankohdan perusteella.
Kiihdyttimellä A3 on käytetty valmistajan suosittelemaa annostusta.

	A1	A2	A3
CEM III/A	2 %	3 %	14 %
CEM III/B	3 %	3 %	14 %

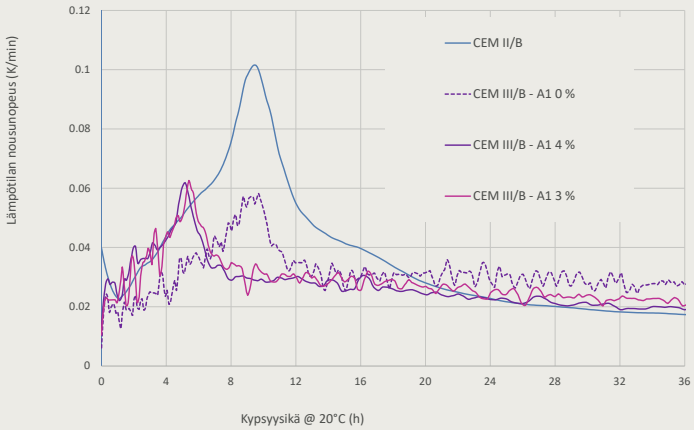
5 CEM II/B-tyypin sementin lämpötilan kehitys laastikokeessa.



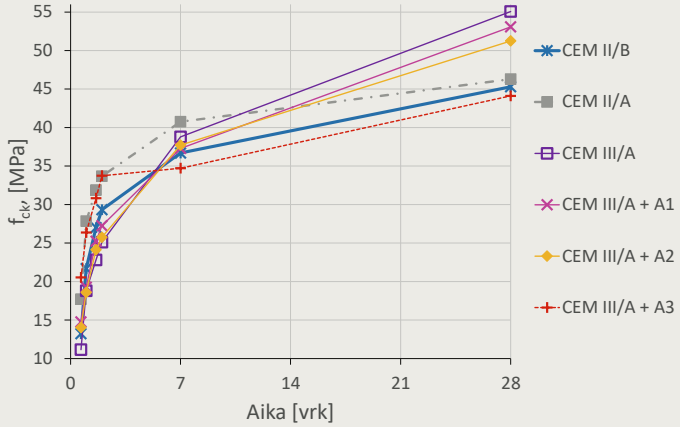
6 Kiihdyttimen A1:n annostuksen vaikutus lämpötilan kehittymiseen sementillä CEM III/A. Vertailu esitetty myös lämpötilakehitys sementillä CEM II/B.



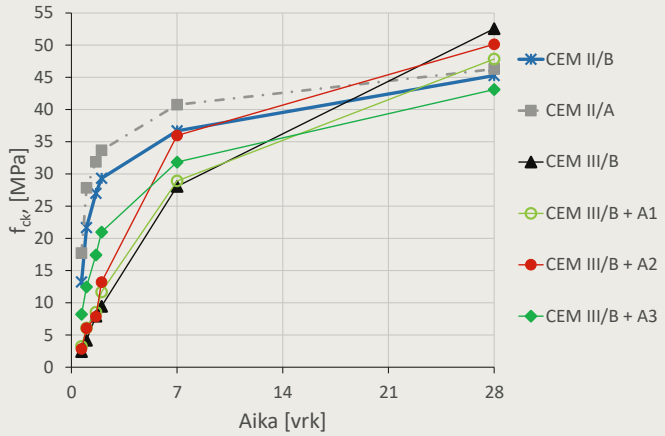
7 Kiihdyttimen A1:n annostuksen vaikutus lämpötilan kehittymiseen sementillä CEM III/B. Vertailu esitetty myös lämpötilakehitys sementillä CEM II/B.



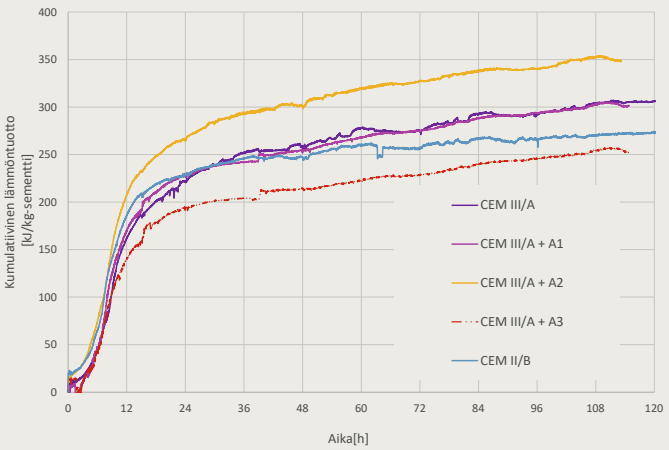
8 Lujuudenkehitys CEM III/A-sementillä käyttäen kolmea eri kiihdytintä. Vertailuna esitetty myös sementtien CEM II/A ja CEM II/B lujuudenkehitykset.



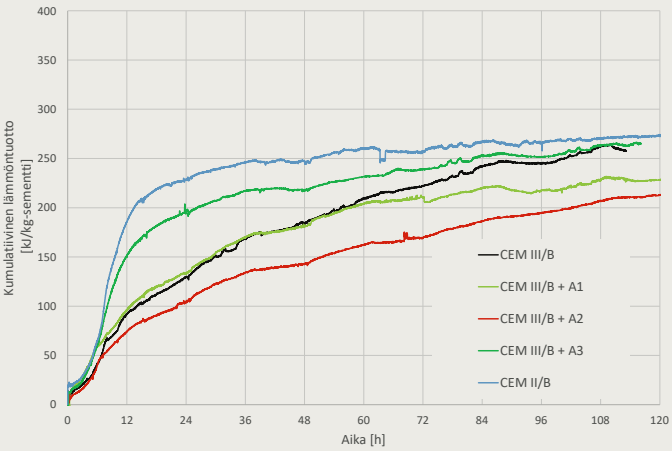
9 Lujuudenkehitys CEM III/B-sementillä käyttäen kolmea eri kiihdytintä. Vertailuna esitetty myös sementtien CEM II/A ja CEM II/B lujuudenkehitykset.



10 Kumulatiivinen lämmöntuotto CEM III/A-sementillä käyttäen kolmea eri kiihdytintä. Vertailuna esitetty myös sementin CEM II/B lämmönkehitys.



11 Kumulatiivinen lämmöntuotto CEM III/B-sementillä käyttäen kolmea eri kiihdytintä. Vertailuna esitetty myös sementin CEM II/B lämmönkehitys.



Ioanna Orfanoudaki
Ioanna Orfanoudaki on valmistunut Patraksen yliopistosta, Kreikasta ja suorittaa maisteriopintojaan Aalto-yliopistossa, Rakennustekniikan laitoksella. Ioanna on kiinnostunut kestävästä kehityksestä rakentamisessa.

Betonin alkulujuuden kehitys

Betonikokeissa käytettiin vesi-sideainesuhteena arvoa 0,40 ja sementtimäärä oli 430 kg/m³. Betonin alkulujuus määritettiin 16, 24, 39 ja 48 ikäisinä käyttäen 150 mm:n kuutioita. Lisäksi määritettiin puristuslujuus 7 ja 28 vrk ikäisinä käyttäen 100 mm:n kuutioita. Jälkimmäiset tulokset korjattiin vastaamaan 150 mm:n kuutiolujuuksia. Lujuudenkehitys eri kiihdyttimillä on esitetty kuvissa 8 ja 9.

Kiihdyttimistä vain kiihdyttimellä A3 saavutettiin parannus alkulujuuksiin (≤ 2 vrk), mutta vastaavasti 7 ja 28 vrk lujuudet alenivat. Sementillä CEM III/A kiihdytin A3 kasvatti alkulujuudet jopa sementin CEM II/A tasolle, mutta 7 ja 28 vrk lujuuksissa jäätiin alemmalle tasolle (kuva 8). Sementillä CEM III/B kiihdytin A3 lähes tuplasi alkulujuudet verrattuna kyseiseen sementtiin ilman kiihdytintä. Kiihdyttävästä vaikutuksesta huolimatta jäätiin alkulujuuksissa alle sementin CEM II/B tason (kuva 9).

Betonin lämmönkehitys

Betonin lämmönkehitystä mitattiin samoin menetelmin kuin laastikokeissa. Sementillä CEM III/B lämmöntuotto korreloi kohtuullisen hyvin puristuslujuustulosten kanssa. Sen sijaan CEM III/A sementillä korrelaatio oli osin epälooginen. Esimerkiksi sementti CEM III/A kiihdyttimellä A3 tuotti vähemmän lämpöä kuin CEM III/A ilman kiihdytintä. Lujuudenkehitys oli kuitenkin nopeampaa kiihdytintä käytettäessä. Siten tulosten perusteella voidaan arvioida, että kiihdyttimien vaikutukset eivät ainakaan osin näy suoraan lämmönkehityksessä.

Johtopäätökset

Kiihdyttimien avulla voidaan kiihdyttää sementtien CEM III/A ja CEM III/B hydrataatiota, mutta maksimilämpötiloihin kiihdyttimillä ei ole juurikaan vaikutusta. Tutkituista kiihdyttimistä yksi vaikutti selkeästi alkulujuuksiin kuitenkin samalla heikentäen 7 ja 28 vrk lujuuksia. Kyseisellä kiihdyttimellä CEM III/A sementti pystyttiin kiihdyttämään vastaavalle alkulujuustasolle kuin CEM II/B.

Betonin lämmöntuotto korreloi lujuudenkehityksen kanssa kuitenkin muutamin poikkeuksin. Lämmöntuoton ja lujuudenkehityksen riippuvuudet edellyttävät lisätutkimuksia, sillä lämmöntuoton mittaaminen on yksikertaisin työkalu lujuudenkehityksen arviointiin.

Abstract

Ioanna Orfanoudaki made her master's thesis on the topic: Effects of accelerators on early strength development of low-carbon concretes. In the scope of the thesis work, the concrete with Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) was studied. The main objective of the reported research was to improve the early strength development of concrete with different content of slag by adding accelerators available at the market.

Three accelerators and five types of cement with varying content of slag were used. The tests were performed with mortars and concrete specimens. The mortar samples were placed into insulated boxes and their temperature development was measured for 2 days to estimate the effect of accelerators and their dosage on the hydration heat. The measured temperature was analysed as a rate of temperature rise as a function of maturity.

Then concrete samples with the defined dosage of accelerators were cast to measure development of the compressive strength and temperature at the early age of hydration. The evolution of temperature was measured for 5 days using the same insulated boxes as for the mortar. Then the total heat development of concrete samples was analyzed. The compressive strength tests were done at 16, 24, 39 and 48 hours for the early-strength and at 7 and 28 days for the long-term strength development.

The outcomes showed that one of the accelerators significantly improved the compressive strength of concretes with high content of slag within first 2 days but decreased the strength at 7 and 28 days. The observed drop of compressive strength at the later ages can still be within the acceptable design limits, as concretes with slag acquire higher strength at 28 days compared to concretes made with CEM I or CEM II cement types.

Testauslaboratorioiden tasokokeet 2022

Tommi Käppi / Labroc Oy.

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

Betonin testauslaitoksille on järjestetty vuosittain tasotestauksia. Kokeissa on ollut mukana betonin puristuslujuus ja lisäksi jokin muu testaus kiertävästi. Testauslaitosten toimintaa valvova Finas pitää tasotestauksia erittäin tärkeinä koko alan kannalta.

Taustaa

Henkilömuutosten sekä Korona-tilanteen vuoksi tasokokeet jäivät vuodelta 2021 väliin, mutta nyt on palattu taas normaaliin käytäntöön. Vuoden 2022 tasokokeissa testattiin betonin puristuslujuus sekä paineellisen veden tunkeumasyvyys. Tasokokeet järjestettiin yhteistyössä Insinööritoimisto KJ Oy:n ja Aalto-yliopiston kesken. Insinööritoimisto KJ Oy hoiti koekappaleiden valun ja niiden lähetyksen osallistujille ja Aalto-yliopisto on hoitanut tulosten analysoinnin ja raportoinnin. Tasokokeisiin osallistui yhteensä 11 eri testauslaitosta (yrityksiä ja ammattikorkeakouluja) ja joidenkin tahojen osalta kokeisiin osallistui eri toimipisteitä tai useampia puristuskokeita. Puristuslujuuden osalta eri testausyksiköitä oli yhteensä 17 kpl. Vedentunkeumakokeeseen osallistui yhteensä 10 testausyksikköä.

Koejärjestelyt

Koekappaleet valmistettiin Pielisen Betoni Oy:n toimittamasta valmisbetonista, jonka lujuusluokka oli C35/45, raekoko #18 mm ja notkeusluokka S2. Koekappaleet valettiin muovisiin lieriömuotteihin ja ne tiivistettiin tärypöydällä. Koekappaleet merkittiin valujärjestyksen mukaisesti tunnuksilla. Koekappaleet purettiin muoteista 1 vrk ikäisinä ja laitettiin vesisäilytykseen +20 ± 2°C. Koekappaleet otettiin pois vesialtaista 19 vrk ikäisinä ja lähettiin osallistujille. Koekappaleet jaettiin testauslaitoksille niin, että jokainen testauslaitos testasi järjestysnumeroiltaan vaihtelevia koekappaleita.

Koekappaleiden puristus ohjeistettiin tapahtuvan 28 vrk iässä. Lisäksi ohjeistettiin, että koekappalepaketit säilytetään avaamattomana huoneenlämmössä. Paketit tuli avata 6 tuntia ennen puristuskoetta. Puristuskoe tehtiin standardin SFS-EN 12390-3 mukaisesti ja ennen puristuskoetta määritettiin koekappaleiden tiheys. Standardista poiketen tiheys pyydettiin ilmoittamaan 1 kg/m³ tarkkuudella. Puristuspinnat voitiin hioa tai rikittää ja tämä raportoitiin tulosten ilmoittamisen yhteydessä. Puristuslujuustulokset on analysoitu lieriölujuuksina, koska koekappaleet ovat lieriöitä.

Puristuslujuuskokeissa testattiin kaikkiaan 96 koekappaletta. Puristuslujuuden tasokokeeseen osallistuivat seuraavat testauslaitokset:

- Contesta Oy, Paraisten toimipiste
- Eurofins Expert Services Oy
- Insinööritoimisto KJ Oy
- Jyväskylän ammattikorkeakoulu Oy
- Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Oy / KymiLabs, 2 puristinta
- Karelia-ammattikorkeakoulu Oy
- Karvian Kivi ja Korjaus Oy
- Labroc Oy, 3 Espoon, Oulun ja Tampereen toimipisteet
- Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy
- Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy
- Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n laboratorio

Koetulosten osalta testauspisteet on esitetty anonyymisti kirjaimilla A...P, jotka ovat eri järjestyksessä kuin ylläesitetyssä listauksessa. Testauslaitos I on jaettu kahteen osaan I-A ja I-B, näissä molemmissa testattiin ohjeistuksesta poiketen vain 3 koekappaletta.

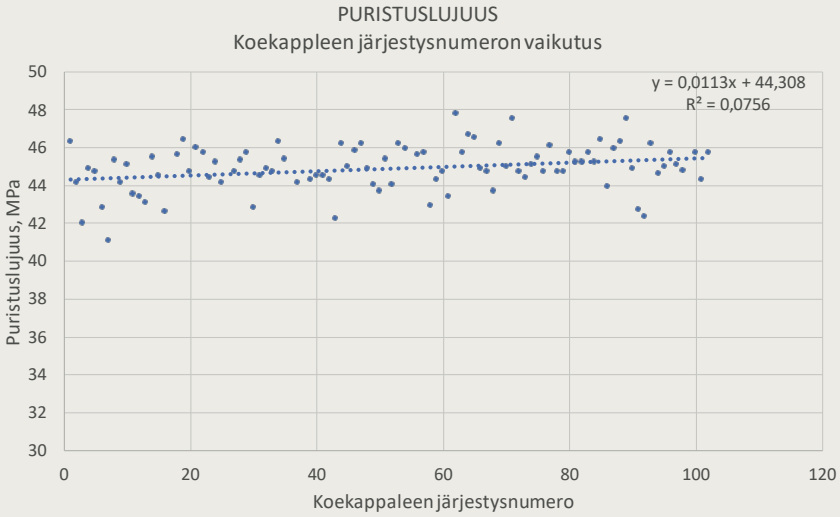
Paineellisen veden tunkeumasyvyyden, tai yksinkertaisemmin vedentunkeumakokeen koekappaleet koestettiin standardin SFS-EN 12390-8 mukaisesti. Koekappaleet suositeltiin sahattavaksi keskeltä poikki, siten että saadaan d=150 mm ja h=150 mm kokoinen lieriökoekappale. Testissä käytetään sahattua alaosaa ja kohdistetaan vedenpaine sahatulle pinnalle. Vaihtoehtoisesti oli mahdollisuus käyttää myös kokonaista koekappaletta. Vedentunkeuman tasokokeeseen osallistuivat seuraavat testauslaitokset:

Tommi Käppi / Labroc Oy

1 Lieriökoekappale puristuskokeen jälkeen (koekappale ei liity tasokokeisiin).

1

2 Yksittäisten koekappaleinen lieriöpuristuslujuus järjestysnumeron funktiona.



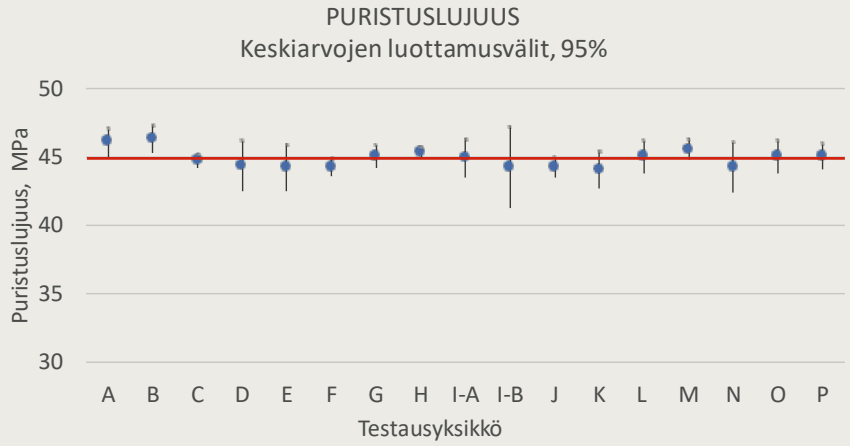
Taulukko 1.

Testausyksiköiden puristuslujuustulosten keskiarvot, keskihajonnat sekä variaatiokertoimet.

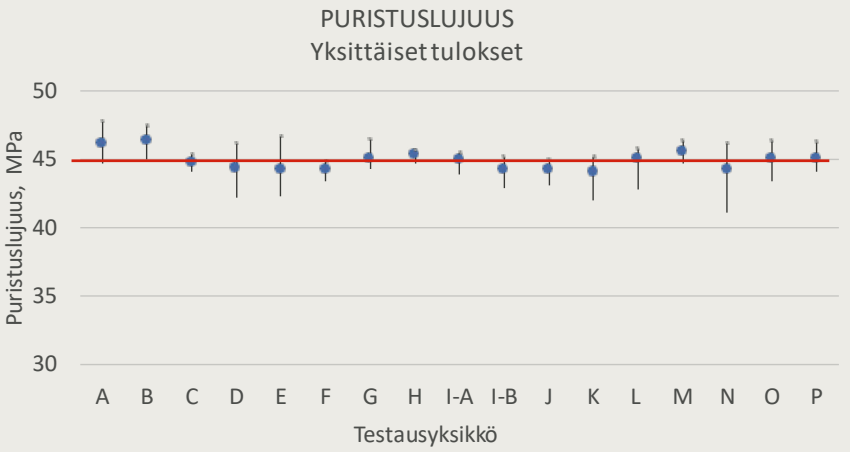
Testaus-yksikkö	Puristuslujuus		
	Keskiarvo (MPa)	**Keski-hajonta (MPa)**	**Variaatio-kerroin**
A	46,1	1,04	2,3 %
B	46,3	1,00	2,2 %
C	44,8	0,52	1,2 %
D	44,4	1,77	4,0 %
E	44,2	1,64	3,7 %
F	44,3	0,62	1,4 %
G	45,1	0,85	1,9 %
H	45,3	0,40	0,9 %
I-A (1	44,9	0,58	1,3 %
I-B (1	44,3	1,21	2,7 %
J	44,3	0,75	1,7 %
K	44,1	1,34	3,0 %
L	45,0	1,14	2,5 %
M	45,6	0,74	1,6 %
N	44,3	1,77	4,0 %
O	45,0	1,16	2,6 %
P	45,1	0,92	2,0 %
KAIKKI	**44,9**	**1,22**	**2,7%**

(1 = vain kolme koekappaletta

3 Testausyksiköiden keskiarvot sekä keskiarvon luottamusvälit 95%:n varmuustasolla. Yksiköiden I-A ja I-B luottamusvälit ovat muita suuremmat, koska koekappaleita oli vain 3 kpl. Punainen viiva esittää aineiston keskimääräistä puristuslujuutta = 44,9 MPa.



4 Testausyksiköiden puristuslujuuksien keskiarvot sekä yksittäisten tulosten vaihteluvälit. Yksiköiden I-A ja I-B osalla koekappaleita oli vain 3 kpl. Punainen viiva esittää aineiston keskimääräistä puristuslujuutta = 44,9 MPa.



- Contesta Oy, Vantaan ja Paraisten toimipisteet
- Eurofins Expert Services Oy
- Jyväskylän ammattikorkeakoulu Oy
- Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Oy / KymiLabs
- Karelia-ammattikorkeakoulu Oy
- Mitta Oy, 2 koesarjaa
- Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy
- Seinäjoen ammattikorkeakoulu Oy

Koetulosten osalta testausyksiköt on esitetty anonyymisti roomalaisilla kirjaimilla I...X, jotka ovat eri järjestyksessä kuin yllä esitetyssä listauksessa.

Puristuslujuus

Kaikkien koekappaleiden (96 kpl) keskimääräinen puristuslujuus (lieriölujuus) oli 44,9 MPa ja vastaava keskihajonta 1,22 MPa. Variaatiokertoimena tämä tarkoittaa 2,7%, mitä voidaan pitää alhaisena hajontana. Alhaisin yksittäinen lujuustulos oli 41,1 MPa ja korkein 47,8 MPa.

Koska koekappaleita on varsin suuri määrä, potentiaalisena riskinä on, että koekappaleiden valmistuksesta aiheutuu hajontaa esimerkiksi niin, että viimeisenä valmistetut koekappaleet poikkeavat alkuvaiheen koekappaleista. Kuvassa 2 on esitetty puristuslujuus koekappaleen järjestysnumeron funktiona. Kuvassa ei havaita merkittävää korrelaatiota järjestysnumeron suhteen. Puristuslujuus vaikuttaisi jopa hieman kasvavan järjestysnumeron kasvaessa eli myöhemmin tehtyjen koekappaleiden lujuudet ovat hieman suurempia kuin aikaisemmin tehtyjen koekappaleiden, mutta ero ei ole merkittävä.

Teoreettisesti tällaisessa testauksissa koetulosten hajontaa aiheuttavat:

a. Vaihtelut koekappaleiden valmistuksessa
b. Vaihtelut koekappaleiden testaamisessa (tässä tapauksessa puristuslujuuden määrityksessä)

Molempia hajonnan lähteitä esiintyy aina, eikä ole mahdollista erotella edellä mainittujen hajontojen suuruuksia. Tässä tapauksessa koko aineiston keskihajonta oli pieni, 1,22 MPa, mikä indikoi, että koekappaleet ovat olleet hyvin tasalaatuisia. Siten aineistoa voidaan pitää sopivana tasokokeita ajatellen.

Tasokokeessa on olennaista arvioida testausyksiköiden keskinäisiä eroja. Kaikkiaan 17 eri testausyksikön koetulokset on koottu taulukkoon 1.

Testausyksiköiden keskihajontojen keskiarvo oli 1,03 MPa, kun taas koko aineiston keskihajonta oli 1,22 MPa. Suurimmat yksittäiset testauslaitosten keskihajonnat olivat 1,77 MPa. Eri testausyksiköiden mittaustulosten keskiarvojen 95% luottamusvälit on esitetty kuvassa 3. Luottamusvälien laskennassa huomioidaan testausyksikön tulosten keskihajonta sekä koekappaleiden lukumäärä. Kuvan 2 perusteella voidaan arvioida, että testauslaitosten tulosten keskiarvot eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi lukuun ottamatta testauslaitoksia B ja F sekä B ja J. Näidenkin osalta poikkeamat ovat pieniä.

Yksittäisten tulosten vaihtelut tutkimusyksiköiden kesken on esitetty kuvassa 4. Yksittäisiä tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että vaihtelua aiheutuu myös koekappaleiden sisältämästä hajonnasta. Siten yksittäisien tulosten perusteella on vaikea arvioida testauslaitosten tarkkuutta.

Tasokokeessa oli mahdollisuus joko hioa puristuspinnat tai rikittää ne. Kolme testausyk-

Taulukko 2

Puristuspintojen käsittely vaikutus puristuslujuustuloksiin.

Käsittelytapa	Testaus-yksiköiden lukumäärä	Puristuslujuus		
		Keskiarvo (MPa)	Keskihajonta (MPa)	Variaatio-kerroin
Rikitys	3	44,8	1,26	2,8 %
Hionta	14	44,9	1,22	2,7 %

sikköä ilmoitti käyttäneensä rikitystä ja loput 14 hiontaa. Puristuslujuustulokset eriteltynä käsittelytavan mukaan on esitetty taulukossa 2. Kuten taulukosta havaitaan, pintojen käsittelytavalla ei ollut merkittävää vaikutusta puristuslujuuden keskiarvoon tai hajontaan. Tätä ei voi kuitenkaan yleistää koskemaan kaikkia puristuslujuustestauksia, korkeammilla lujuustasoilla vaikutus on todennäköisesti suurempi.

Tiheys

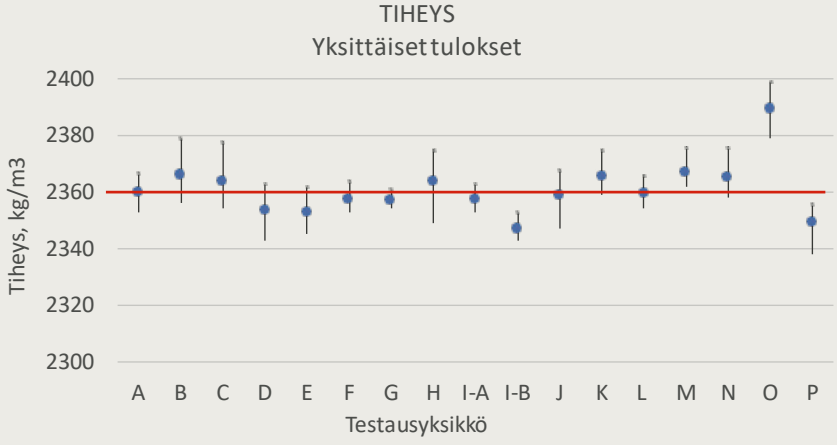
Kaikkien koekappaleiden keskimääräinen tiheys oli 2361 kg/m³ ja vastaava keskihajonta 10,9 kg/m³. Variaatiokertoimeksi tulee näin 0,5%. Alhaisin yksittäinen tiheysarvo oli 2338 kg/m³ ja korkein yksittäinen 2399 kg/m³. Testausyksiköiden keskimääräiset koetulokset on esitetty taulukossa 3. Keskimääräiset tulokset sekä yksittäisten tulosten vaihteluvälit on esitetty kuvassa 5.

Tiheyden osalta havaitaan, että testausyksikkö O sai muista hieman poikkeavia tiheysarvoja. Kyseisen testausyksikön keskimääräinen tiheys oli 2389 kg/m³ eli 28 kg/m³ suurempi kuin keskimäärin. Kyseinen testausyksikkö oli jälkikäteen tarkistanut tiheyden laskelmat ja huomannut virheen laskentakaavassa. Korjattu tiheys oli 2381 kg/m³ ja tämä on edelleen 20 kg/m³ korkeampi arvo kuin keskimääräinen tiheys.

Taulukko 3

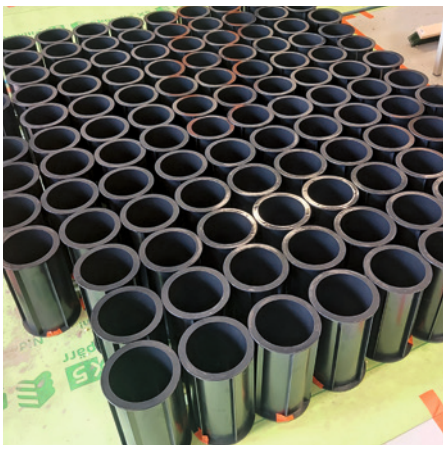
Testausyksiköiden tiheystulosten keskiarvot sekä keskihajonnat.

Testaus-yksikkö	Tiheys (kg/m³)	
	Keskiarvo	Keski-hajonta
A	2360	5,5
B	2366	8,3
C	2363	8,5
D	2354	7,5
E	2353	7,0
F	2358	3,7
G	2357	2,8
H	2364	9,1
I-A (1	2358	7,0
I-B (1	2347	5,5
J	2359	8,3
K	2366	6,4
L	2359	3,9
M	2367	5,6
N	2365	6,4
O	2389	7,9
P	2349	6,6



5 Testausyksiköiden tiheyksien keskiarvot sekä yksittäisten tulosten vaihteluvälit. Yksiköiden I-A ja I-B osalla koekappaleita oli vain 3 kpl. Punainen viiva esittää aineiston keskimääräistä tiheyttä = 2361 kg/m³.

Insinööritoimisto KJ Oy

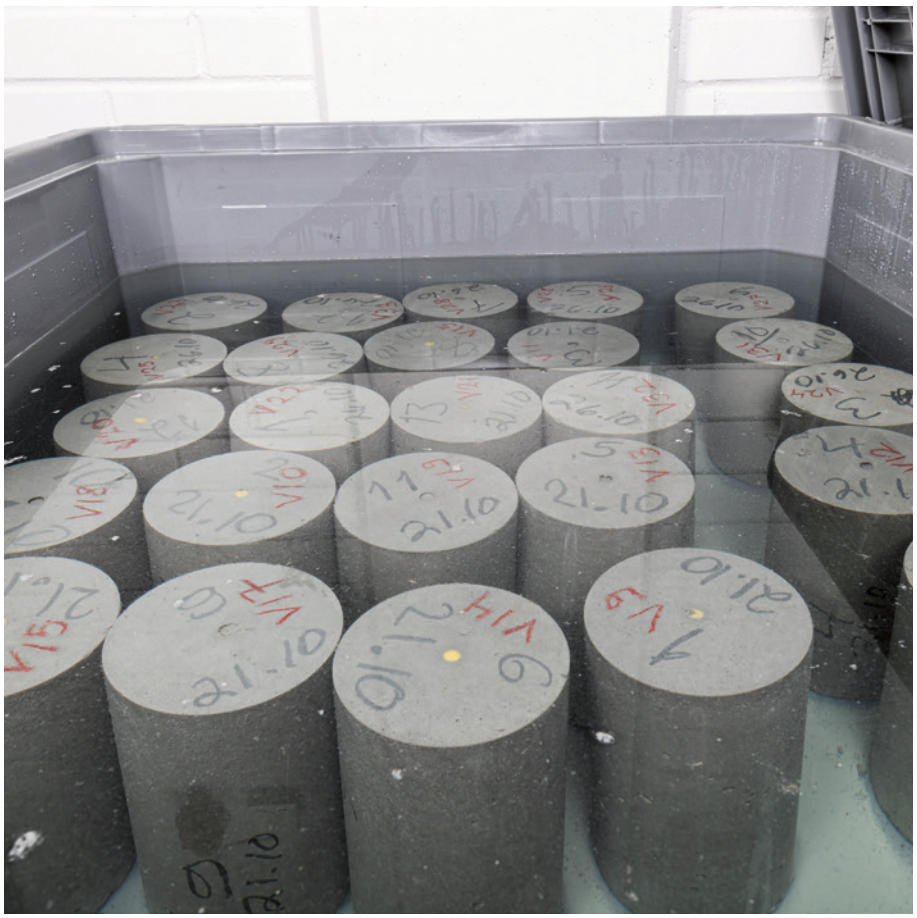


6

Insinööritoimisto KJ Oy

7

Vahanen Rakennusfysiikka Oy



8

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

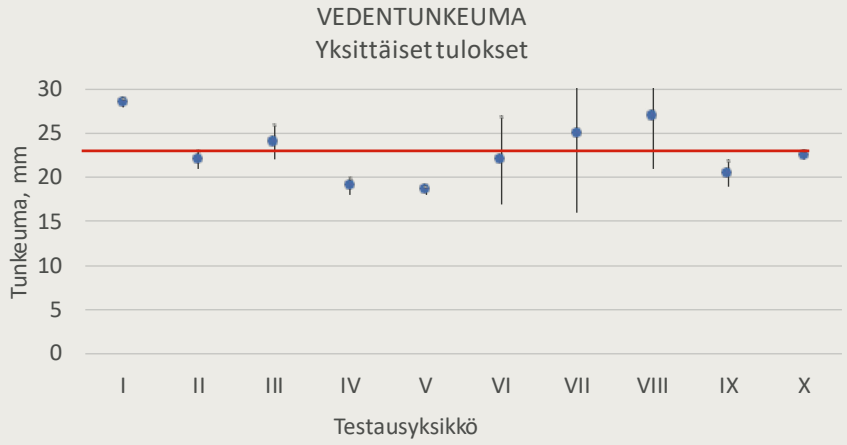
9

6–7 Tasokokeilla käytetyt muoviset koekappalemuotit. Ylhäällä ennen valua ja alhaalla valun jälkeen.

8 Koekappaleiden vesisäilytystä. Kuvassa olevat koekappaleet eivät liity tasokokeisiin.

9 Koekappaleiden koon mittausta ennen puristusta. Kuvassa olevat koekappaleet eivät liity tasokokeisiin.

10 Testausyksiköiden vedentunkeumakokeen keskiarvot sekä yksittäisten tulosten vaihteluvälit. Punainen viiva esittää aineiston keskimääräistä arvoa = 22,9 mm.



Paineellisen veden tunkeumasyvyys

Kaikkiaan 10 eri testausyksikön tulokset on koottu taulukkoon 4. Taulukossa on esitetty kahden eri mittauksen arvot sekä niiden keskiarvot. Keskihajontoja ei ole tarkastelu johtuen testausten pienestä määrästä (2 kpl / testausyksikkö).

Kaikki testausyksiköt ilmoittivat, että testaus on tehty valusuunnan mukaisesti. Yhtä testauslaitosta lukuun ottamatta kaikki myös ilmoittivat, että kokeessa on käytetty sahattua koekappaletta. Testauslaitoksen VIII raportista ei ilmene onko käytetty sahattua vai kokonaista koekappaletta.

Kaikkien tulosten keskiarvo oli 22,9 mm ja keskihajonta 5,1 mm. Variaatiokerroin oli siten 22,3%. Koekappaleiden tiheyden keskiarvo oli 2341 kg/m³ ja keskihajonta 19,2 kg/m³ (0,8%). Yksi testausyksikkö (IX) ei ilmoittanut tiheyksiä. Mikäli tarkastellaan kahden koekappaleen keskiarvoja, saadaan tasokokeen keskihajonnaksi 3,3 mm.

Kuvassa 10 on esitetty vedentunkeumakokeiden tulokset. Kuvasta havaitaan, että kolmen testausyksikön osalta hajontaa kahden koekappaleen välillä oli varsin runsaasta, kun taas muiden testausyksiköiden osalta hajonta oli vähäistä. Kahden koekappaleen keskiarvot vaihtelivat välillä 18,5...28,5 mm

Betoninormien (BY65, 2021, kappale 5.5.5) mukaisesti betoni katsotaan vesitiiviiksi, jos standardin SFS-EN 12390-8 mukaisesti testattu paineellisen veden tunkeumasyvyys on enintään 100 mm. Vesitiiviiksi tarkoitettujen betonilaatujen ryhmän vesitiiveydet testataan ennakkokokeilla valitsemalla ryhmään kuuluvista betonilaaduista kaksi koostumuksen perusteella oletettavasti vesitiiveydeltään heikointa betonilaatua. Vuosittain koe uusitaan yhdellä testauksella. Tässä tasokokeessa käytetty betonilaatu ei välttämättä kuuluisi testattaviin betoneihin, mutta täyttää selvästi vaatimustason.

Taulukko 4

Testausyksiköiden vedentunkeumakokeiden tulokset.

Testaus-yksikkö	Vedentunkeuma (mm)		
	Keskiarvo	Tulos a	Tulos b
I	28,5	28	29
II	22,0	21	23
III	24,0	22	26
IV	19,0	18	20
V	18,5	18	19
VI	22,0	17	27
VII	25,0	16	34
VIII	27,0	21	33
IX	20,5	19	22
X	22,5	22	23
KAIKKI	**22,9**		

Yhteenveto

Tasokokeessa 2022 testattiin betonin puristuslujuutta sekä paineellisen veden tunkeumasyvyyttä (vedentunkeumaa). Tasokokeisiin osallistui kaikkiaan yhteensä 11 eri testauslaitosta (yritystä tai ammattikorkeakoulua). Joillakin osallistujille kokeisiin osallistui useampia toimipisteitä tai useampia puristuskoneita. Puristuslujuuskokeeseen osallistui 17 testausyksikköä ja vedentunkeumakokeeseen vastaavasti 10 testausyksikköä.

Tulosten analysoinnin perusteella voidaan todeta, että testattavat koekappaleet olivat tasalaatuisia ja myös testausyksiköiden väliset erot olivat pieniä. Puristuslujuuskokeessa keskimääräinen puristuslujuus oli 44,9 MPa ja keskihajonta 1,22 MPa. Variaatiokerroin oli siten 2,7%. Tarkasteltaessa keskiarvojen luottamusvälejä, testausyksiköt eivät poikenneet toisistaan kahta yksittäistä tapausta lukuun ottamatta. Tulokset ovat hyvin samalla tasolla verrattuna aikaisempiin vastaaviin tasokokeisiin.

Puristuslujuuskokeessa keskimääräinen tiheys oli 2361 kg/m³ ja keskihajonta 10,9 kg/m³. Variaatiokerroin oli 0,5%. Yhden testausyksikön tiheysarvot poikkesivat muista tuloksista. Myöhemmin kyseinen testausyksikkö havaitsi laskentavirheen, joka selitti osittain poikkeavan tuloksen.

Vedentunkeumakokeessa hajontaa esiintyi selvästi enemmän kuin puristuslujuuskokeessa, mutta tämä on olettavaa huomioiden kokeiden luonteet. Kaikkien tulosten keskiarvo oli 22,9 mm ja yksittäisten tulosten keskihajonta oli 5,1 mm (22,3%). Mikäli tarkastellaan

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

6

6 Koekappaleet vesisäilytyksessä. Kuvassa olevat koekappaleet eivät liity tasokokeisiin.

kahden koekappaleen keskiarvoja, keskihajonnaksi tulee 3,3 mm (14,3%). Kaikki tulokset ovat selvästi alle Betoninormien vaatimustason (100 mm), mutta toisaalta testattava betonilaatu ei ollut optimaalinen vedentunkeumakoetta ajatellen.

Tasokokeiden tulokset eivät aiheuta toimenpiteitä testausyksiköiden osalta.

Vuosikokouksessa 2022 sovittiin, että vuonna 2023 testataan huokostetun betonin puristuslujuus sekä huokosjako.

Round-robin tests 2022

Round-robin tests have been organized annually for accredited concrete testing laboratories. In 2022, compressive strength and water penetration under pressure were tested. Totally 17 testing units participated in the compressive strength testing and 10 testing units in the water penetration testing.

In the concrete testing, ready-mix concrete having the strength class of C35/45 was used. The average compressive strength of totally 96 test specimens was 44,9 MPa (cylinder strength) and the standard deviation was 1,22 MPa. The coefficient of variation was 2,7%. The lowest individual test result was 41,1 MPa and the highest 47,8 MPa. Differences between the testing units were not statistically significant except in two cases. Also in those cases the differences were small. The results were on the same level as in the previous years.

The average density of the test specimens was 2361 kg/m³ and the standard deviation was 10,9 kg/m³. The lowest individual value was 2338 kg/m³ and the highest 2399 kg/m³. One testing unit got higher density value compared to the others.

The average value in the water penetration test was 22,9 mm and the standard deviation 5,1 mm. Three testing unit got larger variation between the two tested specimens compared to the others. The average value (22,9 mm) fulfills clearly the requirement of the water permeable concrete (limit = 100 mm), but on the other hand the tested concrete was not the optimal concrete quality for the water penetration test.

Aalto yliopiston arkkitehtuurin laitoksen Betonistudio 2022
Aistipaviljonki

Simon Mahringer, yliopisto-opettaja
Dipl. Arch. ETH
Aalto yliopisto
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Arkkitehtuurin laitos
simon.mahringer@aalto.fi

Aalto-yliopiston arkkitehtuurin laitoksella perusopintoihin kuuluu yleisimpiin rakennusmateriaaleihin tutustuminen luentojen ja erilaisten harjoitustöiden kautta. Rakennustekniikan peruskurssilla opiskelijat tutustuivat betoniin ja sen rakenteellisiin ja materiaalioominaisuuksiin keväällä 2022.

Tehtävänä oli suunnitella aistipaviljonki Otaniemen Aalto-kampuksen viereisen meren lahden alueelle. Opiskelijat suunnittelivat yksittäisiä, noin 30 m² suuruisia teräsbetonipaviljonkeja, jotka sai sijoittaa vapaasti maastoon. Jokaisen paviljongin teeman tuli perustua erilaisiin aistikokemuksiin, joissa mukana voivat olla eri luonnonelementit, näkymät, äänet, vesi, päivänvalon kiertokulku tai istutukset.

Paviljongit rakennettiin katettuina rakenteina ja myös ympäröivät alueet voitiin halutaessa käsitellä ja peittää. Paviljongit rakenteineen suunniteltiin ja lopuksi työryhmä valoi paviljongin mittakaavassa 1:10.

Jo yli 20 vuoden studiokurssin perinteeseen on kuulunut myös kohde-excursiot ja tänä vuonna matkakohteena olivat Turun arkkitehtuurikohteet mukaan lukien Paimion parantolan arkkitehtuuri.

Kurssilla ohjaajina toimivat:

Professorit:
Niko Sirola, Kimmo Lintula,
Mikko Summanen

Yliopisto-opettaja:
Simon Mahringer

Opettajat:
Arkkitehdit Mikko Liski, Edgars Racins ja Paul Thynell

Betoniasiantuntijoina ja ohjaajina:
Maritta Koivisto
Seppo Petrow

Työpajan vastuuhenkilöt:
Jari Simanainen
Joshua Krute
Topi Falkenberg

Pavilion of senses – Concrete studio 2022

In the Department of Architecture at Aalto University, basic studies include the familiarisation with the most common building materials through different exercise works. In the basic course of building technologies, the students were acquainted with concrete and its structural and material properties in the spring of 2022.

The task was to design a pavilion of senses in the bay area of the Aalto Campus in Otaniemi. The students developed individual reinforced concrete pavilions, about 30 m² in size, and freely placed in the terrain. The theme for each pavilion had to be based on the experience that the location gives to the senses or a natural element, such as a view, sound, water, daylight cycle, or plantation.

The pavilions were to be built as covered structures, and the surrounding areas could also be processed and covered, if desired. The structures were designed and finally cast in groups in a scale of 1:10. It has been a tradition to include also an excursion in the course, and this year the destination was Turku.

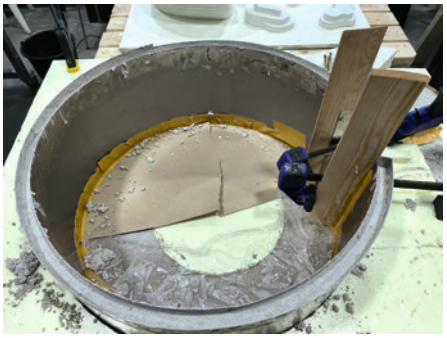
Valokuvat: Anne Kinnunen, työpajakuvat: Maritta Koivisto

Markus Tsokkinen, Okko Riekki, Saga Lindman, Max Kiekeben, Verna Niemi

Muottimateriaalina käytettiin muovilevyä, joka taivutettiin haluttuun muotoon. Muotin päälle asetettiin savea, jonka päälle taivutettiin toinen muovilevy vastakappaleeksi. Lopuksi savi poistettiin ja muotti asetettiin pystyasentoon. Valmistettiin useita tarpeeksi notkeita betoniseoksia, jotka asettuivat kaikkialle muotin monimutkaiseen muotoon. Seoksiin käytetttiin valkosementistä ja hienojakoisesta vaaleasta tai tummasta runkoaineesta koostuvaa sekoitetta, johon lisättiin tarpeen mukaan mustaa ja/tai sinistä pigmenttiä.

Aarni Salomaa, Venla Leinvuo, Noora Matikainen, Ulla Pihlajaviita, Helmi Ylisirniö-Babayev

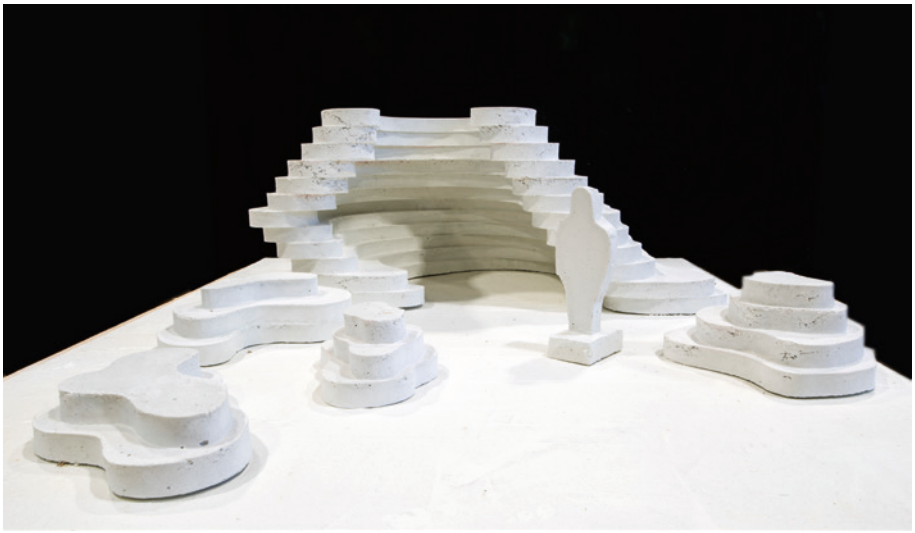
Paviljonkimme muotit valmistimme taivutetusta pellistä sekä vaahtomuovista. Paviljonki koostuu kolmesta eri osasta, jotka valettiin erikseen: katto, seinät sekä pohja. Betoniseos muodostui vaalkosementistä ja valkeasta hienosta sekä valkeasta isommasta kiviaineksesta. Betonin jäykistämiseen käytimme kanaverkkoa. Halutun sävyn saamiseksi lisäsimme seokseen mustaa, ruskeaa sekä keltaista väripigmenttiä.



Albert Adlercreutz, Siiri Hiltunen, Niko Korhonen, Mia Makkonen, Johanna Salmela, Astrid Still

Valitsimme aistipaviljongin sijainniksi tasaisen paikan Otarannan varrelta, veneparkin vierestä. Paviljonki sijaitsee merenrannalla, kaislikon ja rantapuiden oksiston lomassa. Kävijä kulkee kaarevan seinämän ohjaamana paviljongin sisälle suojaan, jossa voi hiljentyä meren äärelle. Valumuotti valmistettiin pellistä käsin taivuttamalla ja hitsaamalla. Yksityiskohdat muotoiltiin solumuovipaloista, jotka asetettiin muotin sisälle valua varten. Muotti valettiin oikeinpäin S30-sementtilaastista. Kaarevan seinän tekstuuri ja väri saatiin aikaan aaltopahvilla.

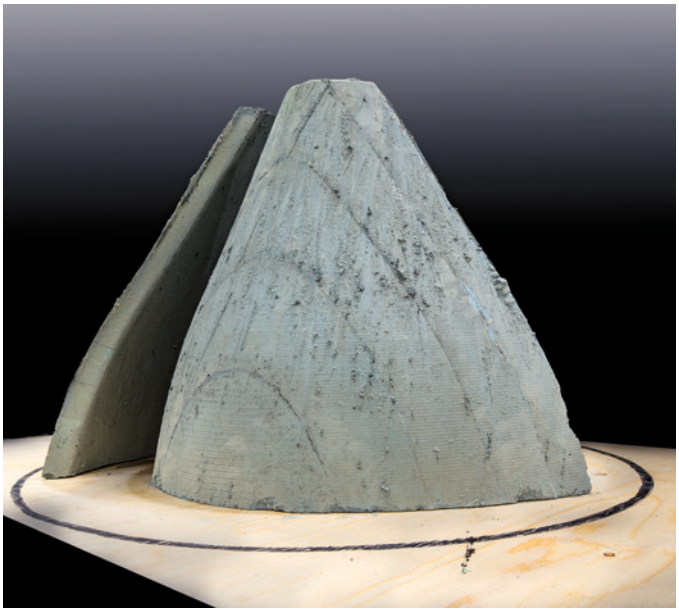
Eevi Kesälä, Lisa Riski, Cicil Heltimoinen, Kamilla Willis, Jasu Länsivuori
Paviljongin betonipinnoissa kokeiltiin erilaisia muottimateriaaleja, joiden kautta pintoihin saatiin eri sävyjä ja erilaisia tekstuureja. Männyn kaarnasta tehtiin kumimainen muottimatriisi, johon betoni valettiin.



Aino Köhler, Oona Uusitalo, Reetta Kanervo, Helmi Helander, Ansa Pyykönen
Paviljonki valettiin uretaanimuottiin, johon paviljongin muoto oli kaiverrettu. Uretaanilevyjä on helppo muotoilla haluttuun muotoon.

Elian Salminaa, Mirja Marks, Alisa Peltonen, Xingchen Wang
Katon muottimateriaalina käytettiin filmivaneria. Katon alapinnan holvin muoto saatiin aikaan muotin pohjaan kiinnitetyllä pyöreällä Finnfoam -uretaanikappaleella. Muotin pohjaan porattiin myös reiät, joiden läpi pujotettiin ohuet harjaterästangot pilareita varten. Pilarit valettiin katto-osaan ankkuroitujen harjaterästen ympärille. Pilareiden muotteina toimivat teipillä vahvistetut paperiputkilot. Betonisekoituksessa käytettiin valkosementtiä sekä valkoista kiviainesta.

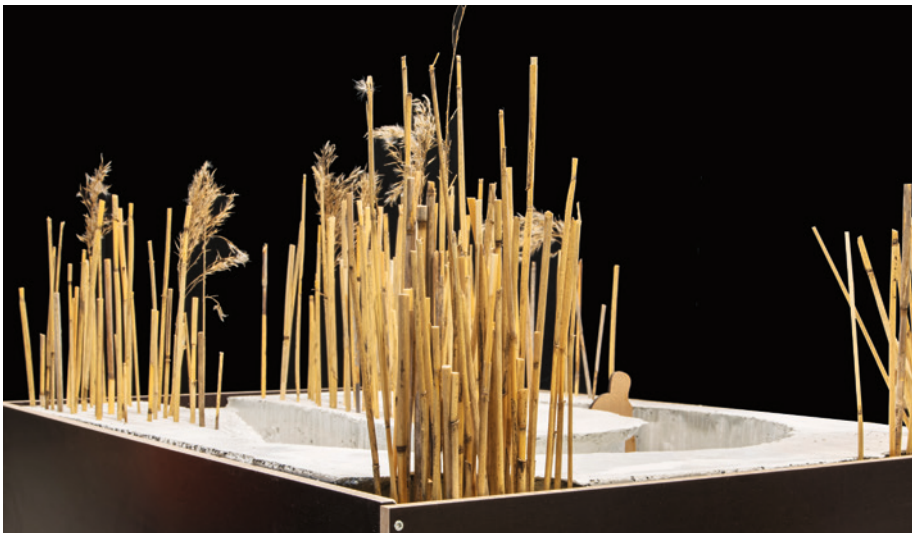
Bertta Jouhki, Katerina Mäki, Emilia Leppänen, Anni Tammilehto, Marko Rastas
Ideointimme lähti liikkeelle toivosta luoda muotokieleltään jotain luonnonmukaista. Paviljonkimme kappaleet ovat kuin simpukankuoria, joiden yhteisvaikutuksesta syntyy arvoituksellinen sisäänkäynti suljetumpaan tilaan. Koska visiossamme paviljongin ulkopinta sulautui kallioiseen rannikkomaastoon, päädyimme kokeilemaan betonin rypytystä voimapaperin avulla. Saavutimme halutun lopputuloksen käyttämällä jäykkää betonimassaa, jota saimme pakattua kuperan muotin päälle, ja jota rypytimme lopuksi.



Jenni Riihimäki, Janina Hellmann, Helena Vuola, Ville Lumme, Ronja Karvonen
Käytimme betonin valamisessa CNC-jyrsimellä polyuretaanilevyistä tehtyä muottia, jonka kaksi osaa puristettiin yhteen ja väliin valutettiin betonia. Betonivalun sisään laitoimme teräsverkkoa vahvistukseksi. Käytimme samaa muottia kolme kertaa ja jokaisessa kolmessa betonikappaleessa on erilainen sekoitussuhde vaaleita ja tummia kiviaineksia sekä sinistä väripigmenttiä. Betonin pinnan tekstuuri tuli muotin pinnasta ja se hieman muuttui muotin kulumisen jälkeen kerta kerralta.

Joonatan Nikkola, Siiri Joronen, Katri Halkonen, Mai Kovanen, Essi Savonen
Paviljongin osat valettiin kukin erikseen polyuretaanimuottiin. Betonimassassa käytettiin valkosementtiä ja hieman sinistä pigmenttiä.

Heidi Joronen, Erika Koskela, Markus Haapala, Henna Salminen
Paviljonki valettiin teräs- ja vanerimuottiin. Betonimassa tehtiin harmaaseen sementtiin.



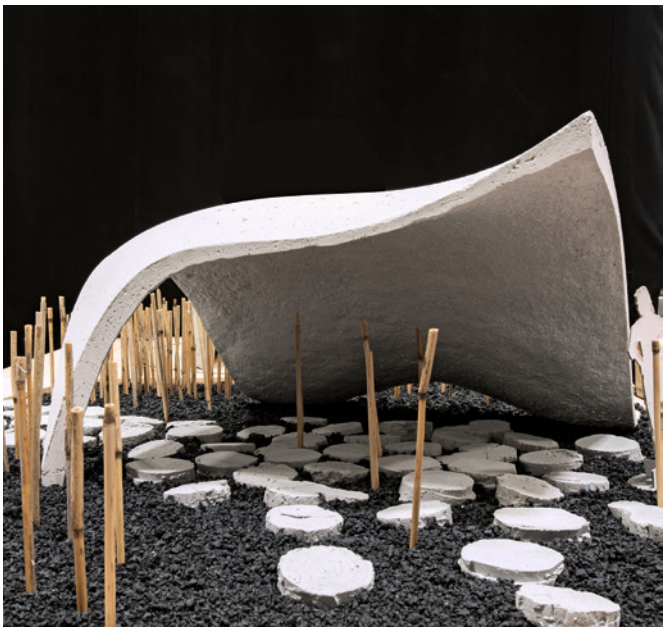
Maisa Johannson, Luis Felgueroso, Iirsi Moisio, Kaisla Koskela, Essi Salmi
Allasmainen paviljonki valettiin valkobetonista.

Noora Varonen, Emmi Löppönen, Ilmari Peltola, Sirre Kronlöf, Miro Saari
Aistipaviljonki kohoaa veden ylle jylhänä kuutiona, jonka poikkeuksellisesti kaareutuvat alanurkat johdattelevat kulkijan puoleensa. Kolossin sisältä paljastuu punainen kupoli, jonka sisällä kaiut ja vedenpinnan heijastamat valonsäteet vetävät kokijan omaan suljettuun todellisuuteensa. Kaksoisluonteiset pyöreät ja suorat muodot ovat hillityssä harmoniassa niin ulko-, että sisäpuolella. Ulkotahkojen pinnat ovat tumman rosoiset, vienojen punaisten juovien laikuttamat. Tämä epäpuhtaus luo luonnollisuutta rikkoen kuution abstraktia täydellisyyttä, joka muuten pysäyttävänä vastaantulijana saattaisi olla uhkaava ilmestys. Lisäksi myönteisesteettinen kaaos on pragmaattisessa mielessä ajan hampaan nakerruksen kestävä tehden vääjäämättä aiheutuvat eroosion leimat huoltovapaaksi osaksi kokonaisuutta. Työssä on käytetty harmaata sementtiä ja eri väripigmenttejä.

Niina Isokääntä, Eve Lemmelä, Kaisa Savolainen, Andrea Puscasu, Nana Munck
Rantaveteen sijoittuva paviljonki tarjoaa ympärivuotisen kokemuksen alueella kulkijoille. Valo läpäisee paviljongin katon yhdestä aukosta, luoden veteen heijastuessaan paviljongin sisäpinnoille valoilmiön. Betonivalun muotti valmistettiin muotoon jyrsitystä vaahtomuovista. Muotin pinnan vuorasimme sileällä teipillä, jonka seurauksena saimme aikaan kiiltävän pinnan paviljongin sisälle. Valu ja ulkopinnan rosoisuus syntyi taputtelemalla, ja aukotus onnistui sopivalla metalliputken palalla.

Saga Luhtala, Pietu Ruska, Aapo Olkkonen, Ivan Korhonen, Lenni Uusipaikka
Paviljonkimme aistikokemuksista tärkeimmäksi valitsimme vanhan honkapuukujan päässä sijaitsevan metsäalueen maanpohjan ja sen kasvillisuuden. Suunnitteluprosessin jälkeen lähdimme rakentamaan muotteja vesivanerista ja jokainen seinä, katto ja pilari valettiin omaan muottiinsa. Betoniseoksessa käytimme muottibetonia ja vettä. Osien kiinnittäminen onnistui valun aikana asennettujen muovisten tappien sekä naulojen avulla.

Salla Vapaavuori, Liina Helenius, Julia Karjalainen, Tiia Laitila, Pinja Rantonen
Paviljonki valettiin vanerilevyistä tehtyihin muotteihin. Pintatekstuureissa on käytetty sileitä ja eri tavoin hierrettyjä tai muovikalvolla paineltuja pintoja.



Tom Henriksson, Sofia Lemetti, Errika Rossi, Ilari Kohtamäki, Anssi Majamäki
Yhdessä suunnitellusta kattorakennelmasta tehtiin digitaalinen muottimalli. Se jyrsittiin CNC-laitteella polyuretaanilevyistä kootusta kuutiosta. Muottiin laitettiin ensin betonia, sitten kanaverkkoa ja taas betonia taputellen pintaan. Astuinkivien muottien mallina toimi puunoksat, joiden ympärille sulatettiin punavahaa. Punavahamuoteilla tehtiin useita valuja. Käytimme kattorakennelmassa ja astuinkivissä valkoista sementtiä, hienoa valkoista kiviainesta ja sinistä pigmenttiä. Sora värjättiin tummansiniseksi.

Salla Turkki, Elisa Koivisto, Elina Nieminen, Iiris Ruokolainen, Ilona Lintinen
Mallin valumuotti tehtiin vanerista ja sisätilojen muotit styroksista. Ulkopintaan luotiin tekstuuria rypistetyllä voimapaperilla, kun taas kontrastina sisätilan pallomuotista tehtiin mahdollisimman sileä. Paksuja seiniä keventävät styroksipalaset betonin sisällä. Betoniseoksessa käytettiin harmaata sementtiä, tummaa kiviainesta, sekä mustaa pigmenttiä.

Betonista toteutettuja valaisinkonsepteja
Valon muotoja – Forms of light

Simo Puintila, lehtori
Teollinen muotoilu
Aalto-yliopisto
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
simo.puintila@aalto.fi

Painavaa, isoa, epämääräistä, harmaata, kovaa … nämä ovat tyypillisiä betoniin liittyviä mielikuvia.
Aalto-yliopiston Muotoilun laitoksen Maisteriopiskelijoille suunnattu Product and Form -kurssi laittoi opiskelijat haastamaan näitä vakiintuneita mielikuvia betonista, kehittelemällä ideoita betonin ja valon yhdistämisestä. Projektin tuloksia esiteltiin Glasshouse Helsinki galleriassa kesän 2022 ajan.

Tuloksena syntyi kokeellisia valaisimia ja installaatioita, jotka pyrkivät muuttamaan painavan kevyeksi, kovan pehmeäksi, epämääräisen tarkaksi ja osoittamaan kauneuden siellä minkä oletamme olevan rumaa. Nämä kehitellyt konseptit osoittavat, että vakiintuneita käsityksiämme on mahdollista muuttaa.

Olemme jo useampana vuonna toteuttaneet erilaisia suunnittelutehtäviä siten, että pääasiallinen materiaali ideoitavalle tuotteelle on betoni. Betoni on kiinnostava materiaali muotoilun ja tuotekehityksen näkökulmasta. Ensinnäkään sitä ei ole käytetty tuotteissa tai esinesuunnittelussa kovinkaan paljoa, joten suunniteltaessa pienen mittakaavan esineitä ja kuluttajatuotteita valmistettavaksi betonista, liittyy tähän melkein automaattisesti jonkinlainen uutuusarvo.

Toinen hyvä syy betonin käytölle liittyy tuotekonseptien valmistusprosessiin. Kun tuotteita suunnitellaan valmistettavaksi ja prototypoitavaksi betonista, niin opiskelijoiden on pakko perehtyä suunnitteluun ja muotoiluun myös valmistustekniikan näkökulmasta. Opiskelijoiden on valmistettava itse valumuotit sekä tarvittavat mallineet ja tämä tarkoittaa yksinkertaisissakin muodoissa sitä, että kappaleiden pintojen geometriaa suunniteltaessa on huomioitava päästöt ja jokainen yksityiskohta valua sekä muotin avaamista ajatellen.

Tällainen vaade tarjoaa tietysti kiinnostavan pedagogisen kehyksen suunnittelulle, kun jokainen yksityiskohta tulee olla mietittynä jo muottia suunniteltaessa.

Kolmas, eikä lainkaan vähäisin syy betonin käytölle, liittyy sen kiinnostaviin esteettisiin ominaisuuksiin. Pigmenttien avulla värjääminen ja erilaisten muottipintojen hyödyntäminen mahdollistavat laajan spektrin valettavan kappaleen ulkonäön variointiin.

Jo tavanomainen harmaa betoni muodostaa lopulta kiinnostavan kontrastin melkein minkä tahansa muun materiaalin kanssa. Tämä on nähtävissä myös näissä betonista suunnitelluissa valaisimissa.

Vaikka betoni on usein tutumpi arkkitehtuurin ja rakenteiden materiaalina, niin usein kotien sisustuksissa betoni on kuitenkin piilotettu maalaamalla tai paneloimalla se jonkun muun materiaalin taakse. Siinä mielessä betonista toteutetut pienesineet onnistuvat hyvin havainnollistamaan tätä betonin ja muiden sisustuksen materiaalien välistä kiinnostavaa ja herkullista kontrastia.

Vaikka nyt toteutetut prototyypit ovatkin uniikkikappaleita, niin moni niistä olisi lähes sellaisenaan valmis piensarjatuotantoon. Keskusteluja on käyty myös näyttelyn viemisestä Milanon Design Weekille keväällä 2023.

Edellämainitut näkökulmat tarkoittavat sitä, että tulemme hyödyntämään betonia myös tulevissa suunnitteluhaasteissa ja kiinnostavaa olisi olla mukana myös jossain isommissa kehityshankkeissa tuoden mukaan muotoiluosaamista ja tuotemuotoilun näkökulmaa.

Kiinnostavan lisämausteen tähän tekemiseen tarjoaa se, että betonista on järkevällä muotittamisella mahdollista toteuttaa tuotantovalmiita piensarjatuotteita melko kustannustehokkaasti, mutta se toki edellyttää betonin esteettisten ominaisuuksien, kuten tietynlaisen epäyhtenäisyyden hyväksymistä ja ottamista suunnittelun lähtökohdaksi. Tämä on äärimmäisen kiinnostava haaste, jonka parissa jatkamme työtä myös tulevaisuudessa.

Kurssin opettaja: Simo Puintila
Opiskeljat: Janne Backman, Ya-Ning Chang, Siying Deng, Federico Fiermonte, Riccardo Guiducci, Jyrki Hietala, Vihar Kotecha, Elisa Lanzani, Otto Loikkanen, Ilkka Mutanen, Merika Oksanen, Elise Piquemal, Markus Vainio, Leon Bora.
Valokuvat: Anne Kinnunen
Prosessivalokuvat: Leon Bora
Projektia on tukenut SAAS Instruments.

Lisätietoja:
Simo Puintila
Lehtori – Teollinen muotoilu
Aalto-yliopisto
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
simo.puintila@aalto.fi
+358 50 5175036

Markus Vainio
Muotit on valmistetty nc-koneistamalla foamista. Valun sisälle on sijoitettu teräsputki valaisimen tarvitsemia johtoja ja led-komponettia varten. Kahden betonikappaleen väliin on sijoitettu vesileikattu lasilevy. Valon ollessa kytkettynä lasi siirtää valoa muodostaen valorenkaan esineen pintaan. Vastaavasti sammutettuna harmaa betoni ”pimentää” lasin heijastukset ja rengas näyttäytyy mustana viiruna kappaleen pinnassa.

Elisa Lanzani
Foamista nc-koneistamalla valmistetut muotit, jotka on pinnoitettu huolellisesti muottiöljyllä. Harmaasementti -pohjainen massaon valettu näihin yksiosaisiin avovalu-muotteihin. Valut on viimeistelty timanttityynyillä hiomalla.

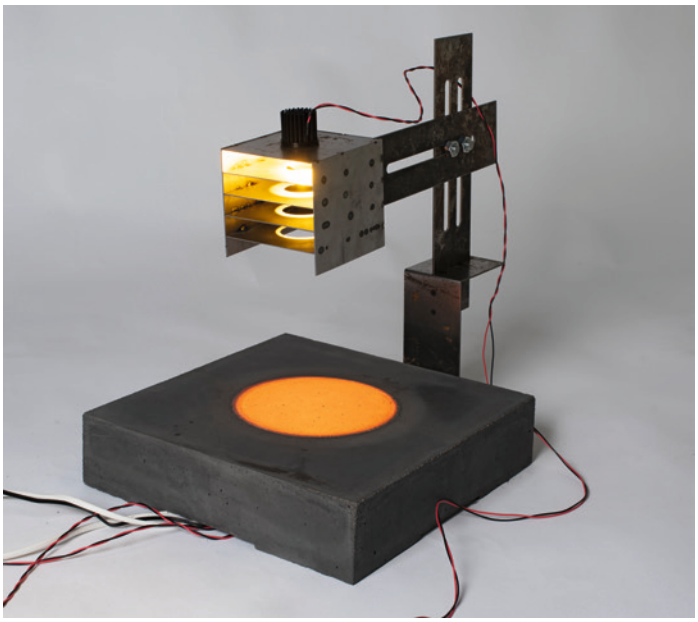
Simo Puintila
Valaisimen betoninen jalusta on toteutettu Himacs -levystä vesileikkurilla valmistetuista muotin osista, joissa on reijät kierretangoille ja joiden avulla muotti voidaan kasata ja saadaan tiiviiksi. Jokainen muotin porras koostuu kaksiosaisesta himacs-levystä ja näin ollen muotti on purettavissa todella pieniin osiin. Materiaalina harmaasementti -pohjainen betoni.

Jyrki Hietala
Vesivanerista ja foamista valmistettu profiilimainen muotti, johon harmaa betoni on valettu muotin päästä. Kappaleen sisällä on ohut rst-tanko vahvikkeena.

Otto Loikkanen
Vesivanerista valmistettuun muottikehään on sijoitettu foamista valmistettu sisäpuolen keerna, johon liitetty myös ”ikkuna-aukot”. Valupinta kappaleen alapuolella. Haasteena tällaisessa ontossa kappaleessa on lopulta melko ohut seinämävahvuus, joka edellyttää suhteellisen hienon kiviaineksen käyttöä. Tässä isoimmat kiviainekset olivat raekooltaan 5 mm. Toisaalta muoto itsessään on rakenteellisesti vahva, joten sitä ei tarvitse raudoittaa.

Leon Bora

Monimutkaisella ja pitkälle kehitellyllä 3d-tulostusta ja nc-koneistettua vesivaneria hyödyntävällä muotilla on toteutettu ohuen seinämävahvuuden omaava kuorimainen kappale. Kaikki komponentit on pyritty integroimaan valuun ja sijoittelemaan muotteihin siten, että valun jälkeinen viimeistely voitaisiin minimoida. Valupinta on kappaleen alapinta sekä valonlähteen alapinta, joka on viimeistelty hiomalla timanttityynyllä. Työn prosessi on esitelty kuvasarjana artikkelin lopussa.



Janne Backman

Betonijalusta koostuu keskellä olevasta ympyrän muotoisesta valusta, jossa on käytetty valkosementtiä ja punaista pigmenttiä. Tämä muoto on valun jälkeen asetettu vesivanerista tehtyyn valukehään, joka on sitten täytetty harmaalla betonilla, jota on sävytetty mustalla rautaoksidi -pigmentillä.

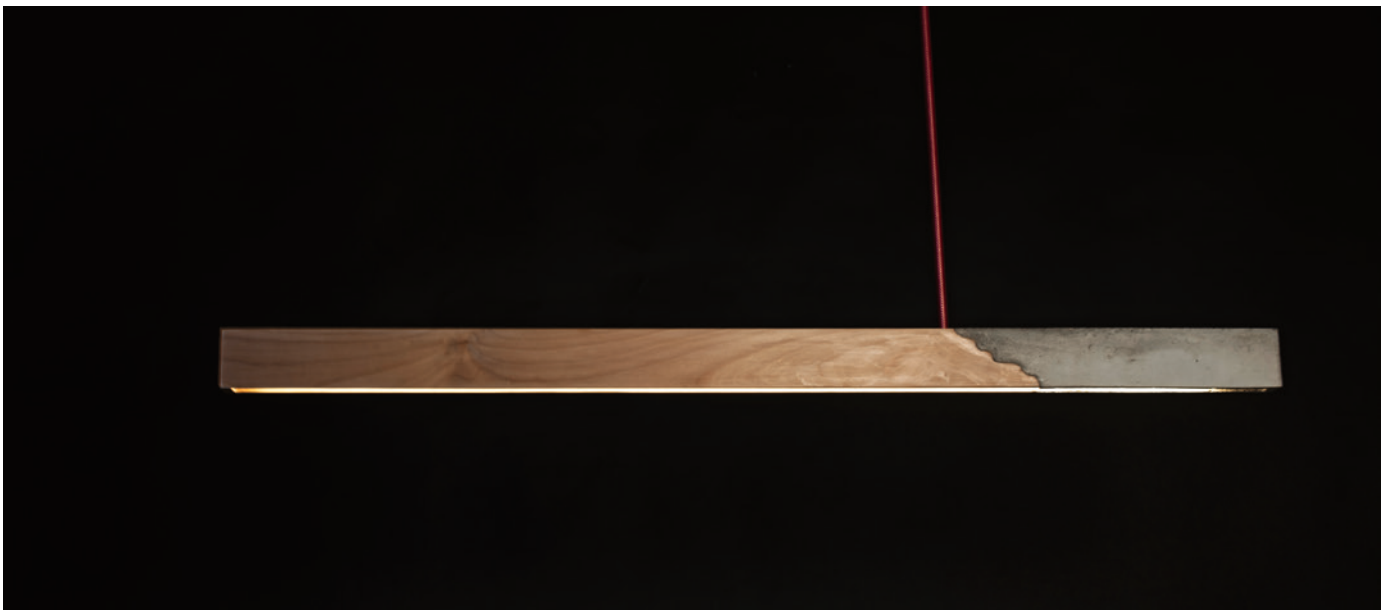
Elise Piquemal

Materiaalikokeiluja, joiden tavoitteena oli pyrkiä valmistamaan betonia, jossa sementti on korvattu metakaoliinilla ja massaa on värjätty indigo -pohjaisella pigmentillä. Muotit valmistettu Himacs -levystä vesileikkaamalla. Muotin jokainen kerros purettavissa kahteen osaan ja näin ollen helposti avattavissa.

Federico Fiermonte
Kappale valettiin 3d-tulostettuun muottiin, joka koostui useammasta osasta. Muotin osat liitettiin toisiinsa pulteilla. Valettu muoto raudoitettiin harjateräksillä. Näennäisestä yksinkertaisuudestaan huolimatta muotti oli melko kompleksinen ja valuja jouduttiin toteuttamaan useita, jotta keksittiin parhaat menetelmät ilmakuplien ja epätasaisuuksien minimoimiseksi.

Ilkka Mutanen
Vesivanerista valmistettuun muottikehään on sijoitettu nc-koneistamalla valmistettu foam-kappale, jonka avulla on saatu aikaan messinkikuvun muotoa mukaileva kalottipinta. Valupinta on lopullisen kappaleen alapinta. Harmaan betonimassan sisällä on teräsputkesta toteutettu vahvike, jonka sisällä valonlähteen tarvitsema sähköjohto.

Vihar Kotecha
3d-tulostettujen valumallineiden ympärille on toteutettu ohut silikoni muotti, jonka ympärille on tehty kipsistä tukimuotti. Silikoniin on tehty reikiä, joihin on työnnetty ohuita valokuituja. Betonimassa on värjätty punaisella ja mustalla pigmentillä.

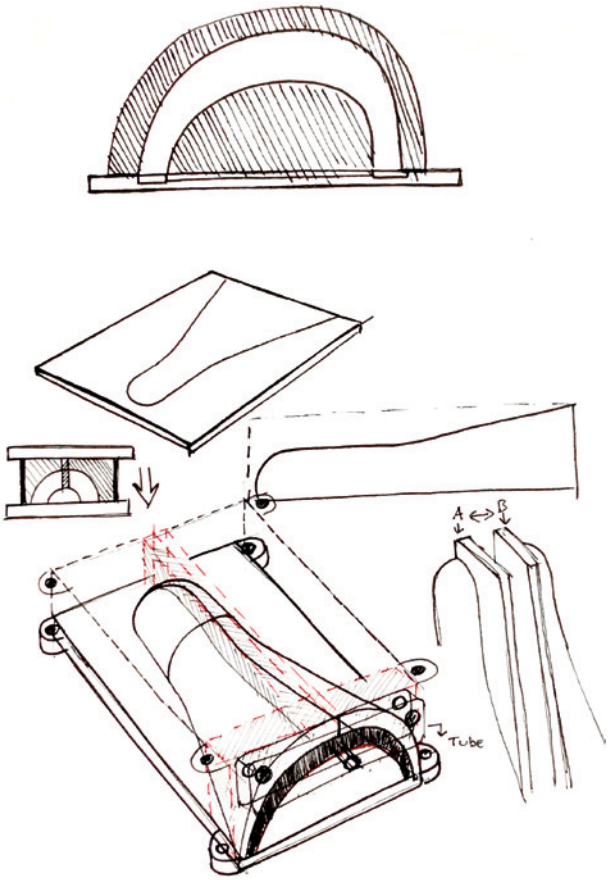


Siying Deng
Materiaaleina lämpökäsitelty haapa ja betoni. Valaisimen puinen osa on ensin muotoiltu ja sijoitettu vesivanerista valmistettuun muottiin. Betonivalu on ankkuroitu puuosaan metalliraudoitusten avulla. Lämpökäsitelty puu kestää melko hyvin valun aiheuttamaa kosteutta ja puun kosteuseläminen on minimaalista.

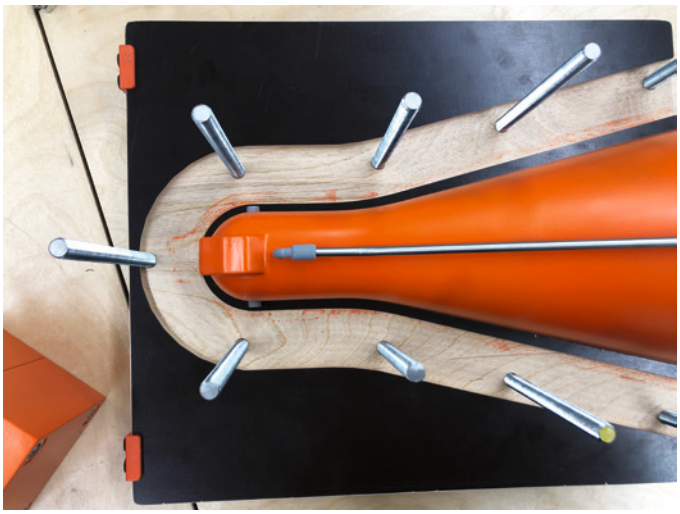
Riccardo Guiducci
Molemmat kappaleet on valettu samaan vesivanerista valmistettuun muottiin. Valoa heijasteleva onkalo on muotoiltu muottiin styroksista ja lopulta se on puhdistettu valmiista kappaleesta asetonilla sulattamalla. Styroksin pallorakennetta on hyödynnetty pintakuviointina sellaisenaan. Rakenteiden sisällä on vahvikkeena teräsputki, johon on myös sijoitettu valonlähteen tarvitsemat sähköjohdot. Molemmat valaisimista on toteutettu harmaata sementtiä sisältävästä massasta. Toiseen on lisätty mustaa rautaoksidi -pigmenttiä.

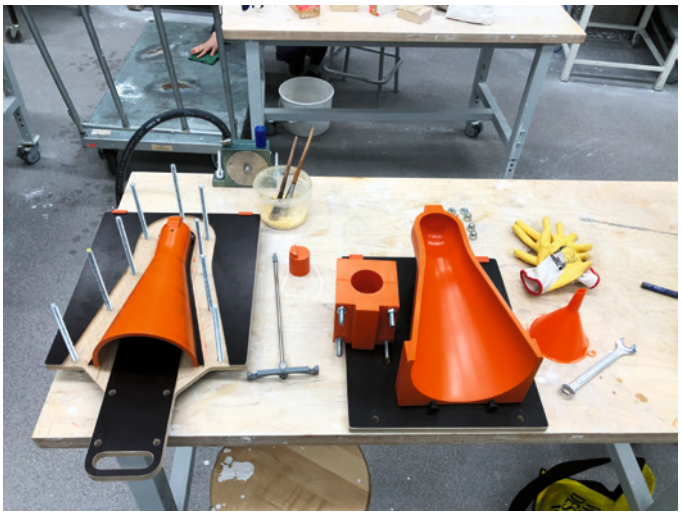
Merika Oksanen
Kappaleita valettiin sekä kapalevystä toteutettuihin muotteihin, että akryylikivi -levystä (LG Himacs – Acrylic stone) valmistettuihin muotteihin. Kapalevy on hyvä ja halpa muottimateriaali yksinkertaisten yksittäiskappaleiden toteuttamiseksi. Himacs puolestaan erinomaisesti koneistettavissa olevana materiaalina sopii hyvin vaikkapa sarjatuotannon muotteihin. Valupinta kappaleen yläpinta. Pintoja viimeistelty hiomalla timanttityynyillä.

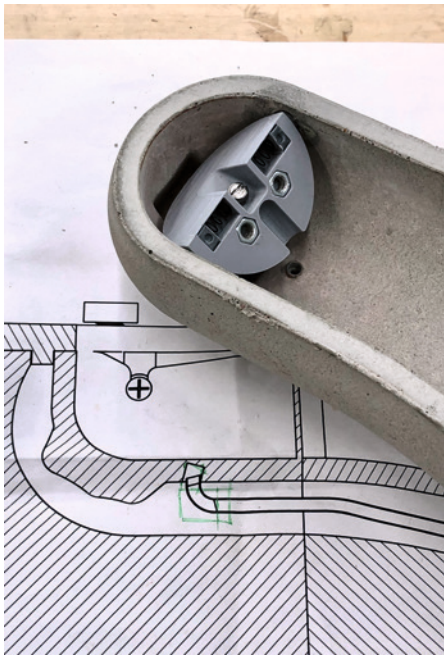
Leon Boran betonivalaisimen valmistusprosessi

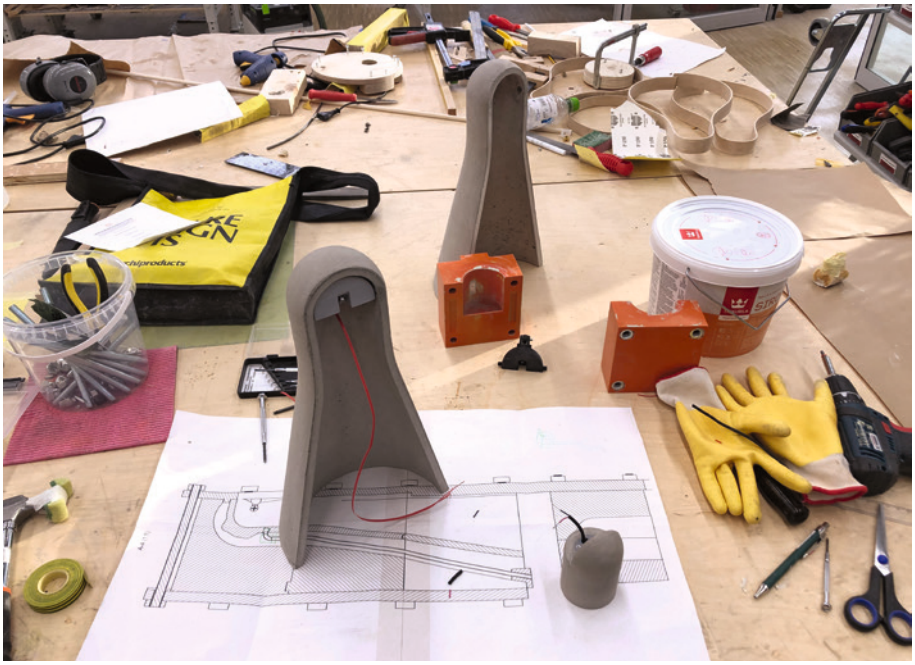


Aukeaman kuvat Leon Bora









Kunnon pohjatutkimus on a & o onnistuneelle paalutukselle

Vesa Tompuri, toimittaja

Paalutusta on harjoitettu Suomessa jo yli sadan vuoden ajan, mutta onnistuneelle paalutukselle välttämättömät pohjatutkimukset eivät vieläkään ole kaikissa rakennuskohteissa itsestäänselvyys. Laadukkaat pohjatutkimukset ovat riittävän kattavat ja ne on suoritettu soveltuvalla kalustolla. Pohjatutkimuksia teetettäessä kyse on myös niiden riskien hallinnasta, joita maaperän tutkimiseen väistämättä liittyy.

I

Ennen kuin paalutuskoneen jyske viestii käynnistyneestä työmaasta, paikalla ovat käyneet pohjatutkijat. Heidän mittaustulostensa perusteella geosuunnittelija pääsee mitoittamaan pohjarakenteet ja rakennesuunnittelija perustusrakenteet. Monissa pienissä kohteissa geosuunnittelijaa ei ole erikseen nimetty tai jos onkin, niin hänen työpanoksensa supistuu lausunnonantajan rooliin.

”On tärkeää, että geoteknistä osaamista on käytettävissä myös varsinaisessa suunnitteluvaiheessa eikä ainoastaan perustamistapalausuntoa valmisteltaessa”, toteaa tekniikan tohtori, tiimipäällikkö *Mirva Koskinen* Helsingin kaupungin Kaupunkiympäristön toimialan maa- ja kallioperäyksiköstä.

Yhtä lailla tärkeää on, että rakennuttajalla on ymmärrystä siitä, millaisia resursseja ja kalustoa kulloisessakin pohjatutkimuksessa tarvitaan. Joskus ilmenee tilanteita, joissa saatavilla olisi heti kalustoa, mutta kyseiseen kohteeseen vääränlaista. Tällaisissa tilanteissa on tärkeää, että rakennuttajalla on ammattitaitoa tutkimusten tilaamiseen – aina ei ole. Käytännössä tulee vastaan tilanteita, joissa tiukoista kokonaisaikatauluista johtuva kiire houkuttelee tilaamaan nopeimmin ja halvimmalla saatavat tutkimukset, vaikka kalusto ei olisikaan täsmälleen sopivaa niihin tarpeisiin, joita kohteessa on.

”Halpuus tulee siitä, että on minimoitu tutkimuspisteiden määrä. Talonrakentamisen projekteissa pohjatutkimukset ja geotekninen

1 Hyvin suunnitellulla ja organisoidulla paalutustyömaalla paalujen asennus on tehokasta ja turvallista.

2 Koepaalutusten yhteydessä mitataan paalun kantavuus PDA-mittauksilla.

2

suunnittelu hankitaan usein kokonaisuutena, jolloin valitaan halvin eli useimmiten vähiten pohjatutkimuksia sisältävä tarjous", sanoo geotekninen asiantuntija *Veli-Matti Uotinen* Väylävirastosta.

Pohjatutkimus auttaa mitoittamaan oikein

Paalutustöiden kannalta asiantunteva ja riittävän kattava pohjatutkimus on välttämätön. Tutkimuksen avulla saa selville alueittain kallionpinnan sijainnin, minkä jälkeen urakoitsija pystyy tilaamaan ja paalutehdas valmistamaan mahdollisimman täsmämittaisia paaluja.

"Harvoin mikään tilaus toteutuu sataprosenttisesti alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Hyvän pohjatutkimuksen avulla paalujen määrään ja ennen kaikkea paalupituuksiin liittyvät riskit minimoituvat. Jos määrät ja pituudet poikkeavat huomattavasti ennakoidusta, se on yleensä merkki puutteellisesta pohjatutkimuksesta", johtaja *Reijo Mustonen* HTM Yhtiöistä pohtii.

On paljon huonoja esimerkkejä pieleen menneistä paalujen mitoituksista nimenomaan paalujen pituuteen liittyen. Pahimmillaan tilatut paalut osoittautuvat jopa 5 - 10 metriä liian lyhyiksi. On myös työmaita, joissa esimerkiksi maakärkipaalut eivät menesty maaperässä olevien isojen kivien tai lohkareiden takia ja silloin paalut on jouduttu vaihtamaan kalliokärjellisiksi paaluiksi paalutustyön ollessa jo meneillään.

"Plus miinus yksi metri on vielä hyväksyttävissä työmailla. Muussa tapauksessa työmaalle voi muodostua korkeita "kantoja" tai yläpinnastaan liian syvälle ulottuvia niin sanottuja uppopaaluja", sanoo työmaapäällikkö *Henri Kiiski* YIT Suomi Oy:stä.

Teoreettinen paalunpituus ei toteudu, jos pohjatutkimukset ovat puutteelliset tai tutkimuspisteitä on liian harvassa

"Jos käytetään erilaisia paalutyyppejä, on järkevää käyttää korkeintaan kahta erilaista paalutyyppiä. Suunnittelussa ne tulisi suunnitella siten, että eivät ole sikin sokin ja kohtalainen määrä samaa paalutyyppiä olisi asennettavissa kerrallaan", arvioi betonituoteyksikön johtaja *Tuomo Eilola* Lujabetoni Oy:stä.

Jos paalutus toteutuu suunnitellusti, tämä heijastuu hyvällä tavalla koko työmaahan. Jos taas heikosti tehdyn pohjatutkimuksen perusteella työmaa tilaa ja tehdas valmistaa vääränmittaisia paaluja, se heijastuu herkästi kokonaisaikatauluun. Pahimmassa tapauksessa työt pysähtyvät kokonaan, kunnes saadaan korvaavia oikeanmittaisia paaluja. Silloin lisäkustannukset ovat moninkertaiset verrattuna kaikkein kattavimpiinkin pohjatutkimuksiin.

Paalutuksen suunnitteluun liittyy aina tarkkoja laskelmia, joiden tuloksena saadaan määritetyksi muun muassa paalujen määrä. Perinteisesti paalutus on suunniteltu kauttaaltaan vertikaalisuuntaiseksi, vaikka paaluperustuksiin kohdistuu myös esimerkiksi tuulikuormista aiheutuvia vaakavoimia. Erityisesti korkean rakentamisen kohteissa paaluperustuksille kohdistuvat vaakavoimat voivat olla suuruudeltaan merkittäviä.

Nykyisin rakennusrungon mitoitus tehdään eurokoodien vaatimusten mukaisesti ja yleensä hyödyntäen FEM-ohjelmia, joilla rakenne mallinnetaan ja näin tarkastellaan

3 Raskailla paalutuskoneilla joudutaan usein työskentelemään ahtaissa paikoissa.

3

mitoituksen ohella myös rakennusrungon vakavuus. Laskennan tulosten perusteella usein tarvitaan myös vinopaaluja vaakavoimien hallitsemiseksi. Niiden asentamisessa voi olla omat haasteensa, joita päteväkään suunnittelija ei aina tiedosta.

Koepaalutus joskus paikallaan

Vaikka huolella tehty pohjatutkimus on hyvän suunnittelun ja sitä kautta sujuvan toteutuksen lähtökohta, kaikissa tapauksissa pelkkä pohjatutkimus ei riitä.

" Kaikkein hankalimmissa pohjaolosuhteissa, kuten täyttömaan tai paksujen löyhien kitkamaa-alueiden tapauksessa, koepaalutus voi olla tarpeen, jotta nähdään, onko paalu ulotettava kovaan pohjaan asti vai ei. Varsinkin täyttömaa-alueita on Helsingin alueella runsaasti", Mirva Koskinen kertoo.

Henri Kiiski puolestaan tähdentää sen tärkeyttä työmaankin kannalta, että paalun pituus saadaan määritetyksi täysin oikeaksi. Koepaalutuksen avulla se onnistuu myös edellä mainituissa vaativien pohjaolosuhteiden tapauksessa.

"Valmistajan näkökulmasta on totta kai yhtä lailla tärkeää saada oikeaa tietoa työmaalla tarvittavasta paalupituudesta. Jos paalupituudet muuttuvat koepaalutuksen avulla saatavan tarkemman tiedon ansiosta, tehdas pystyy varaamaan valmistuskapasiteettia kyseistä kohdetta varten mahdollisimman tarkasti ja näin varmistamaan mahdollisimman täsmälliset toimitukset", Reijo Mustonen toteaa.

Veli-Matti Uotinen viittaa tässä asiassa etenkin Sisä-Suomessa toteutettuihin Väyläviraston kohteisiin. Esimerkiksi Lahden seudulla on hänen kokemuksensa mukaan paikoitellen sellaiset pohjaolosuhteet, joihin kitkapaalutus soveltuu hyvin. Erityisesti tällöin on hänen mukaansa tähdellistä täydentää pohjatutkimuksia koepaalutuksilla, jotta saadaan varmuus oikeasta paalujen mitoituksesta.

Toteutusmuotokin vaikuttaa

Perinteisesti paalutustöitä on voinut tehdä työmaalla ennen kuin muut rakentajat saapuvat paikalle. Nykyisin varsinkin isoissa kohteissa tilanne on sikäli toisenlainen, että saman työmaan eri lohkoilla työt etenevät eri vaiheessa, jolloin paalutustöiden kanssa samaan aikaan työmaalla voi jo olla meneillään esimerkiksi perustusten tekoa. Tämä ei ole ongelmaton seikka työturvallisuuden kannalta, sillä tällainen vaiheistus merkitsee sitä, että esimerkiksi raudoittajia tai timpureita liikkuu tällöin samalla alueella kuin missä paalutuskoneella tehdään töitä.

"Kokemukseni perusteella voin todeta, ettei muissa Pohjoismaissa menetellä näin", Reijo Mustonen.

Uusilla toteutusmuodoilla on sekä etuja että haittoja paalutusprosessin sujuvuuden kannalta. Esimerkiksi allianssimuotoisissa hankkeissa on tyypillistä viimeistellä suunnitelmia toteutuksen tahdissa. Tällöin täydentävien pohjatutkimusten tarve saattaa "yllättää" niin, että on houkutus teettää tutkimukset nopeasti laadun kustannuksella, minkä seurauksena riski väärän mittaisista paaluista kasvaa. Toisaalta allianssin etuna on kehitysvaiheelle varattu riittävä aika, joka oikein käytettynä johtaa kustannuksia säästäviin ja laatua parantaviin innovaatioihin.

"Esimerkiksi Lahden ohikulkutien työmaalla allianssiryhmässä syntyi geotekniikkaan ja myös paalutukseen liittyviä oivalluksia. Niiden avulla projektilta säästyi rahaa useita miljoonia euroja", Veli-Matti Uotinen kertoo.

Lähes kaikilla talonrakennustyömailla sovelletulla tahtituotannolla on silläkin kääntöpuolensa paalutuksen näkökulmasta. Henri Kiiski toteaa mielipiteenään, että tahtituotanto soveltuu paalutustöihin huonosti, koska riittävistäkin pohjatutkimuksista huolimatta maaperässä voi tulla vastaan yllätyksiä. Lisäksi isoilla koneilla työskenneltäessä liian monta vierekkäistä työvaihetta aiheuttaa huomattavan työturvallisuus riskin.

Kaiken kaikkiaan paalutuksen sujuvuuden kannalta on olennaista, että pohjatutkimusten hankintaan ja toteuttamiseen varataan riittävästi aikaa ja ne ovat riittävän kattavat ja asiantuntevasti toteutetut. Yhtä tärkeää on geoteknisen suunnitteluosaamisen hyödyntäminen ja sille riittävän ajan varaaminen sekä urakoitsijoiden ja paaluvalmistajien asiantuntevien näkemysten huomioonottaminen.

Vaihdetaan kohdefunktiota

Rakentamisen tavoitteena on saada tilaajan haluamaa tilaa kustannustehokkaasti. Valtiovalta pitää säännöksillä huolta siitä, että suunnittelu ja rakentaminen tehdään niin, että rakennuksen käyttö on turvallista ja mukavaa.

Rakennesuunnittelijan rooliksi on jäänyt optimoida rakenteita sääntöjen rajoissa, jotta on voitu rakentaa mahdollisimman pienellä taloudellisella panoksella tilaajan määrittelemin reunaehdoin. Optimoinnin kohdefunktioita on siis aina ollut monta, mutta tärkeimpänä on ollut talous, joka aikaansaadaan pitkälti rakenteisiin käytettävän materiaalin määrää minimoimalla.

Betonirakenteissa minimointia voisi viedä nykyistä pidemmälle vaikka sienimäisillä lävistysvahvistuksilla ja raudoitusten tarkemmalla suunnittelulla, esimerkkinä vaikka ylöstaivutetut tangot ja katkaisupituuksien tarkempi suunnittelu. Tällainen kikkailu johtaa kuitenkin työ- ja laadunvarmistuskustannusten kasvuun, vaikka säästääkin materiaaleissa.

Kestävän rakentamisen tavoittelu muuttaa tätä talouden ja materiaalimäärän minimoimisen ajattelutapaa radikaalisti. Äkkiseltään voisi luulla, että rakenteiden mittojen minimoimisen kannalta on aivan sama, tehdäänkö se rahan vai kestävän kehityksen takia. Niin se tietysti onkin, mutta kysymys on laajempi. Meidän pitää voida arvioida rakennushankkeita myös laajemmassa kehyksessä.

Täytyykö rakentaa uutta vai voitaisiinko hyödyntää vanhaa, täytyykö rakentaa neitseellisestä materiaalista vai kelpaisiko kierrätetty, tarvitaanko tilaa ylipäätään vai voitaisiinko toimia hajautetusti?

Lehdissä kirjoitellaan kestävän kehityksen hengessä isojen yritysten pääkonttoreista, joissa "kestävä rakentaminen" on toteutettu käyttämällä kierrätettyjä lampun varjostimia ja täysin sekundaarista roipetta. Isossa kuvassa olisi ollut parempi jäädä vanhaan konttoriin ja tehdä sinne pieni kasvojen kohotus.

Uuden rakentamislakiin liittyvän paketin piti korjata tilannetta, mutta se ei hyvältä näytä. Koska perustuksia ei tarkastella laskennassa ollenkaan, iso osa päästöistä jää kokonaan pois laskuista. Perusteluna tähän on, että perustusten päästö liittyy enemmän rakennuspaikan valintaan kuin itse rakennukseen. Kaavoituksen on tarkoitus ohjata rakentamista vähähiilisempään suuntaan. Kuitenkaan meillä ei taida minkään kaupunkikeskustan läheisyydestä löytyä kalliota, jolle voitaisiin taloja kaavoittaa ilman julmettua porua lähiluonnon säilyttämisen puolesta.

Hiilijalanjälkilaskenta ja sille asetetut ylärajat tulevat tulevaisuudessa ohjaamaan rakentamista. Onko suunta se, mitä lainsäädännöllä on haettu, jää nähtäväksi. Hiilijalanjälkilaskenta on periaatteessa helppoa, mutta valintojen taustoissa riittää mietittävää. Kun rakennetaan mahdollisimman pienillä kuormilla, saadaan pienemmät rakenteet ja pienempi hiilijalanjälki. Käyttöikä voi samalla jäädä lyhyeksi, kun muuntojoustavuus on olematonta pienten kuormien takia ja tämä johtaa pahimmillaan tarpeeseen purkaa rakennus ja rakentaa uusi.

Meidän kaikkien onkin siis aika nostaa kissan sijaan hiilijalanjälki pöydälle ja muistaa, että pelkästään rakentamisen kustannusten optimointi ei ole enää mahdollista.

Auli Lastunen
Eurokoodiasiantuntija
Rakennustuoteteollisuus RTT
auli.lastunen@rakennusteollisuus.fi

Henkilökuvassa
Tiia Lyytinen

Betoni-lehden henkilögalleriassa on haastateltavana Vuoden Elementtisuunnittelija 2022, Sweco Oulussa rakennesuunnittelijana työskentelevä diplomi-insinööri **Tiia Lyytinen**. (s. 1978 Keravalla).

Haastattelijana ja toimittajana: *Dakota Lavento*

1 Tiia Lyytinen palkittiin Vuoden Elementtisuunnittelija 2022 -palkinnolla lokakuussa. –Tiia Lyytinen on yrityksen yksi vahvimmista elementtisuunnittelun osaajista. Tiian vankka kokemus yhdistettynä hyvään ihmistuntemukseen, monipuoliseen tekniseen osaamiseen ja laadusta tinkimättömään asenteeseen tekee Tiiasta juuri oikean valinnan vuoden 2022 Elementtisuunnittelijaksi, totesi tuomaristo perusteluissaan.

Yksi täysillä töitä tekevän ja pehmeitä arvoja painottavan Tiia Lyytisen vahvuuksista on hyvä ihmistuntemus. Se, samoin kuin hänen vahva elementtisuunnittelun osaamisensa sekä laadusta tinkimätön asenteensa nousivatkin esille palkitsemisperusteluissa.

Tiia on avoin ja analyyttinen, suorastaan ihanteellinen haastateltava. Puheliaisuudestaan hän kiittää savolaisia juuriaan.

Työssään Tiia myöntää olevansa erittäin laatuohjautuva. Se on tietenkin hyvä ominaisuus, mutta toisaalta laatu vaatii aikaa, mikä voi asettaa ajankäytöllisiä haasteita.

”Samalla olen hyvin kärsimätön. Tykkään saada suunnitelmat tehtyä kerralla kuntoon ja kannustan muitakin miettimään keinoja ajan säästämiseen. Mielestäni ihmisten pitää keskittyä siihen, missä heidän ymmärrystään ja osaamistaan tarvitaan. Loput voisi automatisoida koneiden vastuulle.”

Tärkeä tiimihenki

Swecon Oulun toimistossa työskentelevä Tiia Lyytinen vetää haastavia suunnitteluprojekteja sekä ohjaa ja opastaa nuorempia suunnittelijoita. Hän panostaa suunnittelutiimin hyvän hengen luomiseen alusta alkaen. Tiimihengen luominen vaatii vaivannäköä, sillä projektitiimit koostuvat yleensä eri puolella Suomea työskentelevistä työkavereista. Viime vuosien vaativissa Espoon, Kajaanin ja Hämeenlinnan sairaalan suunnitteluhankkeiden projektitiimi on tavallisesti tavannut Teamsissä.

Tiian mielestä tiimihenkeä on vaikea saada aikaan toimimalla kokonaan etäyhteyksin. ”Paljon auttaa, jos tiimi tapaa kasvokkain ainakin projektin alussa. Sen jälkeen sähköinen yhteistyö sujuu helpommin.”

Asiapitoisessa työssä viestitkin ovat hyvin asiakeskeisiä. Se saattaa viestin vastaanottajasta tuntua hyvinkin tylyltä ja yhteistyö pahimmassa tapauksessa joutua aivan väärille urille. Väärinkäsitysten välttäminen pakottaa puolestaan aikaa vievään sanojen varmistelemiseen.

Tiian mukaan Sweco on kouluttanut työntekijöitä ottamaan ihmisten erilaisuus huomioon, ymmärtämään persoonallisuustyyppien kirjoa. Siitä on tiimin vetäjälle paljon hyötyä.

”Minulle luottamuksellinen ilmapiiri ja hyvin sujuva tiimityö on myös siksi erittäin tärkeää, että silloin voin myös itse hyvin. Panostan paljon hyvän tiimin muodostumiseen ja siihen, että kaikkien on olosuhteisiin nähden hyvä tehdä työtä. On todella palkitsevaa, kun se alkaa toimia!”

Tiia ei ollut odottanut tulevansa valituksi Vuoden elementtisuunnittelijaksi. ”Olin aivan hämmentynyt perusteluja lukiessani”, hän tunnustaa.

Tiimipelaamiseen panostaminen on selvästi kantanut hedelmää.

Tiia pitää huomionosoitusta myös merkkinä siitä, että hänelle tärkeät pehmeät arvot ovat tärkeitä muillekin.

Tiimitoimintaan panostamisen lisäksi Tiia pitää tärkeänä antaa kaiken osaamisensa tiimin käyttöön. ”Laitan itseni likoon ja minusta muidenkin pitäisi tehdä samoin. Allianssihankkeissa osapuolia siihen ohjataan, mutta hyödynnän sitä myös muunlaisissakin hankkeissa.”

”Toivoisin, että siitä tulisi arkipäivää koko rakennusalalla!”

Opettajalla mieletön merkitys

Vaikka Tiia syntyi Keravalla, perhe muutti pian Savoon. Oppivelvollisuutensa Tiia suoritti hyvin pienessä kyläkoulussa. ”Minulla oli neljä luokkakaveria ja kaikkiaan oppilaita koko ala-asteella oli alle 20.”

Myös yläaste Keiteleellä ja lukio Vesannolla olivat pieniä.

Koulujen koosta viis, sillä Tiialla oli ainakin matematiikan opettajien suhteen tuuria. ”Sekä yläasteen että lukion pitkän matematiikan opettajat osasivat paitsi opettaa, myös kannustaa. Oppilaiden kannustaminen ei 1980-90 -luvuilla suinkaan ollut maan tapa.”

Lukiossa Tiia muistelee saaneensa stipendinkin. ”Siitä jäi olo, että matemaattinen ala voisi olla mun juttu.”

Lukiossa kesken jääneet laajan fysiikan opinnot harmittavat Tiiaa. Pian eläkkeelle jäämässä oleva opettaja lähti fysiikan kurssilla loogisesti ajattelevalle Tialle liian epämääräisesti, kertomalla alkuräjähdyksestä: ”Ensin ei ollut mitään ja sitten se räjähti”. Niinpä hän jätti kurssin kaverinsa kanssa kesken opettajan houkuttelusta huolimatta.

Koululaisena Tiia ei tietoisesti ajatellut suuntautua rakennusalalle. Ala sinänsä ei ollut hänelle kirvesmiesisän työn vuoksi vieras. Insinöörityöhön ja isompiin rakennushankkeisiin

Sweco

1

Tiialla sen sijaan ei ollut mitään kosketuspintaa. Niitä ei yksinkertaisesti pienellä paikkakunnalla ollut.

Ylioppilaaksi kirjoitettuaan Tiia vietti välivuoden ulkomailla ja mietti tulevaisuuttaan. Hakuoppaita läpi kahlatessaan hän alkoi harkita sekä yliopistoissa että ammattikorkeakouluissa annettavaa rakennusinsinöörin koulutusta. ”Ajattelin, että riittävän konkreettisena ja käytännönläheisenä matematiikkana se voisi olla minun hommaani.”

Oulun yliopistosta koulutus kuitenkin loppui eikä Tiian poikaystävä, nykyinen mies, halunnut muuttaa etelämmäksi. Niinpä Tiia pyrki ja pääsi Kuopion ammattikorkeakouluun. Siellä hän ehti opiskella kaksi vuotta, kunnes mies sai töitä Oulusta ja Tiiakin siirtyi Oulun ammattikorkeakouluun.

”Luulen, että opinnot kahdessa koulussa olivat lopulta rikkaus. Todennäköisesti sain näin monipuolisempaa opetusta.”

Tiialla oli myös ammattikorkeakouluissa opettajien suhteen tuuria. ”Erityisesti betonipuolelle sattui tosi hyvä opettaja. Se on vaikuttanut selkeästi työelämässäkin.”

Oppitunneilla välittyvä fiilis voi vaikuttaa jopa siihen, minkä materiaalin kanssa haluaa jatkossa työskennellä.

Tiia on edelleen tyytyväinen, että yliopettaja Pekka Nykyri siirtyi sopivasti Oulun yliopistosta ammattikorkeakouluun opettamaan betonitekniikkaa. ”Myös Kuopiossa meillä oli hyvä opettaja työelämästä piipahtamassa. Heidän ansiostaan sain hyvät lähtökohdat ammattiin.”

Tiia korostaa, ettei opinnoissa menestyminen ole välttämättä kiinni lahjakkuudesta tai sinnikkäästä työskentelystä. ”Minulla on ollut todella paljon onnea matkassa. Kaikki opettajat eivät ole yhtä innostavia ja kannustavia. Opettajan kyvyllä kohdella oppilaitaan tasavertaisesti on pelottavan suuri vaikutus.”

Työpaikka sitkeällä soittelulla

Ammattikorkeakoulun kurssit Tiia sai suositetuksi vuonna 2002. Ensimmäisen työpaikkansa hän sai sitkeän soittorumban ansiosta. ”Otin yhteyttä kaikkiin puhelinluettelon insinööritoimistoihin ja kyselin töitä. Osa yhteydenotoista meni totaalisesti huti, kun kyseessä olikin sähkösuunnittelutoimisto. Sitähän ei puhelinluettelosta voinut päätellä”, Tiia naurahtaa.

Tiia pääsi haastatteluun Insinööritoimisto Taponen & Heiskariin. Toimistolla oli käynnistymässä yhteistyö talotehtaan kanssa, joten he tarvitsivat toisen insinöörin puuelementtisuunnitteluun.

Sillä tiellä Tiia on edelleen. Toimisto tosin on tässä välissä myyty jo kahdesti: ensin Finnmapille ja se sitten Swecolle. Taponen & Heiskarissa Tiia oli seitsemäs työntekijä. Nykyisin palkästään Swecon Oulun toimistossa työkavereita on yli 300 ja yrityksessä yhteensä 3000.

Suvi Halonen

2

3

2–3 Tiia harrastaa koiriensa kanssa vinttikoirien rata- ja maastojuoksua, agilityä ja nose work:ia. Tiia myös tuomaroi vinttikoirien maastojuoksukilpailuissa. Kuvassa hänen koiransa Desi maastojuoksuharjoituksissa.

Tiia palkattiin valmisosasuunnitteluun, suunnittelemaan pienpuuelementtejä. Hän sukelsi saman tien elementtisuunnittelun syvään päätyyn. ”Mitoitin esimerkiksi rakenteen sisäisiä ikkunapalkkeja. Liitosdetaljiikka oli vakioitua, talotehtaan omaa suunnittelua.”

Elementtisuunnittelijan piti myös miettiä logistiikkaa: elementtien maksimittoja ja miten ne saadaan tontille kuljetettua.

Projektit olivat todella tiukasti hinnoiteltuja, joten virheitä ei saanut tapahtua. Tiia muistaa vieläkin erään sisääntulokatoksen lappeen. ”Täsmäsin räystään mitan, mutta siinä kävi sitten niin, että yhdellä lappeista oli eri ruodejako ja tiilikaton ilme täten epäyhtenäinen. Ajatusvirheeni söi katteet siitä suunnitteluprojektista.”

Tiiaan virheellä oli mullistava vaikutus. Lopputulemaa hän ei voinut mitenkään siinä vaiheessa tietää, sillä asia oli hänelle aivan uusi. ”Korostankin aina ohjattavilleni, että jos sinulle ei ole asiasta koskaan edes sanottu, miten osaisit siitä kysyä – saati ottaa sitä huomioon.”

”Elementtisuunnittelussa ei edes voi tietää, mitä kaikkea ei vielä tiedä. Opeteltavaa on paljon, sillä valmisosasuunnittelun kenttä on todella laaja. Vie vuosia päästä kunnolla sisään. Se ei käy nopeasti, vaikka ohjaajat olisivat kuinka hyviä ja itse tekisi työnsä loistavasti.”

Monipuolisia tehtäviä

Kokemuksen kasvaessa Tiian työnkuva laajeni vähitellen rakennesuunnitteluun. ”Pääsin mitoittamaan myös vähän haastavampia paikallavalurakenteita. Suunnittelimme paljon aivan perusasuinkerrostaloja ja niiden elementtejä AutoCadilla.

Tiia kertoo suunnitelleensa kyllä myös 2D:nä, itse viivat piirtäen. ”Siitäkin on ollut hyötyä, sillä se opettaa hahmottamaan rakenteiden liittymisiä toisiinsa ja mahdolliset epäjatkuvuuskohdat mielessä. Laskentamallin tai tietomallin sijaan kuva on muodostettava omassa päässä. Tämä ns. rautalankamallin hahmotuskyky auttaa tulkitsemaan koneiden tuottamia malleja.”

Mallipohjaisen mitoitus- ja analyysiohjelmisto Tekla Structural Designin käytön Tiia opiskeli kivuliaimmalla tavalla, itse työn ohessa ilman erillistä koulutusta. Hän muistelee olleensa todella ärtynyt, kun ei osannut eikä löytänyt ohjelmistosta toimintoja, joita oli tottunut AutoCadissa käyttämään.

”Persoonana en ole ollenkaan yrittämällä ja erehtymällä oppiva. Haluan ensin haalia kaiken tarvittavan tiedon kasaan ja vasta sitten ryhdyn tekemään. En tykkää tehdä virheitä. Virheensietokyvyssä minulla on vielä opeteltavaa.”

AutoCadia Tiia osasi töihin tullessani käyttää paremmin kuin osa työkavereista, sillä hänen AutoCadin käytön opettajansa Kuopion ammattikorkeakoulussa oli hyvä ja vaativa.

Koulussa käydystä ArchiCad-kurssista ei Tiian mukaan ollut Teklan opettelussa hyötyä, sillä se on toiminnoiltaan hyvin erityyppinen ohjelmisto.

Työnantajaa ei Tiian itseopiskeluongelmista voi syyttää, sillä Tiia olisi ollut toinen Tekla-kurssille lähetettävä suunnittelija. Lähestyvän äitiyslomansa vuoksi hän ei tarttunut tarjoukseen."Ajattelin, että olisi aina parempi päästä soveltamaan opittua työssä saman tien."

Teklan lisäksi Tiia nostaa esiin toisen työuransa aikana eteen tulleen suuren muutoksen: Eurokoodit. "Niitä toki sivuttiin koulussa, mutta olen tehnyt pitkään töitä rakennusmääräyskokoelman perusteella."

Tiia korostaa, että vastaavanlaisten suurten muutosten edessä työnantajan tuella on suuri merkitys työntekijöiden selviämiselle. "Työnantajahan päättää, miten työntekijöitään tukee – onko mahdollista käydä kursseja ja ottaa aikaa opiskeluun. Siinä suhteessa minulla ei ole työnantajastani pahaa sanottavaa."

Riittämättömyyden tunteita

Tiia opiskeli suuren murroksen keskellä. Ensimmäiset ammattikorkeakoulut aloittivat 1996, joten uudenlainen insinöörikoulutus haki vielä uomiaan. "Kouluissa testailtiin, mitä hienoja uusia kursseja voidaan opetussuunnitelmaan sisällyttää, jolloin tärkeitä kursseja jäi aivan valtavasti pois."

Tiian mielestä teknillisissä oppilaitoksissa opiskelleet rakennusinsinöörit olivat saaneet todella paljon laajemman koulutuksen kuin ammattikorkeakouluinsinöörit vuosituhannen taitteessa.

Puutteet saadussa opetuksessa vaikuttivat Tiian työhön. Hänestä tuntui, että vaikka matemaattiset kyvyt riittäisivät, jotain muuta puuttui. "Kerta toisensa jälkeen minusta tuntui, etten pysty ottamaan vastaan haastavampia mitoitustehtäviä. Koulutus ei antanut siihen eväitä, enkä osannut laajentaa osaamistani."

Itsenäiseen opiskeluun perhe ja haastavat työtehtävät eivät jättäneet aikaa eikä energiaa.

Viisi vuotta sitten Tiia päätti ottaa härkää sarvista. Hän jättäytyi aikuisopintotuella täyspäiväiseksi opiskelijaksi kolmen vuoden ajaksi ja valmistui diplomi-insinööriksi Oulun Yliopistosta vuonna 2021.

"Teekkariksi ryhtyminen oli ehdottomasti hyvä päätös. Nyt minulla on rakennussuunnitteluun ja mitoittamiseen teoreettinen tausta, jota olen aina aikaisemmin haikaillut."

Tiia sanoo, että hänen opintopolkunsa osoittautui toimivaksi. "Sain koulutuksesta työkokemukseni kautta varmasti enemmän irti. Tiesin, mitä haluan opiskella ja osasin valikoida oikeita kursseja. Olin sellainen yli-innokas aikuisopiskelija kursseilla, motivoitunut ja kyselevä."

Katkos työelämästä oli muutenkin hyödyksi. Tiia sanoo katsovansa työkuvioita eri tavalla, vaikka aikataulut edelleen puskevat päälle ja työ tuntuu joskus hullunmyllyltä.

Tiian työpäivät venyvät ajoittain pitkiksi ja hän myöntää edelleen opettelevansa rajojen asettamista. Erään hektisen työjakson jälkeen Tiia kertoo kotiin tullessaan esitelleensä itsensä lapsilleen: "Hei olen Tiia ja asun täällä. "Lapset tuumasivat, että: "joo, sä näytät vähän meidän äitiltä."

Tiia asuu miehensä ja kahden lapsensa sekä Milli ja Desi whippetiensä kanssa Oulussa. Hän tykkää liikkua luonnossa koirien kanssa ja vaeltaa rinkka selässä. Millin ja Desin kanssa hän harrastaa vinttikoirien rata- ja maastojuoksua, agilityä ja nose work:ia. Tiia myös tuomaroi vinttikoirien maastojuoksukilpailuissa.

Whippetit sopivat Tiialle erinomaisesti. Niillä on emäntänsä kanssa samanlainen elämänasenne. "Harmaa keskiverto on minulle vaikeaa. Johonkin ryhtyessään whippet tekee sen täysillä. Lopun aikaa se sitten voikin maata sohvalla taljana."

Haastavia tehtäviä

Jatkossa Tiia toivoo saavansa eteensä entistäkin haastavampia rakennesuunnittelu- ja mitoitustehtäviä. Vaikka hän mielellään vetääkin suunnitteluryhmiä, varsinaiseen henkilöstöjohtamiseen hänellä ei ole paloa. "Minun vahvuuteni on asiantuntijuudessa. Fysiikan lait toimivat joka päivä samalla tavalla, mutta ihmisten kanssa on monimutkaisempaa."

Työturvallisuuden kehittäminen on lähellä Tiian sydäntä. Tiia painottaa työturvallisuutta suunnitteluratkaisuissaan ja pitää asiaa aktiivisesti esillä. "Ei vielä riitä, että työturvallisuuteen kiinnitetään suunnitelmissa ja dokumenteissa huomiota. Kaikki rungon hankalat kohdat on käytävä työmaan kanssa läpi konkreettisesti", Tiia korostaa.

"Suunnittelijan tärkein tehtävä on tehdä työnsä siten, että työpäivän lopussa jokainen lähtee työmaalta terveenä kotiin."

Hyvä kiertämään

Tiia Lyytisen kävi lukiotaan 1990-luvun laman aikana. Lama osui hänen perheeseensä voimalla. Perheellä oli suuri asuntolaina ja korot karkasivat käsistä. Oli työttömyyttä ja toisen vanhemman työkyvyn vievä terveystilanne. Oli hyvin todennäköistä, että Tiia joutuisi luopumaan lukiohaaveistaan, sillä kirjat olivat liian kalliita.

"Mutta sitten yksityinen henkilö, jolle isä oli tehnyt aiemmin remonttia, päätti sponsoroida lukiokirjani. Se oli todella merkittävä asia meidän perheelle ja mulle", Tiia kertoo liikuttuneena.

Vuoden elementtisuunnittelija 2022 -valinnan vuoksi saamastaan rahapalkinnosta Tiia aikoo laittaa siivun hyväntekeväisyyteen, vähävaraisille perheille lasten opintojen tukemiseen. Näin joku toinenkin saa elämässään mahdollisuuden ja pääsee opiskelemaan.

Tiia haluaa laittaa hyvän kiertämään.

1

Mikkeliläinen kerrostalo rakennetaan Suutarisen vähähiilisestä betonista

Mäntyharjulainen Suutarinen yhtiöt on tuonut myös vähähiilisen betonin kaupalliseen rakentamiseen. Rakennusliike Ola Oy:n uuden Mikkeliin tulevan kerrostalon rakenteet on tehty Suutarisen ekotehokkaalla betonilla, jonka odotetaan lähes puolittavan rakentamisen hiilidioksidipäästöt.

– Meillä oli yhteinen halu tehdä konkreettisia tekoja ekologisemman rakentamisen puolesta, teollisuusneuvos *Timo Suutarinen* kertoo.

Olan uudessa kerrostalossa perustukset, pilarit, väliseinät, parvekkeet, pintalattiat ja väestönsuoja on tehty Suutarisen uutuusbetonilla. Valmisbetoni ja elementit on valmistettu SBS-Betonin tehtaalla Mikkelin Tikkalassa.

– Ekotehokkaan betonin käyttö ei ole tuonut ongelmia tai muuttanut sovittuja aikatauluja, rakennusliike Olan työmaamestari *Mikko Tuhkanen* toteaa.

Finnsementin asiakastukipäällikkö *Sini Ruokosen* mukaan Olan uusi kerrostalo on kiinnostava kohde monella tavalla.

– Se on uudisrakennus, jossa ekotehokas betoni on monipuolisessa käytössä, Ruokonen sanoo.

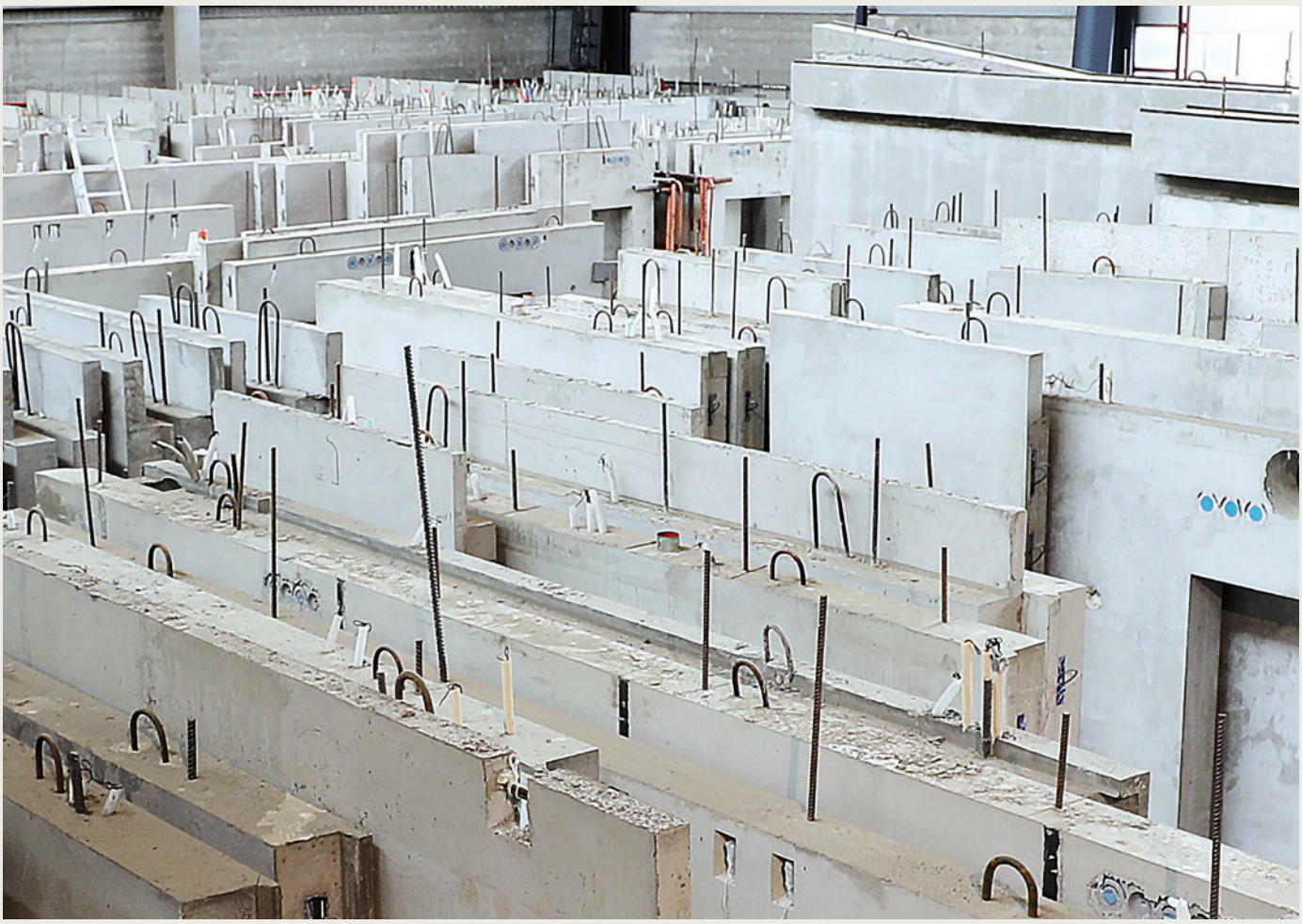
Ruokosen mukaan myös mikkeliläisen uudisrakennuksen työmaa on osoittanut, että ekologisempien rakennusmateriaalien käyttöä on turhaan arasteltu.

– Ekotehokkuuden edistäminen ja siihen satsaaminen ovat yhteiskuntavastuun kantamista, Ruokonen toteaa.

Suutarinen yhtiöissä on kehitetty Timo Suutarisen johdolla ekotehokasta betonia. Tuote perustuu Finnsementin elokuussa 2021 markkinoille tuomaan Kolmossementtiin, joka on 52,5-lujuusluokan masuunikuonasementtiä. Suutarisen betonireseptiin sementin lisäksi kuuluvat tarkasti koostettu kiviaines, pienempi veden määrä ja kiihdyttävä lisäaine.

Lisätietoja:
Suutarinen Yhtiöt, teollisuusneuvos, hallituksen puheenjohtaja Timo Suutarinen
p. 0400 653 701
timo.suutarinen@suutarinen.fi
Rakennusliike Ola Oy,
työpäällikkö Olli Heinikainen,
p. 0500 211 621
olli.heinikainen@ola.inet.fi
Finnsementti Oy,
asiakastukipäällikkö Sini Ruokonen,
p. 050 415 3311
sini.ruokonen@finnsementti.fi

1 Mikkelin kerrostalotyömaalla Finnsementin asiakastukipäällikkö Sini Ruokonen ja teollisuusneuvos Timo Suutarinen.



Lujabetoni toi myös markkinoille vähähiiliset betonielementit

Myös Lujabetoni Oy on tuonut markkinoille vähähiiliset seinäelementit sekä ontelo- ja tasolaatat, joiden hiilijalanjälki on 40 % pienempi kuin normaaleilla betonielementeillä.

Lujabetoni, kuten monet betonin valmistajat, tekevät jatkuvaa kehitystyötä hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi ja vähähiilisyyteen pyrkiminen on osa monen betoniyrityksen toimintaa. Nyt markkinoille tuotujen vähähiilisten elementtien lisäksi Lujabetonin valikoimaan kuuluu aiemmin markkinoille tuotu vähähiilinen valmisbetoni, Luja-Vähähiilibetoni, jonka hiilijalanjälki on 50 % pienempi kuin tavallisen betonin.

– Yhdessä vähähiilisten tuotteiden sekä jatkuvan tuotekehityksen avulla haluamme omalta osaltamme olla pienentämässä hiilidioksidipäästöjämme ja tavoittelemassa toimintamme haitallisten ympäristövaikutusten minimoimista, sanoo Lujabetonin elementtiyksikön johtaja *Kari Turunen.*

– Esimerkkinä jo saavutetuista päästötavoitteista ovat jopa 15 % pudonneet päästöt käytössä olevissa elementtibetoneissa ja se, että Lujabetonin kehittämät vähäpäästöiset tuotteet on mahdollista ottaa osaksi normaalia elementtituotantoa, Turunen tarkentaa.

Seinäelementtien ja ontelolaattojen osalta vähähiilisyyteen päästään tuotteiden betonireseptien muutoksilla ja moderneilla teollisuuden sivuvirtoihin perustuvilla sideaineilla. Myös prosessitekniikkaa on kehitetty betonielementtien lämpöoptimoinnin osalta kovettumisvaiheessa.

– Vähähiilibetonissa osa betonin valmistukseen tarvittavasta sementistä on korvattu muun teollisuuden sivuvirtatuotteilla päästöjen alentamiseksi. Tuotteet ovat laadultaan vastaavia kuin ns. normaalilla elementtibetonilla valmistetut, kertoo reseptiikasta Lujabetonin kehityspäällikkö *Olli Voutilainen.*

Lujabetonin vähähiilibetonin kehitystyötä on tehty oman kehitysorganisaation toimesta ja betonin varhaislujuuksien kehittymistä on testattu yhteistyössä eri lisäainevalmistajien kanssa. Kehitystyötä jatketaan tavoittena edelleen vieläkin nopeampi betonin lujuudenkehitys, kerrotaan Lujabetonilta.

Tällä hetkellä vähähiilibetonielementtien valmistuksen testaaminen on keskitetty Järvenpään tehtaalle, mutta tulevaisuudessa elementtejä voidaan valmistaa kaikilla Lujabetonin elementtitehtailla.

Lisätietoja:
Yhteystiedot, Lujabetoni Oy
Elementtiyksikön johtaja Kari Turunen,
kari.turunen@luja.fi, p. 044 585 2482
Kehityspäällikkö Olli Voutilainen,
olli.voutilainen@luja.fi, p. 044 585 2029

Lujabetonin tehdas sai ensimmäisenä Suomessa vähähiilisen betonin valmistuksen sertifikaatin

Lujabetoni Oy:n Helsingin tehdas on ensimmäinen betonitehdas, jolle Kiwa Inspecta Sertifiointi Oy on myöntänyt Vähähiilisen betonin valmistuksen sertifikaatin.

BY-Vähähiilisyysluokitus on vapaaehtoinen, kansallinen menetelmä betonin hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Luokituksen tarkoituksena on luoda alalle tuotemerkeistä riippumaton yhtenäinen tapa kuvata erilaisia vähähiilisiä betonilaatuja. Helsingin tehtaan saama sertifikaatti oikeuttaa Lujabetonin nyt virallisesti tarjoamaan ja toimittamaan asiakkaille vähähiilibetonia, jonka luokitus on yhteisesti sovittu.

– Betoniyhdistyksen vähähiilisertifikaatti on käytännössä paras menetelmä selkeyttämään alan toimintatapoja, siksi halusimme olla heti tukemassa ja ohjaamassa alaa kyseiseen suuntaan. Samalla olemme todenneet, että kyseinen menetelmä ja sertifikaatti ovat käytännössä paras tapa osoittaa toimintamme taso, kertoo kehityspäällikkö *Tuomo Kovanen* Lujabetonilta.

Alkutarkastuksen lisäksi Kiwa Inspecta sertifiointi tarkastaa jatkossa kahdesti vuodessa tehtaan toiminnan. – Tarkastuksien yhteydessä osoitamme toimintamme olevan vähähiilisertifikaatin myöntämisen ehtojen mukaista, sanoo Tuomo Kovanen.

BY-Vähähiilisyysluokituksella on saatu alalle yhteiset pelisäännöt, jolloin eri toimijoiden vertailu tulee yhtenäisemmäksi ja mahdolliseksi. Sertifiointimenettelyn ansioista tilaaja ja rakentaja tietävät tarkalleen, millaista betonia kohteeseen toimitetaan ympäristö huomioiden. Tilaaja voi asettaa kohde- tai rakennekohtaisesti betonille vähähiilisyysluokan ja betonin toimittaja voidaan kilpailuttaa normaaliin tapaan. Menetelmän avulla tilaaja voi valita rakenteeseen vähähiilisemmän betonin ilman, että kilpailua rajoitetaan.

– Vähähiilibetonien käyttäminen vaatii niin toimittajilta kuin työmailta uuden opettelua. Kannatamme hallituin askelin siirtymistä kohti vähähiilisiä betoneita, Kovanen opastaa.

Lujabetonin Oulun valmisbetonitehtaalla on pidetty alkutarkastus lokakuussa ja haettu vähähiilisen betonin valmistuksen sertifikaattia. Lujabetoni on ilmoittanut hakevansa vähähiilisen betonin valmistuksen sertifikaattia useimmille valmisbetonitehtailleen.

Myös monet muut valmisbetonia valmistavat yritykset ovat valmistautuneet hakemaan vähähiilisen betonin valmistuksen sertifikaattia.

Yhteystiedot, Lujabetoni Oy
kehityspäällikkö Tuomo Kovanen,
tuomo.kovanen@luja.fi,
p. 044 585 2206

Lisätietoa BY-Vähähiilisyysluokituksesta:
https://vahahiilinenbetoni.fi/

Betonin vähähiilisyysraportti

Raporttinro 23784375-8272-98420. 10.6.2022 Raportti on voimassa 9.6.2024 saakka

Vihreä Betoni Oy Ab
Viherlaakson tehdas
Mirva Vuori (mirva.vuori@betoniyhdistys.fi)
on tehnyt 10.6.2022 GWP-laskelman
Suomen Betoniyhdistys ry:n verifioidulla laskentamenetelmällä
Vihreä Betoni Oy Ab:n valmisbetonilaadulle

Testibetoni

Laskennassa käytetyt tiedot:

Materiaali	Määrä	Kuljetustapa	Kuljetusmatka
Finnsementti, Kolmossementti, P.A CEM III/A 52,2 L	350 kg/m3	Laiva, sideaineet	350 km
		Rekka, sideaineet	50 km
Masuunikuona	100 kg/m3	Rekka, sideaineet	50 km
Fraktio 1	1 200 kg/m3	Rekka, kiviaines	50 km
MonttuA, 0/8			
Fraktio 1	550 kg/m3	Rekka, kiviaines	50 km
LouhosB,8/16			
Tehonotkistin	1 kg/m3	Jakeluauto, esim lisäaine	50 km
Vesi	180 kg/m3		
Ilma	0		
Keskimääräinen sähkö	7 kWh/m3		
Kaukolämpö	11 kWh/m3		

Kokonaispäästöt moduuleissa A1-A3:	205 CO_2eq [kg/m^3]	0,09 CO_2eq [kg/kg]
A1 Materiaalit yhteensä:	182	0,08
A2 Kuljetus yhteensä:	20	0,01
A3 Energia yhteensä:	3	0,00

Vihreä Betoni Oy Ab:n betonin valmistus on kolmannen osapuolen varmentamaa.
Laskennan lähtötiedot perustuvat BY Vähähiilisyyslaskurin 10.6.2022 päivitettyihin arvoihin.
Laskija ymmärtää riittävästi betoniteknologiaa ja vakuuttaa tehneensä laskelman käyttäen oikeita lähtötietoja.

by | Vähähiilisyysluokitus

Suomen Betoniyhdistyksen Vähähiilisyyslaskuri on verifioitu laskentatyökalu, jossa betonireseptin mukaiset hiilidioksidipäästöt huomioidaan moduulien A1-A3 osalta standardin EN 15804 mukaisesti

Valmistajan tehdasraportti

St1 rakentaa Suomen ensimmäisen synteettisen metanolin tuotantolaitoksen – merkittävä pilotti tekee eroa fossiilisista polttoaineista

Ensimmäinen laitos tulee Lappeenrantaan

Energiayhtiö St1 suunnittelee Suomen ensimmäistä synteettisen metanolin tuotantolaitosta Finnsementin tehtaan yhteyteen Lappeenrantaan Ihalaisen kaivosalueelle.

Suunnitelma on merkittävä, sillä laitoksen on määrä tuottaa uusiutuvaa synteettistä metanolia muun muassa meri- ja tieliikenteen polttoaineeksi korvaamaan fossiilisia polttoaineita. Erityisesti meriliikenteessä suuret odotukset kohdistuvat synteettiseen metanoliin.

Uusi vähähiilisen Power-to-X -teknologian pioneerihanke

Hanke on konkreettinen askel power to x -teknologiasta, mikä etenee näin Suomessa. Power-to-X -teknologiat (P2X) tuottavat uusiutuvia synteettisiä polttoaineita (sähköpolttoaineita) käyttäen raaka-aineina eri teollisuudenalojen hiilidioksidipäästöjä sekä uusiutuvalla sähköllä tuotettua vihreää vetyä.

Ne ovat keino konvertoida uusiutuvan sähkön, kuten tuulivoiman, energia helpommin varastoitavaksi ja tarpeen mukaan hyödynnettäväksi tuotteeksi, kuten metanoliksi. P2X-teknologiat ovat skaalautuvimpia teknologioita, joilla voidaan tuoda vaihtoehtoisia polttoaineita korvaamaan fossiilisia polttoaineita.

Synteettinen metanoli syntyy hiilen ja vihreän vedyn yhdistävässä synteesiprosessissa.

Synteettisen metanolin tuotantolaitos hyödyntää raaka-aineena Finnsementin tehtaan kalkkikivestä peräisin olevia hiilidioksidipäästöjä, mikä vähentää sementtitehtaan päästöjä merkittävästi.

Toinen tarvittava raaka-aine on vihreä vety, joka tuotetaan elektrolyysiprosessilla tuulisähkön ja veden avulla.

Tuotantoprosessista syntyvä hukkalämpö hyödynnetään Lappeenrannan Energian kaukolämpöverkossa.

Hankkeen synteettinen metanoli menee St1:n oman jakeluverkoston kautta suoraan meriliikennekäyttöön.

St1:llä kunnianhimoisia hankkeita

Pilotti on kaupallista mittaluokkaa ja St1:n tavoitteena on kehittää monistettava ja skaalautuva synteettisen metanolin tuotantokonsepti yhtiön tiedotteen mukaan.

Tuotantolaitos tulee olemaan toiminnassa 2026, ellei esteitä ilmaannu. Valmis laitos tuottaa noin 25 000 tonnia synteettistä metanolia vuodessa.

Työ- ja elinkeinoministeriö on myöntänyt 35,4 miljoonan euron rahoituksen St1 Power-to-Methanol Lappeenranta -hankkeelle. Työ- ja elinkeinoministeriön tukipäätös myönnetään ehdollisena, sillä se edellyttää vielä Euroopan komission hyväksyntää. Rahoitus tulee Euroopan elpymis- ja palautumisvälineestä (recovery and eesilience facility).

St1 kertoo, että hanke etenee investointipäätösvaiheeseen, kun liiketoimintasuunnitelma ja kaikki lupien edellyttämät suunnittelu- ja vaikutusten arviointiprosessit ovat saatu päätökseen.

Toukokuussa St1 solmi esisopimuksen Vantaan Energian kanssa yhteistyöstä sähköpolttoaineen jakelussa.

Synteettinen metanoli on merkittävä tulevaisuuden vähähiilinen polttoaine.

1 Energiayhtiö St1 suunnittelee Suomen ensimmäistä synteettisen metanolin tuotantolaitosta Finnsementin tehtaan yhteyteen Lappeenrantaan.

Kolmossementistä saatiin hyviä kokemuksia Herttoniemen kesävaluissa

Asunto Oy Helsingin Paratiisilinnun väestönsuojatilojen seinä- ja holvivalut toteutettiin kesäkuussa Betsetin vähähiilisellä GWP.70 C 25/30 -lujuusluokan betonilla, jonka raaka-aineena käytettiin ympäristöystävällistä Kolmossementtiä.

Betset-yhtiöiden laatu- ja myyntipäällikkö *Jussi Sarronlahti* pitää tärkeänä, että betonituotantoa kehitetään kohti entistä ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja. – Kolmossementin avulla pystyimme vähentämään holvivaluissa käytetyn betonin hiilidioksidipäästöjä 30 prosenttia, Sarronlahti kertoo.

Työstettävyyden, valettavuuden ja pumpattavuuden osalta eroa normaalilla reseptillä valettavaan betoniin ei ollut. Valun aikana seurattiin tarkasti massan laatua. – Kolmossementin lujuudenkehitys on melkein samankaltaista kuin perinteisellä betonireseptillä valmistetulla tuotteella. Viikon kuluttua valusta lujuuden osalta ollaan jo aika lailla tasoissa ja kuukauden kohdalla Kolmossementillä sitä alkaa olla hieman enemmän, sanoo Sarronlahti.

Holvivalun lujuudenkehitystä seurattiin valuun asennetuilla loggereilla, jotka tallensivat betonin lämpötilatiedot valua seuranneina vuorokausina. Lämmönkehityksen ja reseptin avulla voitiin arvioida rakenteen lujuuden kehitystä ja sen perusteella muotti päästiin purkamaan kolmen vuorokauden kohdalla.

Finnsementti Oy:n asiakastukipäällikkö *Sini Ruokonen* on tyytyväinen Kolmossementin saamasta hyvästä palautteesta. Paratiisilinnun valujen onnistuminen on osoitus siitä, että ympäristöystävälliseltä tuotteelta löytyvät kaikki betonille tärkeät ominaisuudet. – Työmaalta saadun palautteen perusteella voidaan todeta, että Kolmossementillä pystytään valmistamaan rakenteita kesäolosuhteissa samalla tavalla kuin muillakin sementeillä.

Lisätietoja: Betset-yhtiöt,
Jussi Sarronlahti, p. 040 3434 369,
Finnsementti Oy, Sini Ruokonen, p. 050 415 3311

VÄHÄHIILISYYS-LUOKITUS
by
GWP

By Vähähiilisyysluokitus

BY-Vähähiilisyysluokitus on vapaaehtoinen, kansallinen luokitus betonin CO_2-päästöjen ilmoittamiseksi. Luokituksen tarkoituksena on luoda alalle tuotemerkeistä riippumaton, yhtenäinen tapa kuvata erilaisia vähähiilisempiä betonilaatuja. Betonin lujuusluokkien kanssa analoginen päästöluokitus helpottaa vähähiilisten betonien määrittelyä rakennusten suunnitteluvaiheessa. Luokituksen perimmäisenä tavoitteena on vähentää betonin valmistuksen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä.

BY-Vähähiilisyysluokituksessa betonilaadut jaotellaan luokkiin hiilidioksidipäästöjen perusteella. Luokitus käsittää yhteensä 16 eri betonilaatua ja yhteensä 5 eri vähähiilisyysluokkaa. Luokitus on betoniresepti- ja betoniasemakohtainen. Betonin valmistaja voi luokitella haluamansa betonireseptit vähähiilisyysluokkiin edellyttäen, että reseptin päästöarvo täyttää luokituksen vaatimukset.

BY-Vähähiilisyysluokituksesta vastaa Suomen Betoniyhdistys ry (BY). Luokitus on tehty vuosien 2021 ja 2022 aikana ja luokituksen tekemiseen ovat osallistuneet Suomen Betoniyhdistys ry, Betoniteollisuus ry sekä Aalto-yliopisto. Luokitustyötä on ohjannut laaja-alainen BY:n hallituksen nimeämä työryhmä.

BY-Vähähiilisyysluokitukseen liittyvä materiaali on koottu internet-sivuille.

Sivuilta löytyvät maksuttomat käyttöohjeet suunnittelijalle ja tilaajalle sekä betonin valmistajalle. Sivuilta löytyvässä vuosittain päivittyvässä taustaraportissa esitetään luokituksen periaatteet sekä laskelmissa käytettävät raaka-aineiden, kuljetusten sekä energian ominaispäästöt. Sivun oikeasta ylälaidasta pääsee betonivalmistajien käyttöön tehtyyn maksulliseen BY-Vähähiilisyyslaskuriin.

Lisätietoa BY-Vähähiilisyysluokituksesta:
https://vahahiilinenbetoni.fi

by 74 Ohje betonin alkali-kiviainesreaktion hallitsemiseksi 2022

Ohjeessa käydään läpi alkali-kiviainesreaktiota ja sen vaikutusta betonirakenteiden säilyvyyteen. Lisäksi annetaan ohjeita alkali-kiviainesreaktion välttämiseen, kiviainesten reaktiivisuuden käsittelemiseen ja testaamiseen, betonirakenteiden turvalliseen toteutukseen reaktiivisen kiviaineksen kanssa sekä AKR:n tunnistamiseen ja reaktiosta kärsivien betonirakenteiden korjaamiseen.

Ohje on tarkoitettu ensisijaisesti betonirakenteita suunnitteleville rakennesuunnittelijoille. Lisäksi siinä on tärkeää tietoa kiviaines- ja valmisbetonitoimittajille, betonitutkimuslaboratorioille sekä petrografiaan ja kiviainestutkimuksiin perehtyneille geologeille.

Nimeke: by 74 Ohje betonin alkali-kiviainesreaktion hallitsemiseksi 2022
Tuotetyyppi: Pehmeäkantinen kirja
Vuosi: 2022
Sivumäärä: 49
Kustantaja: By-koulutus
Tuotetunnus: 9789527314289
Hinta: 66,00 € (60,00 € alv 0 %)
Tilaukset: Rakennustietokauppa: https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/by-74-ohje-betonin-alkali-kiviainesreaktion-hallitsemiseksi-2022/4674064

Tilaa E-kirja Ellibsin e-kirjahyllypalvelusta: https://www.ellibs.com/fi/yrityksille

betoni.com

Betonin yhteystiedot 2021 – osoite: Eteläranta 10

PL 381 (Eteläranta 10, 10. krs)
00131 Helsinki
etunimi.sukunimi@betoni.com
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 Tiina Kaskiaro
050 4660 297
etunimi.sukunimi@rakennusteollisuus.fi

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

Projektipäällikkö Tommi Kekkonen
050 350 8820
etunimi.sukunimi@betoni.com

Viestintäassistentti Nina Loisalo
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 2022

Ilmoittaja	Sivu
Afry Oy / Vahanen Yhtiöt Oy	4
Ardex Academy	IV kansi
ART-Betoni Oy	8
BetPro / Reckli	5
Betset	2
Cadmatic EAC	6
Finnsementti Oy	III kansi
Hi-Con	3
Joutsenon Elementti Oy	6
Julkisivuyhdistys JSY r.y.	5
Lammin Betoni Oy	5
Lipa-Betoni Oy	7
Peikko Finland Oy	II kansi
Pielisen Betoni Oy	3
Schwenk Suomi Oy	3
Seroc Oy / Ulma Ltd	4
Sweco Oy	3

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

betoni hakemisto

Betoniteollisuus ry:n jäsenyritykset ja tuotteet

	Alavuden Betoni Oy	Ansion Sementtivalimo Oy	Arkta Laatuseinä Oy	Betonilaatta Oy	Betoniluoma Oy	Betroc Oy	Betset-yhtiöt	HTM Yhtiöt Oy	Hyvinkään Betoni Oy	JA-KO Betoni Oy	Joutsenon Elementti Oy	Kankaanpään Betoni ja Elementti Oy	Lakan Betoni Oy	Lammin Betoni Oy	Lipa-Betoni 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		●			●	●	●				●				
Ratapölkyt															
Reunatuet				●										●	
Sandwich-elementit	●	●	●		●	●	●				●	●			●
Siilot ja säiliöt		●								●					
Sillat, laiturit ja tukimuurit		●				●	●								
Sisäkuoret		●	●		●	●	●				●				
TT- ja HTT-laatat							●								
Valmisbetoni	●	●				●	●		●	●					
Valuharkot														●	
Väestönsuojat		●				●									
Väliseinäharkot														●	
Väliseinät		●	●			●	●				●				

	Lujabetoni Oy	MH-Betoni Oy	Napapiirin Betoni Oy	Parma Oy	Pielisen Betoni Oy	Porin Elementtitehdas Oy	Potius Oy / Lahden Kestobetoni Oy	Rajaville Oy	Rakennusbetoni- ja Elementti Oy	Rudus Oy	Ruskon Betoni Oy	Suomen Kovabetoni Oy	Suutarinen Yhtiöt/ SBS Betoni Oy	Swerock Oy	TB-Paalu Oy	VaBe Oy	VB-Betoni Oy	YBT 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		●								●		●	●			●	●	
Ratapölkyt																		
Reunatuet			●						●	●								
Sandwich-elementit		●	●		●	●	●			●		●	●			●	●	
Siilot ja säiliöt																		
Sillat, laiturit ja tukimuurit							●			●								
Sisäkuoret		●	●			●	●			●			●			●	●	
TT- ja HTT-laatat					●							●	●					
Valmisbetoni			●		●				●	●	●		●	●				
Valuharkot									●									
Väestönsuojat							●		●				●					
Väliseinäharkot									●									
Väliseinät		●	●			●	●		●	●			●			●	●	

betoni hakemisto

Betoniteollisuus ry:n jäsenyritysten tuotteet, palvelut ja toimipisteet

A

Alavuden Betoni Oy
Peräseinäjoentie 210, 63300 Alavus
Puh 0400 598 017
www.alavudenbetoni.fi
timo.raisio@alavudenbetoni.fi

Ansion Sementtivalimo Oy
Lohipurontie 2 (PL 48), 21530 Paimio
Puh 02 4770 100, Fax 02 4770130
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
Sorvarinkatu 3, 20360 Turku
Puh 02 511 8800
www.betonilaatta.fi
myynti@betonilaatta.fi
etunimi.sukunimi@betonilaatta.fi

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

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

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:
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 16 paikkakunnalla ja se työllistää noin 650 henkilöä.

Consolis on Euroopan johtava teollisuuskonserni, joka tarjoaa kestäviä ja älykkäitä betonielementtirakenteita rakennusteollisuuden tarpeisiin. Consolis työllistää yli 10 000 työntekijää 17 maassa eri puolilla maailmaa ja konsernin liikevaihto vuonna 2020 oli miljardi euroa. www.consolis.com.

H

Hyvinkään Betoni Oy
Betonitie 7, 05840 Hyvinkää
Puh 019 4277 500, Fax 019 4277 540
www.hyvinkaanbetoni.fi
hyb@hyvinkaanbetoni.fi

Muut toimipisteet:

Valmisbetonitehdas, Betonitie, Hyvinkää
Betonitie 7, 05840 Hyvinkää
Raatikainen, Janne, puh 0400 480874
hyb@hyvinkaanbetoni.fi

Valmisbetonitehdas, Kerkkolankatu, Hyvinkää
Kerkkolankatu 26, 05800 Hyvinkää
Kärnä Mikko, puh. 0400 480 303
hyb@hyvinkaanbetoni.fi

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
Vaunusepäntie 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 3004 194
www.elementti.fi
juha.kuusniemi@elementti.fi

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

L

Lakan Betoni Oy konserni
Muuntamontie 2, 80100 Joensuu
Puh 0207 481 200
www.lakka.fi
myynti@lakka.fi

Lakan Betoni Oy on kotimainen vuonna 1965 perustettu perheyritys. Tuotamme kiviainespohjaisia 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 kivitalot, harkot, pihakivet, laastit, tasoitteet, elementit ja valmisbetoni.

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

Muut toimipisteet:

Lammi-Kivitalot
Katso kaikki toimipisteet www.lammi.fi/kivitalo

Lammin Betoni Oy
Paarmamäentie 8, 16900 Lammi
www.lammi.fi/harkko

Lammi-Perustus Oy
Kylänpääntie 4 b, 01750 Vantaa
www.lammi.fi/tassu

Lammin Betoni on Suomen vanhin ja suurin betonikivien valmistaja. Meidät tunnetaan erityisesti tinkimättömyydestämme tuotteiden laadun suhteen. Tuotteiden laadun, asiantuntevan palvelun ja yli 60 vuoden kokemuksen avulla olemme raivanneet tiemme suomalaisen kivirakentamisen suunnannäyttäjäksi.

Olemme erikoistuneet laadukkaiden rakennuskivien ja pihatuotteiden 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 perheyritys jo kolmannessa polvessa.

Lujabetonilla on 31 elementti-, betonituote- ja valmisbetonitehdasta Suomessa, Ruotsissa ja Venäjällä.

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

Viimeisimpiä tuoteuutuuksiamme ovat Luja-Superlaatta sekä Luja-Superkylpyhuone.

M

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

Myynti:

Elementit:
Pekka Kellokumpu, 020 7933 208

Ympäristö- ja kunnallistekniset betonituotteet:
Miikka Lemola, 020 7933 210
Asko Yrjänheikki, 020 7933 204

Valmisbetoni:
Ilkka Väänänen, 020 7933 203

P

HIILINEUTRAALIN BETONIN TOIMITTAJA

Pielisen Betoni Oy
Tehdastie 12, 81750 Pankakoski
Puh 044 3400 800 (keskus)
www.pielisenbetoni.fi

Valtakunnallinen elementtimyynti:
040 3400 130

Valtakunnallinen ontelolaattamyynti:
040 3400 125

myynti@pielisenbetoni.fi

Pielisen Betoni valmistaa 100% hiilineutraalia betonia. Olemme yksi Suomen suurimpia betoninelementtien valmistajia. Meidät tunnetaan hyvästä kotimaisesta laadusta ja toimitusvarmuudestamme. Valmistamme betonielementtejä viidellä paikkakunnalla. Tuotevalikoimaamme kuuluu mm. laatat, seinäelementit, teräsbetoni- ja jännebetonipalkit, pilarit sekä valmisbetoni.

Haluamme omalta osaltamme edistää asiakkaiden rakennusprojektien sujuvuutta, kannattavasti ja laadukkaasti.

Olemme vahva yhteistyökumppani hiilineutraalin yhteiskunnan luomisessa.

Teemme sen, minkä lupaamme.

Porin Elementtitehdas Oy
Karjalankatu 18, 28130 Pori
Puh 02 633 8122
www.porinelementtitehdas.fi
etunimi.sukunimi@elementtitehdas.fi

Potius Oy / Lahden Kestobetoni Oy

Potius Oy
Koskelontie 14 A 3, 02920 Espoo
Puh 050 5217 127
www.potius.fi
myynti@potius.fi

Lahden Kestobetoni Oy
Lakkilantie 2, 15150 Lahti
Puh 050 5217 127
www.kestobetoni.fi
myynti@kestobetoni.fi

Potius Oy on kivirakentamisen erikoisosaaja. Lahden Kestobetoni Oy kuuluu Potius Konserniin.

Tarjoamme kokonaispalveluna betonielementit rakenne- ja elementtisuunniteltuina ja asennettuina. Koska tunnemme yhtä lailla suunnittelun haasteet kuin arjen työmaalla, toteutamme kivirungot kustannustehokkaasti.

R

Rajaville Oy
Soramäentie 1, 90630 Oulu
Puh 020 7935 800
www.rajaville.fi
etunimi.sukunimi@consolis.com

Rakennusbetoni- ja Elementti Oy
Kukonkankaantie 8 (PL 102), 15870 Hollola
Puh 03 877 200, Fax 03 877 2010
www.rakennusbetoni.fi
hallinto@rakennusbetoni.fi

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 toimittaja. Rakentaja saa Rudukselta kaiken tarvitsemansa saman katon alta: betonit, betonituotteet, kiviainekset, Betoroc-murskeen ja betonin kierrätyksen. Useat tuotteet voidaan suunnitella yksilöllisesti asiakkaiden tarpeita vastaaviksi Ruduksen ammattitaitoisen henkilökunnan ja asiakkaan kanssa yhteistyössä.

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

Vuoden 2020 alusta alkaen Rudus Ämmän Betoni Oy vahvistaa Ruduksen talonrakentamisen elementtituotantoa, ja uusina tuotteina valikoimasta löytyvät parvekepielet, parvekkeet, massiivilaatat, sisäkuoret ja väliseinät.

Ruskon Betoni Oy
Piuhatie 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 perheyritys 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, lupausten lunastamiseen sekä korkeaan laatuun. Laatu ja toimitusvarmuus ovat koko toimintamme peruspilareita. Ymmärrämme aidosti asiakkaan tarpeen. Toimintamme on kestävää ja kehittävää nyt ja tulevaisuudessa.

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

S

Suomen Kovabetoni Oy
www.kovabetoni.fi
myynti@kovabetoni.fi
Tiemestarinkatu 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
Puh 0207 940 640

SBS Betoni Oy
Tikkalantie 8, 50600 Mikkeli
Puh 0207 940 649

Toimitusjohtaja:
Timo Suutarinen timo.suutarinen@suutarinen.fi

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

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

Swerock Oy
Karvaamokuja, 00380 Helsinki
Puh 0440 111 008
www.swerock.fi
info@swerock.fi

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

Valmisbetonitehtaita ja toimipisteitä:

Kalasataman betonitehdas
Verkkosaarenkuja 2, 00580 Helsinki
Puh 0290 091 093

Kirkkonummen betonitehdas
Ojangontie 20, 02400 Kirkkonummi
Puh 0290 091 093

Lapuan betonitehdas
Patruunatehtaantie 3, 62100 Lapua
Puh 044 3208 171

Liedon betonitehdas
Pääskyntie 5, 21420 Lieto
Puh 0290 091 092

Lohjan betonitehdas
Pysäkkitie 12, 08680 Muijala
Puh 0290 091 093

Naantalin betonitehdas
Prosessikatu 17, 21100 Naantali
Puh 0290 091 092

Salon betonitehdas
Uitonnummentie 82, 24260 Salo
Puh 0290 091 092

Tampereen betonitehdas
Jalkaharpinkatu 7, 33840 Tampere
Puh 0290 091 094

Vaasan betonitehdas
Valimontie 7, 65100 Vaasa
Puh 040 7132 077

Ylöjärven betonitehdas
Soppeentie 61, 33470 Ylöjärvi
Puh 0290 091 094

T

TB-Paalu Oy
Betonitie 14, 32830 Riste
Puh 02 5502 300
http://www.jvb.fi
jvb@jvb.fi

V

VB-Betoni Oy
Ouluntie 115, 91700 Vaala
Puh 08 5363 477
www.vb-betoni.fi
vb-betoni@vb-betoni.fi

Y

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
Pasi Immonen
Puh 040 682 8933
pasi.immonen@kuhmonbetoni.fi

Ylitornion tehdas: ylitornio@ybt.fi
Kuhmon tehdas: pasi.immonen@kuhmonbetoni.fi

betoni hakemisto

Betoniteollisuus ry:n kannatusjäsenyritysten tuotteet, palvelut ja toimipisteet

A

Anstar Oy
Erstantie 2, 15540 Villähde
Puh 03 872 200, Fax 03 8722 020
www.anstar.fi
anstar@anstar.fi

Ardex Oy
Koskelonkuja 1 A 27 (PL 10), 02920 Espoo
Puh 09 686 9140
www.ardex.fi
ardex@ardex.fi

Järjestelmäratkaisut ja työohjeet ARDEX-Työohjepankista

ARDEX-Opiston maksuttomat koulutukset – katso kurssikalenteri

B

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

BAU-MET OY on Suomen suurimpia elementtitehtaiden, rakennusliikkeiden, raudoittamoiden ja vuokraamoiden koneita ja palveluita tarjoava yksityinen perheyritys.

Olemme palvelleet asiakkaitamme ammattitaidolla ja luottamuksella jo vuodesta 1972, joten osaamisemme perustuu 50 vuoden kokemukseen rakennusteollisuuden ammattilaisena.

Olemme tunnettuja laadukkaista harjateräksen käsittelyyn soveltuvista koneista ja automaatiolinjoista, tunnetuimmat päämiehemme ovat

Schnell – Tecmor – Krenn – Edilgrappa.

Toimintaamme kuuluvat myös automaatiolinjastot betonielementtien pinnan viimeistelyyn, joissa päämiehemme on myös tunnettu Maema. Harjateräsautomaatiolinjat ja automaatiolinjastot betonielementtien pinnan viimeistelyyn räätälöimme asiakaskohtaisesti ja toimitamme ne asennettuina sisältäen myös käyttökoulutuksen.

Tuotevalikoimassamme on myös laaja valikoima rakennuskoneita, telineitä, nostimia ja nostureita.

Maahantuomme edustamamme tuotteet yksinoikeudella ja huolehdimme tehokkaasti niiden jälkimarkkinoinnista.

Menestyksen perustana on vankan kokemuksen lisäksi voimakas panostus asiakaspalveluun.

Visiomme on olla toimialan halutuin ja luotettavin yhteistyökumppani. Luottamus on meille ykkösasia. Varmistu, että olemme maineemme veroisia. Otamme mielellämme haasteen vastaan!

C

Celsa Steel Service Oy
Valssaamontie 171, 10410 Åminnefors
Puh 019 22 131, Fax 019 221 3300
www.celsa-steelservice.com
info.betoniterakset@celsa-steelservice.com

Muut toimipisteet:

Espoo
Juvan teollisuuskatu 19 (PL 24), 02920 Espoo
Puh 019 22 131, Fax 019 853 1957

Kaarina
Kairiskulmantie 10, 20760 Kaarina
Puh. 0400 811 833

Pälkäne
Kankaanmaantie 15, 36600 Pälkäne
Puh 019 221 31, Fax 03 367 0699

Cemex Oy
Sotungintie 421, 00890 Helsinki
www.cemex.fi

Sementtiterminalit:
Lappeenranta (Mustola), Nastola ja Joensuu

CEM I 42,5 N
Masuunikuonajauhe Cemex GGBS 450
CEM II/A-S 42,5 N (tilaustuote)
CEM II/A-S 32,5 N (tilaustuote)
CEM I 52,5 N (tilaustuote)

Yhteystiedot
Juha Lundgren, juha.lundgren@cemex.fi, 0400 200 840
Janne Jukarainen, janne.jukarainen@cemex.fi, 040 555 8463
Sakari Honkimaa, sakari.honkimaa@cemex.fi, 041 4455 888

Contesta Oy
Porraskuja 1, 01740 Vantaa
Puh 0207 393 000
www.contesta.fi

Vantaan toimipisteen lisäksi:

Contesta Oy Parainen
Varastokuja 1, 21600 Parainen
Puh 0207 430 620

Betonin testaus, tutkimus- ja asiantuntijapalvelut

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 Oy
Skräbbölentie 18, 21600 Parainen
Puh 0201 206 200, Fax 0201 206 311
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 yli sadan vuoden kokemus sementin valmistuksesta. Olemme jatkuvasti kehittyvä, laajan tuotevalikoiman omaava sementin valmistaja, teollisuudenalan kotimainen työllistäjä ja vaikuttaja. Merkittävä osa Suomen sementintarjonnasta tuotetaan Paraisilla ja Lappeenrannassa sijaitsevilla sementtitehtaillamme. Lisäksi meillä on kuonajauhetehdas ja terminaali Raahessa. Terminaalejamme sijaitsee myös Kirkkonummella, Koverharissa, Maarianhaminassa, Oulussa, Pietarsaaressa, Porissa ja Vaasassa.

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

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

J

Jackon Finland Oy
Toravantie 18, 38210 Sastamala
Puh 010 8419 222
www.jackon.fi
myynti@jackon.fi

EPS- ja Platina -eristeet kaikkeen rakentamiseen

Nyt myös EPS-suojatulpat betonielementtien nostolenkeille!

L

Leimet Oy
Yrittäjäntie 7, 27230 Lappi
www.leimet.fi
leimet@leimet.fi

Paalutarvikkeita jo vuodesta 1964.

M

Master Builders Solutions Finland Oy
Lyhtytie 3, 11710 Riihimäki
Puh 010 830 2000
https://www.master-builders-solutions.com/fi-fi
Tilaukset@mbcc-group.com

MASTER CHEMICALS

Master Chemicals Oy
Kauppiaskatu 9b A6
20100 TURKU
Puh. 020 730 8600
www.master-chemicals.fi

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

P

OWENS CORNING PAROC

Paroc Group Oy
Energiakuja 3, 00180 Helsinki
Puh +358 46 876 8000
www.paroc.fi

peikko

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 alallaan laajimmin tutkimukseen ja tuotekehitykseen.

Peikko työllistää maailmanlaajuisesti yli 2 000 henkilöä yli 30 maassa.

PERI®

PERI Suomi Ltd Oy
Hakakalliontie 5, 05460 Hyvinkää
Puh 010 8370 700
info@peri.fi
www.peri.fi

PBM

PBM Arctic / Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy
Innokaari 12, 96930 Rovaniemi
Puh 016 364 902
www.pbm.fi
etunimi.sukunimi@pbm.fi

Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy on vuonna 1984 perustettu betoni- ja maarakennusalan tutkimuslaitos.

PBM tekee monia erilaisia tutkimuksia niin yrityksille kuin yksityisille asiakkaille. Toimintaperiaatteenamme on rehellinen ja edullinen palvelu.

Betonin testaus, tutkimus- ja asiantuntijapalvelut

pintos

Raudoitteet | Tarvikkeet | Kiinnikkeet

Pintos Oy
Pysäkintie 12, 27510 Eura
www.pintos.fi
pintos@pintos.fi

Muut tehtaat ja toimipisteet:

Lappi
Yrittäjäntie 9,
27230 Lappi

Turku
Jonkankatu 4,
20360 Turku

Tampere
Hatanpään valtatie 24,
33100 Tampere

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

Unioninkatu 20–22, 00130 Helsinki
Puh 020 7121 430
jussi.thureson@schwenk.fi
www.schwenk.fi

Terminaalit:
Naantali, Satamatie 14, 21100 Naantali
Loviisa, Valkon satama, 07910 Valko
Joensuu, Syväsatama, 80220 Joensuu

Tuotteet: sementti, lentotuhka

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

Suomen Betonilattiayhdistys ry
www.betonilattiayhdistys.fi
puheenjohtaja@bly.fi
Puh. +358(0)40 350 7898
sihteeri@bly.fi
Puh. +358(0)400 325 054

betoni
Tuote- & palveluosio webissä

www.betoni.com
www.betoniteollisuus.fi/yritykset
www.betoniteollisuus.fi/tuotteet

Vaikuta rakentamisen päästöihin!

FINNSEMENTTI
A CRH COMPANY

Ympäristöystävällinen Kolmossementti on askel vihreämpään rakentamiseen.

Kolmossementin vähähiilisyyden takana on yhtenä raaka-aineena käytetty masuunikuona, joka nostaa loppulujuutta ja parantaa betonin tiiveyttä.

Kolmossementtiin perustuvien betonireseptien hiilidioksidipäästöt ovat jopa 40 prosenttia alhaisempia kuin CEM I -sementtiin perustuvien betonien.

Valitsemalla Kolmossementin valitset fiksusti.
Lue lisää finnsementti.fi.

Kolmos SEMENTTI

KOLMOSSEMENTTI LYHYESTI:

- korkean 52,5-lujuusluokan CEM III -masuunikuonasementti
- sisältää masuunikuonaa 40–46 %
- 2 vuorokauden lujuus noin 21 MPa, 28 vuorokauden keskimäärin 59 MPa
- soveltuu käytettäväksi AKR I- ja II-luokan kiviaineksen kanssa
- hiilidioksidipäästö jopa 40 % pienempi kuin portlandsementtien

ARDURAPID

Tasoitevalinnalla voidaan vaikuttaa rakenteen toimivuuteen ja sisäilmaan.

Matala-alkalisilla ARDEX-tasoitteilla on ainutlaatuinen *ARDURAPID*-ominaisuus.

ARDURAPID-tasoite kovettuu nopeasti. Sekoitettu vesi sitoutuu tuotteeseen täydellisesti kerrospaksuudesta riippumatta, eikä luovuta vettä rakenteeseen.

Tutustu uutuuksiin
kotisivuillamme ardex.fi
Päällystys jopa 6 tunnin kuluttua!

ARDEXacademy
TRAINING EXCELLENCE

Ilmoittaudu maksuttomille ARDEX-Opiston kursseille osoitteessa ardex.fi/ardex-opisto

Koulutamme märkätilojen vedeneristys- ja pintarakennejärjestelmiin sekä hallittuun betonin päällystämiseen.