



RAKENNUS TEKNIikka

1
2019



8

RILin varapj Mikko Inkala:
ALL WIN OR ALL LOSE!

12

RILin jäsenten
PALKAT NOUSIVAT

38

NORJAN SUURHANKKEESSA
rikotaan maailmanennätyksiä

SUURIMMAT INNOVAATIOT

SYNTYVÄT SUOMALAISSA OLOSUHTEISSA

Suomen vaihteleva sää on haastanut meitä
jo pitkään ja ajanut yhä parempiin suorituksiin.

Ylpeinä osaamisestamme voimme luvata, että
suomalaiset olosuhteet ovat kohdanneet voittajansa.
Meiltä saat laadukkaat, kosteusteknisesti turvalliset
ja homehtumattomat tuotteet kaikkien eristykseen.

FF

FINNFOAM®

FINNFOAM®
MAAN PARAS ERISTE

Luja ja vettymätön routaeriste
sekä alapohjien ja käännettyjen
kattojen lämmöneriste.

FF-PIR

Perinteistä eristettä ohuempi,
energiatehokas valinta
seiniin ja yläpohjiin.

UUTUUS

FF-SIGNAL

FF-PIR-levystä kehitetty, huoltovapaa
passiivinen antennielementti,
joka säilyttää mobiiliverkon
kuuluvuuden sisälle.

FF-EPS styroplast

Muottiteknologialla
valmistetut laadukkaat
EPS-lämmöneristeet.

Tulppa
MÄRKÄTILEVY

Tulppa-märkätilevy on turvallinen
ja nopea ratkaisu seinien ja lattian
vedeneristykseen.

Jäsenenä henkivakuutus

MAKSAA VAIN UIMAREISSUN KUUSSA

Tee pieni päätös, jolla voi olla valtava merkitys. Henkivakuutus auttaa säilyttämään perheesi nykyisen elintason, jos toinen jää yksin pitämään huolta kaikesta. Järjestöjäsenenä saat Ifistä vakuutuksen jo muutamalla eurolla kuussa.

Aloita katsomalla oma hintasi nyt heti.

henkivakuutuskuntoon.fi

*Suomen edullisimman henkivakuutuksen (Vakuutus- ja rahoitusneuvonta FINE:n hintavertailu 09/2016) järjestöjäsenille myöntää Suomen vanhin henkivakuutusyhtiö, Keskinäinen Vakuutusyhtiö Kaleva.

Tutkitusti
**SUOMEN
EDULLISIN***

- 5 Pääkirjoitus
- 6 Signaalit
- 8 RILin varapuheenjohtaja
Mikko Inkala: "All win or all lose."
- 12 RILin kyselyn mukaan
jäsenten palkat nousivat
- 17 Vieraana Pekka Lehtinen:
Purkaa vai korjata?
- 18 Rakennukset-paneeli aloittaa
ROTI 2019-esittelyn
- 24 Virtuaalinen rakentaminen
rikkoo rajoja
- 29 Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki
- 32 Managing Urban Water in
a Changing Climate
- 36 Alalla keskeinen tavoite
ilmastotavoitteiden toteutumisessa
- 38 Norjan suurhanke rikkoo
maailmanennätyksiä
- 46 RILin tekniikkaryhmissä edistetään
alan kehitystä
- 48 RILin ajankohtaiset:
Tervetuloa kevätilttopokoukseen!
- 50 Alan nuori osaaja



18

ROTI 2019 -tuloksia:
Sarjan aloittaa
RAKENNUKSET-PANEELI



24

Eetu Partalan näkemyksiä
VIRTUAALITEKNOLOGIASTA



32

In English:
Managing urban water
IN A CHANGING CLIMATE

RAKENNUS TEKNIikka

JULKAISIJA JA KUSTANTAJA Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL
PAINOSMÄÄRÄ Keskimäärin 6 000 kpl

PÄÄTOIMITTAJA Miimu Airaksinen **TOIMITUS** Henriikka Hellström,
Mari Rantamäki, Jenni Ahola, etunimi.sukunimi@ril.fi

ULKOASU Susa Laine, susalainen.fi **ILMOITUSMYynti** Tietotalli Oy,
Heidi Andersson, heidi.andersson@tietotalli.fi RIL Henriikka Hellström,
henriikka.hellstrom@ril.fi **KANSIKUVA** Katri Lehtola

PALAUTE JA JUTTUIDEAT Miimu Airaksinen, miimu.airaksinen@ril.fi
TOIMITUKSEN OSOITE Rakennustekniikka
c/o Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL, Lapinlahdenkatu 1 B, 00180
Helsinki **PAINOPAikka** Printall AS

**THE FINNISH CIVIL ENGINEERING
CONSTRUCTION JOURNAL**

75. vuosikerta
Aikakauslehtien Liiton jäsen

ISSN 0033-913X (painettu)
ISSN 2243-0369 (verkkojulkaisu)



PÄÄTOIMITTAJA

MIIMU AIRAKSINEN

✉ MIIMU.AIRAKSINEN@RIL.FI

🐦 @MIIMUAIKAKSINEN

PÄÄKIRJOITUS

VAIN MUUTOS ON PYSYVÄÄ

Rakennettu ympäristö ei ole koskaan valmis – käyttäjät ja heidän tarpeensa muuttuvat koko ajan. Myös alueellinen muutos niin vetovoimaisuustekijöiden kuin rakennusten kunnonkin osalta on jatkuva.

Äskettäin julkistettu ROTI 2019 -raportti (www.roti.fi), rakennetun omaisuuden tilan arviointi osoitti taas kerran, miten tärkeällä alalla toimimme. Julkaisemme Rakennustekniikan jokaisessa tämän vuoden numerossa ROTI 2019 -raportin sisältöä. Paneeleita on kuusi – tässä lehdessä aloitamme rakennukset-osiosta (s. 18).

Jokainen euro, joka investoidaan rakennettuun ympäristöön, tuottaa itsensä yli kaksinkertaisena takaisin pienentyneinä logistiikka-, lämmitys-, tila- ja työvoimakustannuksina. Kaikkein kalleinta kansantalouden näkökulmasta on olla tekemättä mitään; rakennetun ympäristön kunnossapidon laiminlyönti maksaa vuotuisesti suorina vaikutuksina, kuten vesivuotoina, energianhukkana ja pidentyneinä kuljetusaikoina 3,4 miljardia euroa vuosittain. Jos mukaan lasketaan menetetty työaika, kilpailukyky ja liiketoimintamahdollisuudet, kustannukset nousevat vuositasolla 5,7 miljardiin euroon.

Kaupungistuminen on yksi keskeisimmistä trendeistä, mutta samaan aikaan monet pienemmät paikkakunnat ovat elinkeinoelämän kannalta äärimmäisen tärkeitä. Saavutettavuus on merkittävä osa kilpailukykyä, ja se on huomioitava kaikilla tasoilla.

Tämä korostui myös ROTIn tuloksissa; 60 miljardin vientimme on kiinni toimivasta liikenneinfrastruktuurista.

Yli 90 prosenttia innovaatioista on syntynyt kaupungeissa. Tämän lisäksi kaupungeilla ja rakennetulla ympäristöllä on keskeinen asema ilmastonmuutoksen hillinnässä ja torjunnassa; yli 70 prosenttia päästöistä syntyy joko suoraan tai epäsuoraan kaupunkien ja siellä toimivien ihmisten ja yritysten toiminnoista. Rakennetulla ympäristöllä on siis keskeinen rooli hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamisessa – yksittäisten osien optimoinnista onkin siirryttävä elinkaaren aikaiseen alueellisen kokonaisuuden optimiin.

Rakennetulla ympäristöllä on todettu olevan myös tärkeä vaikutus ihmisten hyvinvointiin. Ei siis ole yhdentekevää, miten me suunnittelemme, rakennamme ja ylläpidämme sitä. Esimerkiksi äskettäin julkistetun tanskalaisen tutkimuksen mukaan viheralueiden vieressä kasvaneilla on aikuisena vähemmän mielenterveysongelmia. Viheralueet voivat toimia myös luonnonmukaisina hulevesien hallinnan osina. Tästä aiheesta voit lukea lisää sivulta 32.

Winston Churchillin sanoin: ”Me muokkaamme rakennettua ympäristöä, jonka jälkeen se muokkaa meitä”. Olemme paljon vartijoina. **ril**

OLEMME RAIKASTANEET hieman Rakennustekniikan ilmettä. Nostamme myös jokaiseen tämän vuoden numeroomme englanninkielisiä artikkeleita, jotta voimme tarjota myös kansainvälisille jäsenillemme ja sidosryhmillemme mielenkiintoista luettavaa.

SIGNAALIT

KOONNUT Miimu Airaksinen



TEKOÄLYN VALLANKUMOUS

Mihin kaikkeen tekoäly oikein pystyy, korvaako kone tulevaisuudessa suunnittelijan? Päättyneessä KIRA-digi -hankkeessa tutkittiin asiaa tarkemmin Swecon ja entisen Tampereen teknillisen yliopiston yhteistyössä.



GOOD VIBRATIONS

Miten betonin koostumus vaikuttaa sen tiivistymiseen? Aalto-yliopisto on julkaissut aiheeseen liittyviä uusia tutkimustuloksia.
<https://1u.fi/SqC2w>



OSALLISTAVA SUUNNITTELU

Kaupunkisuunnittelua oikeasti vuorovaikutteisesti. Hyvinkäällä jokainen voi luoda oman ehdotuksensa kaupungin 3D-malliin.

KUVA: Tampereen kaupunki / Arkkitehtitoimisto NOAN, Jolma Arkkitehdit, Mandaworks, Schuman & Nordgren Architects, Tupa architecture.



HIILINEGATIIVISUUS

Voiko rakennusten energian tuottaa hiilineutraalisti tai jopa hiilinegatiivisesti? Tampereen Hiedanrannassa pilotoidaan ratkaisuvaihtoehtoa.

KUVA: Finavia Oyj/Arkkitehtitoimisto ALA Oy



VIRTUAALINEN LENTOKENTTÄ

Finavian lentoaseman laajennus valmistui ensin virtuaalisesti. Helsinki-Vantaan lentokentän laajennuksessa on hyödynnetty tietomallia laajasti aina prosessin johdosta asti.



HIILIJALANJÄLKI

Miten rakennusten hiilijalanjälkeä tulisi arvioida? Mikä on tärkeää ja minkä selvittämisen voi jättää vähemmälle? <https://1u.fi/H8uoX>



TEKSTI: Henriikka Hellström KUVA: Katri Lehtola

Varapuheenjohtaja
Mikko Inkala:

” All win
or all lose!”

RILin toiseksi varapuheenjohtajaksi kolmivuotiskaudelle 2019–2021 valittiin Pöyryn infrasuunnittelun johtaja Mikko Inkala. Hän nostaa kautensa tärkeimmiksi teemoiksi alan houkuttelevuuden noston nuorten silmissä, yhteistoiminnallisten projektikäytäntöjen ja -mallien kehittämisen sekä rakennetun omaisuuden kunnosta huolehtimisen.

MIKKO Inkala

- **SYNTYNYT** Oulussa, varttunut ja asuu Espoossa pientalossa
- **HARRASTUKSET** mökkeily ja osallistuminen lasten jääurheiluharrastuksiin
- **PERHE** kolme lasta, vaimo, joka myös alalla

URASTEPIIT

- Diplomi-insinööriksi Otaniemestä 1998, pääaineena rakennetekniikka
- Suunnittelijana ja projektipäällikkönä Rockplan Oy:ssä 1996–2000
- Projektipäällikkönä Tielikelaitoksessa 2000–2001
- Projektipäällikkönä ja tiiminvetäjänä Tiehallinnossa 2001–2007
- Kalliorakennussuunnittelun osastopäällikkönä Pöyryllä 2007–2009
- Infrasuunnitteluyksikön johtajana Pöyryllä 2010 alkaen ja vuodesta 2014 alkaen vastuulla myös Pöyryn Ruotsin infrasuunnittelu. Yksikön koko noin 240 henkeä.

”**SILTOJEN** korjaustarpeeseen herätettiin 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Saimme tuolloin Tiehallinnossa perusteltua konkreettisesti lisärahoitustarpeen ja sillankorjausten määrä pystyttiin nostamaan lähemmäs tavoitetasoa. Konsulttiuralla toistaiseksi suurin onnistuminen on ollut Kehärata-projektin toteutussuunnittelun läpivienti, jossa Pöyryllä oli mm. tunneliosuuden suunnittelun kokonaisvastuu. Tämän jälkeen olen ollut mukana viiden infra-allianssihankkeen läpiviennissä.”

”**OLEN** välttynyt suuremmilta takaiskuilta urani aikana, mutta joutunut viemään läpi vaikeita henkilöstöasioita, kuten yt-neuvotteluita ja niihin liittyviä toimenpiteitä. Joidenkin projektien takia olen joskus viettänyt unettomia öitä, kun olen miettinyt, kuinka resurssiongelmat ratkaistaan. Onneksi minulla on aina ollut hyviä esimiehiä, joiden kanssa olen voinut keskustella ja jotka ovat tukenet ja sparranneet.”

”**TAISTELU** nuorista sieluista on kovaa”, RILin tuore varapuheenjohtaja **Mikko Inkala** sanoo. Tällä hän tarkoittaa **kiinteistö- ja rakentamisan houkuttelevuutta yläaste- ja lukioikäisten silmissä**. Sen parantamiseen on laitettava entistä enemmän paukkuja ja tähän Inkala pyrkii RILin toisena varapuheenjohtajana vaikuttamaan. Parhaita kykyjä on saatava alalle enemmän!

Osaajapula näkyy hänen päivittäisessä työssään Pöyryn infraliiketoiminnan johtajana.

”Esimerkiksi palkattavista nuorista rakennesuunnittelijoista enemmistö on jo ulkomaisia, vaikka projekteissamme projektikieli on useimmiten edelleen suomi. Rakennesuunnittelijoita tulisivin kouluttaa Suomessa selvästi enemmän.”

RIL tekee nyt yhteistyötä asiassa alan yhteisen toimijan, Rakennus- ja kiinteistöpalvelualan vetovoimaryn kanssa. Sen taustalta löytyy monta alan keskeistä järjestöä. Inkalan mielestä yhteistyötä voisi edelleen tiivistää.

”Moni nuori kokee alan edelleen hyvin perinteiseksi. Alan voimakkaan digitaalisten ratkaisujen kehittämisen esille tuominen voi toimia yhtenä houkuttimena houkutellessa nuoria alalle.”

Toinen tärkeä kehittämisen kärki on Inkalan mielestä **yhteistoiminnallisten projektikäytäntöjen ja -mallien kehittäminen**, joihin hän sanoo itse hurahaneensa noin kymmenen vuotta sitten.

”On järkevää ohjata kaikkien osapuolten energia siihen, että hanke menestyy ja lopputulos on laadukas. Aina yhteistoimintamallien soveltaminen ei ole osapuolille helppoa, monesti se on jopa raskaampaa kuin esimerkiksi suunnittelu perinteisillä maleilla. Yhteinen menestyksen tavoittelu saa kuitenkin kaikki osapuolet venymään. Silloin on pakko tinkiä omasta mukavuudesta. Tällaiset toimintamuodot ja niihin liittyvä tiivis vuorovaikutus kehittävät kuitenkin henkilöstöä ja organisaatiota valtavasti. All win or all lose!”

Yhteistoimintamallien heikkoudeksi tai vaaran paikaksi Inkala nimeää muiden hankkeiden resurssoinnin: henkilöstö sitoutuu allianssiin ja linjaorganisaation ote heistä heikkenee. Tällöin vastuut muissa hankkeissa saattavat jäädä vähemmälle huomiolle, ellei asiaa tiedosteta.

Kaikkiaan onnistumiset yhteistoiminnallisissa hankkeissa tekevät Suomesta rakennusalalla maailmalla entistä tunnetumman.

”Olemme esimerkiksi luoneet Pöyryn ja Skanskan

yhteishankkeissa yhteiset tietokannat, jossa suunnittelija mallintaa ja josta rakentaja ottaa toteutusmallin ja raportoi toteutumamallin. Tätä BIM Level 4 -tasolle nousevaa toimintamallia on esitelty jo esimerkiksi Las Vegasissa Trimble Dimensions -konferenssissa marraskuussa 2018. Tällaista kehittämistä täytyy jatkaa. Samalla on hyvä pohtia, mitä tekoälyn hyödyntämisen lisääntyminen tarkoittaa tulevaisuuden suunnitelmatuotantoprosesseille?”

Kolmanneksi teemaksi Inkala nostaa RILin hallituksessa **rakennetun omaisuuden kunnosta ja kestävästä kehityksestä huolehtimisen**.

”Investointihankkeiden ja ylläpidon ympäristövaikutukset ja niiden hallinta pitäisi huomioida suunnittelijan, rakentajan ja materiaalityöntekijän valintaperusteissa hinnan ja muun osaamisen lisäksi.”

Inkala sanoo, että asemakaavoitusta pitäisi kehittää siten, että rakennusten elinkaaresta saadaan kaikki irti. Ettei käy kuten espoolaisen kauppakeskus Lippulaivan tapauksessa. Rakennus oli 25-vuotiaana vielä teknisesti käyttökelpoinen, mutta se ei vastannut enää muuttuneen maankäytön tarpeisiin, joten se purettiin. Sen sijaan nyt, tästä selvästi opittuna, Lippulaivaa väliaikaisesti korvaava Kauppakeskus Pikkulaiva on suunniteltu kokonaan kierrätettäväksi.

Rakennetussa ympäristössä on kyse merkittävää osasta kansallisomaisuutta, jonka kunnosta ja arvon säilymisestä on huolehdittava.

”Kun yhteiskunta tekee investointipäätöksiä esimerkiksi rautatie- ja tieverkoston rakentamisesta, olisi samalla syytä päättää myös niiden kunnossapidosta. Esimerkiksi Kehärataan investoitiin yli 700 miljoonaa euroa. Samassa yhteydessä olisi pitänyt huomioida, että investoinnin jälkeen tarvitaan edelleen rahaa sen kunnossapitoon, eli ratojen kunnossapidon rahoitustasoa olisi tullut nostaa. Lisäksi esimerkiksi päälylystettyjen teiden kuntoa havainnoidessa näkee ja ajassa myös tuntee, että tehtävää olisi paljon. Tässä omaisuudenhallinta-kokonaisuudessa on kaikilla tasoilla vielä paljon kehitettävää.” **ril**

NÄITÄ mentoreitani arvostan

MARKKU OKSANEN

Nykyiseltä esimieheltäni Pöyryllä olen saanut oppia erityisesti sopimustekniikassa ja kansainvälisen suunnitteluliiketoiminnan johtamisessa.

PASI TOLPPANEN

Edeltäjäni ja esimieheni Pöyryllä lähes kymmenen vuotta. Häneltä opin, miten suunnittelevaa asiantuntijaorganisaatiota johdetaan.

JAN JUSLEN

Esimieheni Tiehallinnossa oli erinomainen hallintomies. Kun olin itse ensimmäistä kertaa esimiesroolissa, Jan opasti minua erityisesti toimintasuunnittelussa ja johdon päätösten hankkimisessa.

KOLME nousevaa tähteä

SONJA HEIKKILÄ

Nuoresta iästään huolimatta johtavia MAAS-kehittäjiä maassamme. Nykyisin OP:lla. Teki vaikutuksen jo ollessaan meillä Pöyryllä harjoittelijana teekkariaikoinaan.

OLLI SALO

Maanalaisten tilojen rakennesuunnitteluosaston päällikkö Pöyryllä. Vielä nuori itsekin, mutta mentoroimalla loistavalla otteella rakennesuunnittelijoita ja selviää kaikkein vaativimmistakin paikoista.

MANU MARTTINEN

Ylläpito- ja BIM-orientoitunut kehittäjä NCC:ltä. Erittäin aktiivinen alan yhteisillä kehittämisfoorumeilla.

LUE RILin roolista yläaste- ja lukioikäisten keskuudessa Rakennus- ja kiinteistöpalvelualan vetovoima ry:n artikkelista: www.ril.fi/media/2018/rakennustekniikka/rt_04-2017_linkit.pdf

Vastaaja

635 kpl

24%

Vastausprosentti

Miehiä

74%

44v



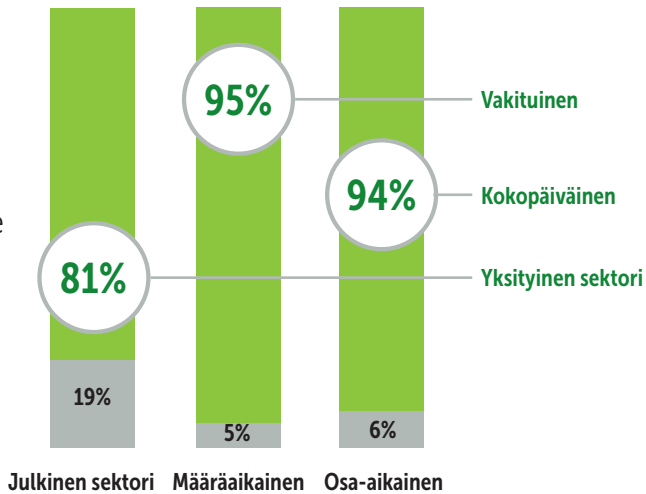
26%

Naisia

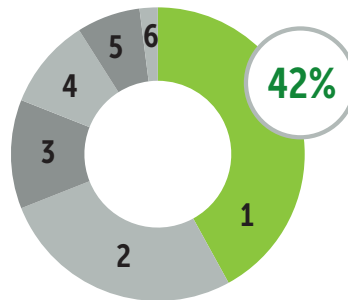
40v

VASTAAJAT

Työnantaja ja työsuhde



Työnantajan sektori



Suunnitteluala

1. Suunnitteluala 42 %
2. Teollisuus 27 %
3. Muu yksityinen sektori 12 %
4. Kunta 10 %
5. Valtio 7 %
6. Yliopisto 1 %

Tulospalkkio

Tulospalkkion piirissä

71%

Tulospalkkion piirissä olevista sai palkkiota v. 2018

78%

Julkisen sektorin palkkion ka.

2 607 €

Yksityisen sektorin palkkion ka.

10 572 €

RILin jäsenten palkat nousivat

Palkkakyselyyn vastanneiden kuukausiansioiden keskiarvo oli vuonna 2018 yli 5 700 euroa kuukaudessa. Naisten ja miesten palkkaero on edelleen suuri, vaikka se supistui edelliseen kyselyyn verrattuna hieman. Selvityksen mukaan luottamus omaan työnantajaan on korkealla ja perhevapaisiin suhtaudutaan pääsääntöisesti myönteisesti.

SUOMEN Rakennusinsinöörien Liitto RILin palkkakyselyn mukaan jäsenet tienaavat vuoden takaiseen kyselyyn verrattuna yli neljä prosenttia enemmän kuin edellisvuonna. Loka-marraskuussa 2018 kaikkien vakituista kokopäivätyötä tekevien vastaajien kuukausiansioiden keskiarvo oli 5 760 euroa kuukaudessa ja vuotta aiemmin 5 536 euroa. Myös mediaani nousi lähes 200 eurolla 5 005 eurosta 5 200 euroon kuukaudessa.

Kuukausipalkka sisältää peruspalkan lisäksi luontoisetujen verotusarvon ja erät kuukausittain maksettavat muuttuvat palkan osat, kuten myyntiproviosiot. Se ei kuitenkaan sisällä lomarahoja, ylityökorvauksia eikä vuosibonuksia.

Palkka oli noussut kokopäivätyössä olevista vastaajista 81 prosentilla, pysynyt ennallaan 18 prosentilla ja laskenut kahdella prosentilla. Palkankorotuksen saaneista palkka nousi keskimäärin 390 euroa mediaanin ollessa 200 euroa. Vuotta aiemmin korotuksen sai lähes puolet vastaajista, mutta tuolloin se nousi enemmän eli keskimäärin 453 euroa.

Suurin osa palkankorotuksista perustui yleiskorotukseen, kun vuotta aiemmin tärkein syy oli henkilökohtainen meriitti. Henkilökohtaisella menestyksellä oli myös tällä kertaa merkitystä. Sen lisäksi palkkaa nostivat myös uusi asema tai tehtävä sa-

man työnantajan palveluksessa tai siirtyminen uuden työnantajan palvelukseen. Työn vaativuuden arviointiin perustuvalla muutoksella ei tällä kertaa ollut suurtakaan merkitystä, vaikka edellisvuonna se oli selvästi palkkaa nostava tekijä.

Vakituista kokopäivätyötä tekevien naisten ja miesten kuukausiansioiden keskiarvot poikkesivat huomattavasti toisistaan. Vakituista kokopäivätyötä tekevien miesten kuukausiansioiden keskiarvo oli 6 014 euroa kuukaudessa ja naisten 4 977 euroa kuukaudessa. Miesten mediaani oli 5 456 euroa ja naisten 4 634 euroa kuussa.

Vuoteen 2017 verrattuna miesten kuukausiansioiden keskiarvo nousi noin neljä prosenttia ja naisten noin kuusi prosenttia. Mediaanipalkka nousi miehillä noin neljä prosenttia ja naisilla noin kahdeksan prosenttia. Edelliseen kyselyyn verrattuna miesten ja naisten palkkaero hieman supistui. Vuonna 2017 se oli noin 20,8 prosenttia ja vuonna 2018 noin 22,6 prosenttia.

Kokopäivätyössä käyvistä vastaajista 71 prosenttia oli tulospalkkauksen piirissä, kun luku oli vuotta aiemmin kaksi prosenttiyksikköä pienempi. Julkisen sektorin tulospalkkioiden keskiarvo oli 2 607 euroa ja yksityisellä sektorilla yli kymppitonni eli 10 572 euroa. Mediaani oli julkisella 2 000 euroa ja yksityisel-

LUOTTAMUS TYÖN- ANTAJAA KOHTAAN KASVANUT: NOIN 90 PROSENTTIA KOKEE TYÖPAIKAN TILAN- TEEN VAKAAKSI TAI MELKO VAKAAKSI.

lä 4 000 euroa. Tulospalkkiot kasvoivat selvästi edellisvuodesta, jolloin lukema oli julkisella 2 367 euroa ja yksityisellä 9 351 euroa.

LUOTTAMUS TYÖNANTAJAA KOHTAAN KASVANUT

Luottamus nykyistä työnantajaa kohtaan on vastaajilla aiempaa korkeammalla. Yli puolet kokee työpaikansa tilanteen vakaaksi ja lähes 40 prosenttia melko vakaaksi. Edellisvuoteen verrattuna luottamus työnantajaa kohtaan on kasvanut näillä mittareilla kuusi prosenttiyksikköä.

Työmäärä on 46 prosentilla vastaajista ajoittain liian suuri ja 15 prosentilla jatkuvasti liian suuri. Samanaikaisesti 37 prosenttia vastaajista pitää työmääräänsä sopivana.

Suurin osa vastaajista tuntuu jaksavan töissä hyvin. Työuupumuksen oireita (10, asteikolla 1...10) ei tunne lainkaan 17 prosenttia vastaajista. Vakavasta työuupumuksesta kertoo prosentti vastaajista.

PERHEVAPAIISIIN SUHTAUTUMINEN PÄÄ- OSIN MYÖNTEISTÄ

Työnantajat suhtautuvat perhevapaisiin pääosin myönteisesti; vastaajien mukaan äitien käyttämiin perhevapaisiin suhtautuu positiivisesti 48 prosenttia ja isien käyttämiin perhevapaisiin 44 prosenttia työnantajista. Lyhennettyyn työaikaan suhtautuu täysin myönteisesti lähes kolmannes työnantajista. Kaksi prosenttia vastaajista sanoo, että työnantajan asenne on täysin päinvastainen.

Noin neljännes on sitä mieltä, että perhevapaat eivät haittaa millään lailla urakehitystä heidän nykyisellä työnantajallaan. Reilu kymmenes on täysin tai joksinkin samaa mieltä siitä, että nykyisen työnantajan mielestä perhevapaat ovat urakehityksen este.

Perhevapaalta töihin paluussa auttoivat vastaajien mielestä eniten mielekäs työ, mukava työyhteisö ja joustavat työaikajärjestelyt.

Kyselyyn vastasi myös yrittäjiä, joista selvästi yli puolella vastaaja oli yrityksensä ainoa työntekijä. Noin 15 prosentilla vastaajista omassa firmassa oli 2–5 työntekijää ja 17 prosentilla 10–29 henkilöä. Laskutettavien päivien keskiarvo oli kuukaudessa 11 ja laskutettujen päivien keskihinta 615 euroa. Muutaman vastaajan yritys oli myös saanut starttirahaa tai muuta julkista rahoitusta esimerkiksi Business Finlandilta.

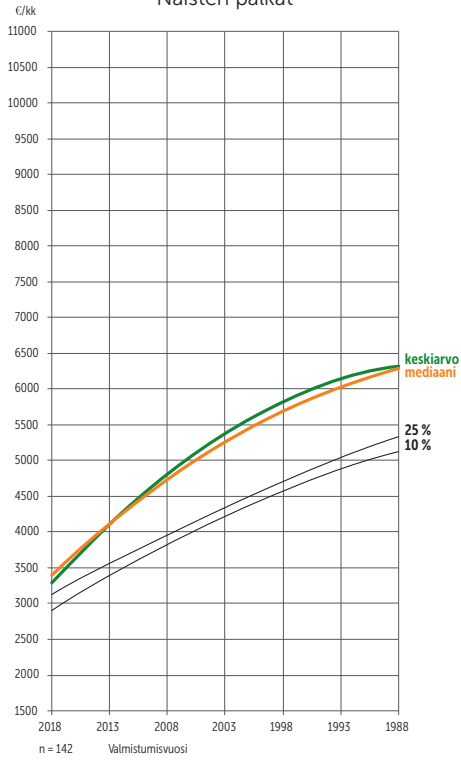
VASTAAJAT EDUSTIVAT JÄSENKUNTA LAAJASTI

Kyselyn saivat sähköisesti loka-marraskuussa 2018 kaikki RILin valmistuneet työikäiset jäsenet. Se toteutettiin yhteistyössä Tekniikan Akateemisten Liiton TEKin vastaavan kyselyn kanssa. Vastaavanlainen selvitys on tehty vuodesta 2002 lähtien.

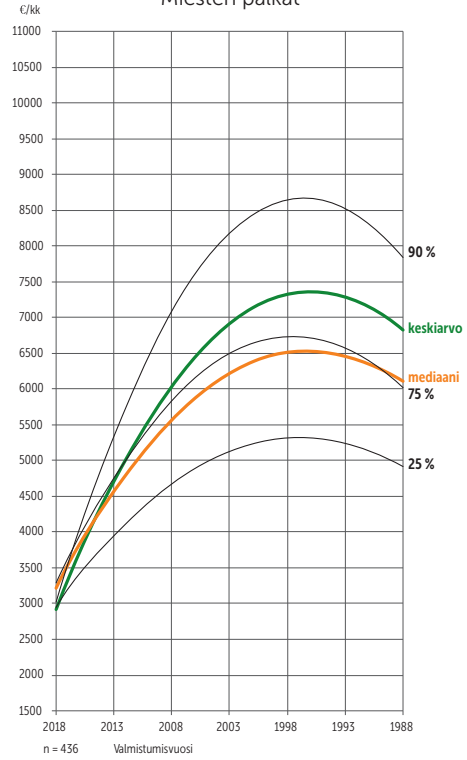
Vuoden 2017 palkkakyselyn vastausprosentti oli 24, joista miehiä oli 74 prosenttia ja naisia 26 prosenttia. Miesten keski-ikä oli keskimäärin 44 vuotta ja naisten 40 vuotta. Vastaajista 81 prosenttia työskenteli yksityisellä sektorilla ja 19 prosenttia julkisella, johon kuuluvat yliopistot ja ammattikorkeakoulut. Työsuhteista oli vakituisia 95 prosenttia ja määräaikaista viisi prosenttia. Vastaajista 94 prosenttia työskenteli kokopäiväisesti.

Vastaajat edustavat melko tasaisesti eri ikäisiä RILin jäseniä, aktiivisemmin vastasivat 30–39-vuotiaat. Työnantajan sektorin mukaan vastauksia tuli eniten suunnittelualalta ja toimiaseman mukaan ylemmässä keski johdossa, asiantuntijatehtävissä tai vaativissa asiantuntijatehtävissä toimivilta jäseniltä. Suurin osa, eli vajaa kolmannes, työskenteli yli tuhat hengen yrityksissä, viidennes yli 500 hengen yrityksissä ja reilu kymmenen prosenttia yli 250 hengen yrityksissä. **ril**

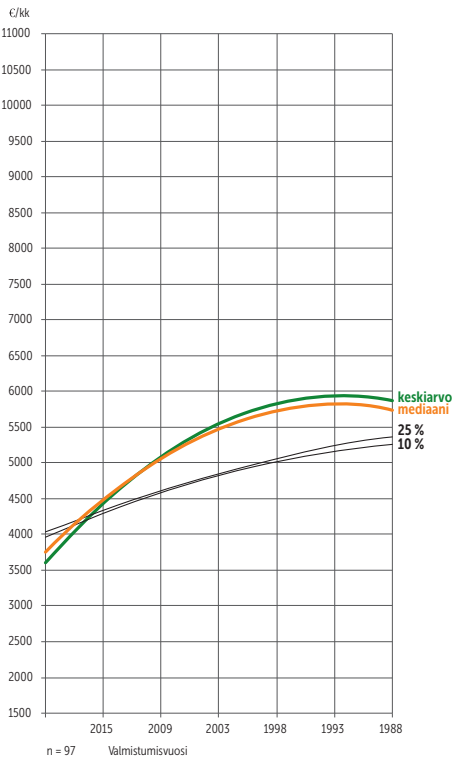
Naisten palkat



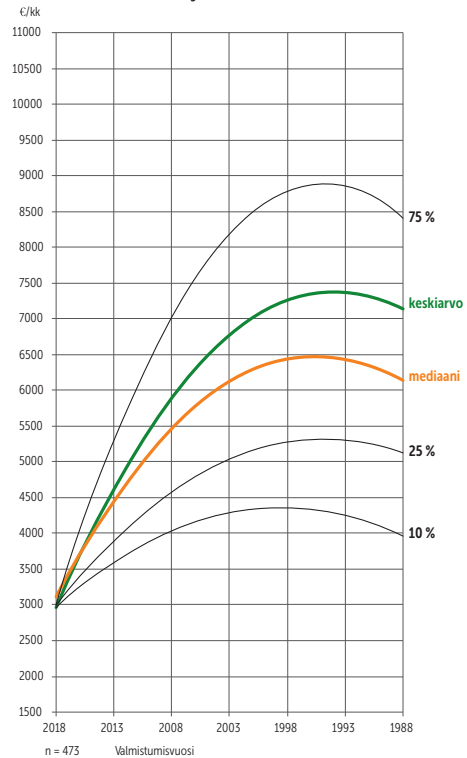
Miesten palkat

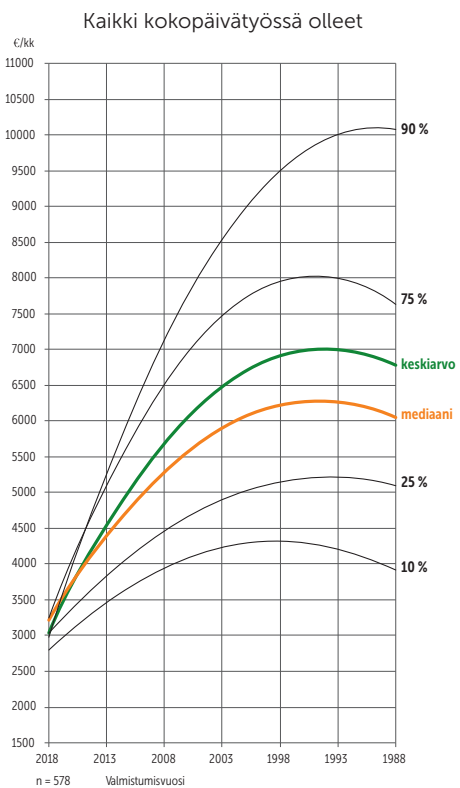
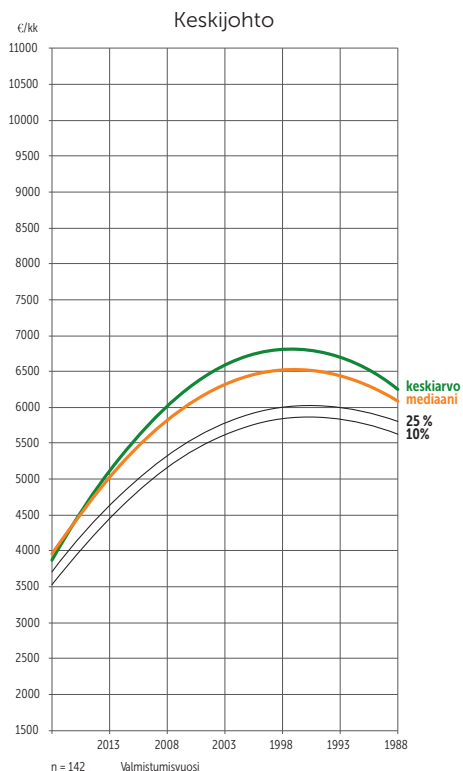
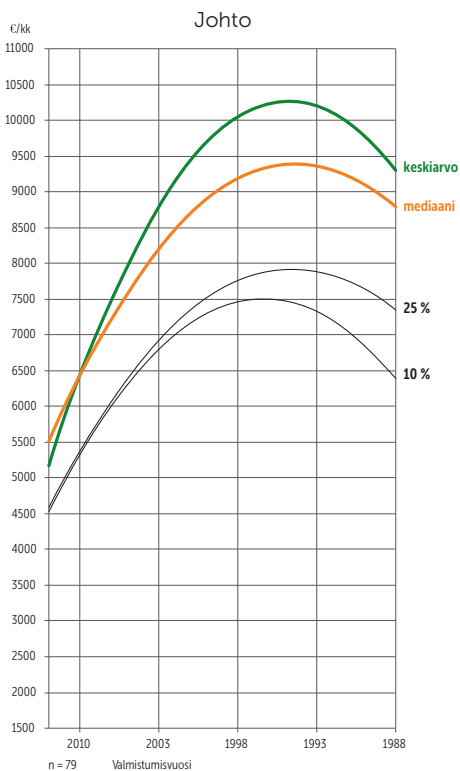


Julkinen sektori



Yksityinen sektori





MERKINNÄT palkkagraafeissa:

- 10 %:n fraktiili = palkka, jota vähemmän ansaitsee 10 % vastaajista
- 25 %:n fraktiili = palkka, jota vähemmän ansaitsee 25 % vastaajista
- 75 %:n fraktiili = palkka, jota enemmän ansaitsee 25 % vastaajista
- 90 %:n fraktiili = palkka, jota enemmän ansaitsee 10 % vastaajista
- Mediaani = suurusjärjestyksessä keskimäinen palkka eli mediaania pienempiä ja suurempia palkkoja on yhtä paljon.
- n = vastaajien lukumäärä



**PEKKA LEHTINEN,
YLIARKKITEHTI, MUSEOVIRASTO**

Pekka Lehtinen työskentelee suojeltujen rakennusten korjaushankkeiden parissa.

PURKAA VAI KORJATA?

Suomi muuttui 1900-luvun aikana syrjäisestä, maatalousvaltaisesta seudusta vauraaksi hyvinvointi- ja tietoyhteiskunnaksi. Matkan aikana rakennettiin paljon – muun muassa teollistumista, kaupungistumista, koulutusta, puolustusta, liikennettä, kaupaa, terveydenhoitoa ja virkistystä varten – ja luotiin suuri osa nykyisestä rakennetusta ympäristöstämme.

Rakennustekniikan erilaiset kehitysvaiheet näkyvät ja tuntuvat keskuudessamme. Vanhemmat rakennukset perustuvat perinteisiin käsityövaltaisiin rakennustapoihin yksinkertaisine materiaalivalikoimineen ja rakenteineen. Uudemman rakentamisen kehityspyrkimys näkyy moninaisina materiaali- ja rakenneratkaisuina, joita yhä syntyy lisää.

Nuoruudestaan huolimatta rakennettu omaisuutemme on monipuolista ja erityistä. Rakennuksemme on suunniteltu olosuhteisimme sopiviksi ja ilmentämään edistyvän yhteiskunnan ihanteita. Arkkitehtuuri on monissa vaiheissa saanut maailmanlaajuisia huomiota, ja iskostunut osaksi Suomen identiteettiä.

Korjausrakentaminen muodostaa yhä suuremman osan rakennusalan liikevaihdosta. Maassamme on tarvetta nykyistä tarkemmalle valtakunnalliselle, kootulle tiedolle korjaamisen sisällöstä ja tuloksista. Voidaan todeta, että huomattava osa koko rakennuskannastamme on peruskorjauksessa, mutta on myös huomattava, että eri-ikäisillä ja teknisesti erityyppisillä rakennuksilla optimaaliset korjaussyklit vaihtelevat paljon.

Korjausrakentamisen piiriin lasketaan hyvinkin erilaisia hankkeita: peruskorjauksia, perusparannuksia, käyttötarkoituksen muutoksia, laajennus- ja täydennysraken-

tamista. Arviot korjausvelan määrästä eivät valota korjausrakentamisen tähänastisia vaikutuksia rakennuskannassa, kuten sitä, kuinka suuri osa korjauskäisistä rakennuksista on korjattu? Missä suhteessa hankkeissa on tehty korjaamista, muutosta, lisäyksiä? Miten korjaukset ovat onnistuneet, ovatko rakennukset tarkoitettussa käytössä esimerkiksi kymmenen vuotta tai 30 vuotta korjaamisen jälkeen?

Työssäni seuran monenlaisten arvossa pidettyjen rakennusten korjaus- ja muutoshankkeita: kohteen tutkimusta, korjausten ja muutosten suunnittelua, toteutusta työmaalla. Olennaista onnistuneessa korjaushankkeessa on ennen suunnittelun aloittamista tunnistaa sekä kohteen ominaisuudet ja merkitykset, että korjaamisen kysymykset. Tiedon hankkiminen ja hyödyntäminen ratkaisevat.

Moni korjauskohde on jo kokenut aieman perusteellisen korjausvaiheen, jotkut jo pariin. Edellisten korjausten tuloksista kestävimmäksi ja käyttökelpoisimmaksi osoittautuvat ne, jotka perustuvat rakennuksen alkuperäisiin materiaali-, rakenne- ja tilaratkaisuihin.

Rakennuksen monikäyttöisyyteen ja korjattavuuteen kannattaa kiinnittää huomiota jo silloin, kun rakennetaan uutta. Samoin kannattaa huolehtia rakennushankkeessa kertyneen tiedon säilymisestä. Tiedon saatavuus voi ratkaista rakennuksen kohtalon. Ymmärrys kohteen alkuperästä, tarkoituksesta ja rakenteista auttavat löytämään realistisia vaihtoehtoja käytöstä jääneen rakennuksen uudelle käytölle ja korjaamiselle, purkamisen sijaan. **ril**

ROTI¹

WWW.ROTI.FI



WWW.ROTI.FI/BLOGIT



[@ROTI2019](https://twitter.com/ROTI2019)



[ROTI2019](https://www.facebook.com/ROTI2019)

RAKENNETUN omaisuuden tila ROTI on joka toinen vuosi tehtävä puolueeton asiantuntija-arvio rakennetun omaisuuden tilasta. Vuoden 2019 erikoisteemana on kaupungistuminen.

ESITTELEMME jokaisessa tämän vuoden numerossa ROTI 2019 -hankkeen tuloksia:
1/2019: Rakennukset,
2/2019: Yhdyskuntatekniikka,
3/2019: Liikenneverkot,
4/2019: Koulutus ja kehitys sekä Arkkitehtuuri, suunnittelu, muotoilu ja taide.

NUMEROISSA 1 ja 3 käsitellään myös Digitaaliset ratkaisut -paneelin tuloksia.

Rakennukset-paneeli:

Vain muutos on pysyvää

Rakennuksen käyttäjät ja heidän tarpeensa muuttuvat jatkuvasti, joten tarvitaan vikkellä käyttötarkoituksen muutosprosessia sekä suunnitelmallista, ennakoivaa ylläpitoa ja uusia rahoitusmalleja rakennusten ja alueiden vetovoimaisuuden säilyttämiseksi.

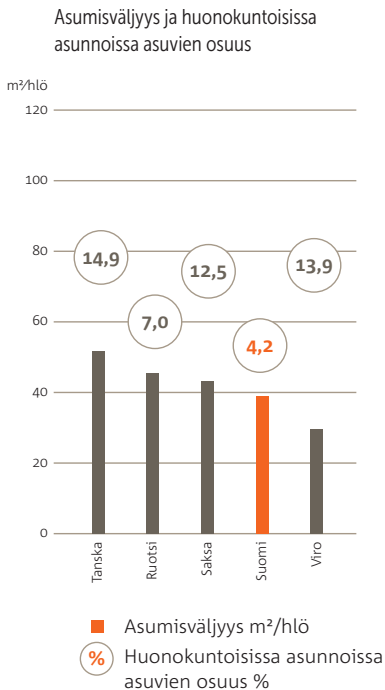
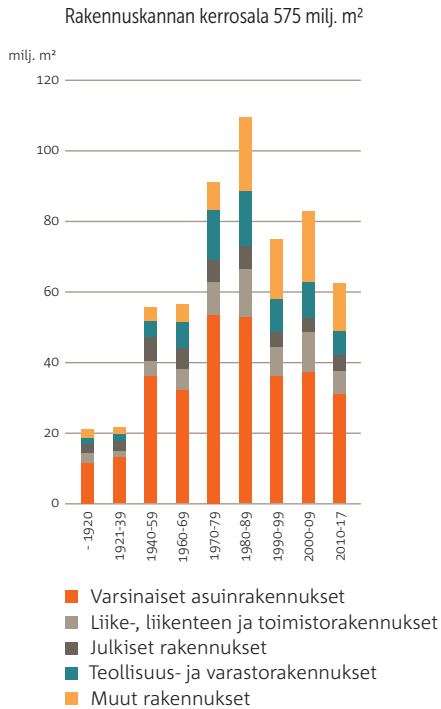
Voimakkaasti erilaistuvat alueet ja eri-ikäiset rakennukset vaativat räätälöityjä toimenpiteitä.

RAKENNUSTEN toiminnallisuudessa ja materiaallivalinnoissa on mietittävä koko elinkaaren aikaista kestävyyttä ja päästöjä, sillä rakennuksilla on keskeinen rooli hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamisessa. Alueellinen ja käyttäjakeskeinen näkökulma korostuu. Keskeisiä tekijöitä ovat esimerkiksi terveellisyys, palvelujen läheisyys ja liikkumisen tarve. Myös alueellisten ja paikallisten energiaratkaisujen rooli kasvaa. Tässä kaikessa korostuu monialainen yhteistyö.

Suomen asumisväljyys on eurooppalaista keskitasoa, noin 40 m²/henkilö. Asumisväljyyttä on kasvatettu pitkään ja 1990-luvulla asetetut tavoitteet on saavutettu. EU:n jäsenmaista huonokuntoisissa asunnoissa asuvien osuus on Suomessa matalin, alle viisi prosenttia. Suomessa on myös Euroopan vähiten energiaköyhyyttä 1,66 %, joka on EU-jäsenmaista pienimpiä, EU:n keskiarvon ollessa 2,35 %.

RAKENNUKSESTA ALUEISIIN

Suunnittelussa on huomioitava yhdyskuntaraken-



teen tiiviyys ja täydennysrakentamisen mahdollisuudet sekä liikkuminen, palvelut ja energiavalmiinat. Kaavoituksella ja alueen olosuhteilla on merkittävä vaikutus alueen hiilijalanjälkeen. Rakennusten käytöllä voidaan vaikuttaa huippukuormien hallintaan ja tehostaa energiajärjestelmän toimintaa.

Uudet digitaaliset työkalut, kuten lisätty todellisuus, auttavat kommunikoinnissa hankkeen osapuolten kesken ja asukkaiden osallistamisessa. Digitaalisten ratkaisujen hyödyntäminen parantaa myös viihtyvyyttä ja pienentää energian ja tehonkulutusta.

Rakennus palvelee elinkaarensa aikana erilaisia liittymiä ja päällekkäisiä käyttäjiä ja toimintoja. Se on monin tavoin kytköksissä alueeseen teknisesti ja liikenteellisesti ollen toiminnallisesti osa laajempaa kokonaisuutta. Alueiden ja rakennusten kunto ja vetoisuus vaihtelevat paikkakunta- ja kaupungin-osaakohtaisesti.

ERIYTYMINEN KASVAA

Rakennuskanta eriytyy; muuttotappiokunnissa rakennusten arvo laskee. Ylläpito on taloudellisesti haastavaa ja rakennuksia jää tyhjiilleen. Niiden arvo saattaa painua jopa miinukselle purkukustannuksista johtuen.

Samanaikaisesti muuttovoittokunnissa asunnoista on pulaa. Toisaalta tilojen muutostarpeet ovat johdaneet tyhjentyviin toimitiloihin, joita ei ole voitu muuttaa asuinkäyttöön johtuen muun muassa kaavamuuotosten hitaudesta.

Suomen rakennuskannan arvo on 500 mrd €, josta pientalojen arvo on 130 mrd € ja asuinkeuhkotalojen 145 mrd €. Erittäin merkittävä osa rakennuskannasta koostuu 1960–80-luvuilla rakennetuista asuinrakennuksista, joita kaikkia ei ole vielä peruskorjattu. Asuinrakennusten korjauksiin olisi sijoitettava keskimäärin 9 400 M € vv. 2016–2025. Seuraavalla kymmenvuotiskaudella asuinrakennusten korjaustarve kasvaa 11 100 M €.

Kuntien palvelurakennuskannassa korjausvaje on 9 mrd €. Kaikki tämän päivän toiminnalliset tarpeet ja laatuvaatimukset huomioiden perusrannustarve kuntien rakennuksissa nousee 16,5 mrd euroon.

Korjausvastuu on merkittävä, sillä ilman vanhan kannan parantamista, hiilineutraalisuuden tavoitteisiin ei päästä. Lisäksi vanhaan rakennuskantaan kuuluu lukuisia rakennuksia, joissa täytyy parantaa merkittävästi sisäympäristön laatutasoa ja viihtyvyyttä. Joissain tapauksissa rakennuksen purkamis-

nen on taloudellisesti ja ympäristön kannalta parempi vaihtoehto.

Uudet toimitilat sekä julkiset rakennukset ovat usein monia toimintoja yhdistäviä muuntojoustavia hybridirakennuksia, joissa uudet energiaratkaisut ja hyvä sisäilman laatu sekä viihtyvyys ovat korostetussa roolissa.

UUSIA RAHOITUSMALLEJA KOKO ELINKAAREN AJALLE

Rahoitusmalleissa täytyisi huomioida paremmin koko elinkaarenaikaiset toiminnot, eikä optimoida pelkkää investointivaihetta. Joitakin malleja on jo kehitetty, kuten investointien riskien jakamista, ja pienien tai korottomien lainojen takaamista.

Uudenlaisille malleille on kuitenkin tarvetta etenkin korjausrakentamisessa ja uudentyypisessä omistajuudessa tai uudenlaisessa käytössä.

PALVELUMUOTOILU PARANTAA TULOSTA

Palvelumuotoilu on tärkeää käyttäjäkokemuksen ja toimintojen sujuvuuden kannalta, mutta sillä on jo useamman vuoden ollut myös selvä yrityksen tulosta parantava vaikutus. Perinteisiin yrityksiin verrattuna palvelumuotoilua käyttävien yritysten tulojen kasvu oli 32 prosenttia suurempi ja kasvu osakkeenomistajille jopa 56 prosenttia suurempi.

VIIHTYVYYS LISÄÄ ELINVOIMAISUUTTA

Ihmisten viihtyvyydestä on jo nyt paljon tutkimustietoa, jota ei hyödynnetä vielä tarpeeksi kiinteistöjen käytön ja ylläpidon suunnittelussa. Esimerkiksi sisälämpötilan hallinnassa pitäisi siirtyä lämpötilan sijasta säättämään ihmisen kokemaa termistä viihtyvyyttä. Samoin taiteen ja koetun tilan ja viherrakentamisen vaikutuksista ihmisen hyvinvointiin on paljon uutta tutkittua tietoa, joka tulisi ottaa huomioon toteutuksissa. Uudisrakentamisen lisäksi nämä asiat pitäisi huomioida myös korjausrakentamisessa.

Rakennuksilla ja rakennetulla ympäristöllä on myös valtava merkitys identiteettitekijänä ja kulttuuriperintönä. Kiinnostus paikalliseen rakennusperintöön näkyy eri foorumeilla asukkaiden ja kansalaisten aktiivisuutena. Maailmalta tuttu teollisten alueiden uusi kukoistus on alulla. Hyviä esimerkkejä ovat alueet, joissa vanhoja teollisuustiloja käytetään luovien alojen tiloina. **ril**



PALVELUMUOTOILU TUKEE KÄYTTÄJÄKESKEISYYTTÄ Erityisesti uusissa sairaala- ja kouluhankkeissa käyttäjät on otettu huomioon prosessin kaikissa vaiheissa palvelumuotoilua hyödyntäen. Hyvä esimerkki tästä on Uusi lastensairaala Helsingissä.



CASE KANKAAN ALUE, JYVÄSKYLÄ Kangas on entisen paperitehtaan alueelle sijoittuva, smart city -tavoitteet huomioiva kaupunkikehityshanke. Jyväskyläläiset osallistuvat alueen suunnitteluun. Kankaalla ohjataan noin prosentti tointien myyntihin-nasta, maankäyttömaksuista ja kiinteistöjen rakennuskustannuksista prosenttikulttuuriin (= taide + tapahtumat). Arkkitehtuurille ja ympäristölle on asetettu korkeatasoisia laadullisia tavoitteita, joiden toteutuminen varmistetaan Kankaalle räätälöityjen laatu prosessien kautta.



MODULAARISUUS JA UUDET TEKNOLOGIAT Uusien teknologioiden, kuten robotisaation sekä 3D-printtauksen sekä teollisen esivalmistamisen myötä rakennusten laatu paranee ilman kustannusten nousua. Lisäksi itse rakentaminen rakennuspaikalla nopeutuu.



32%

Rakennusten osuus Suomen
energiankulutuksesta



30%

Suomen
hiilidioksidipäästöistä



SUOMI MAAILMANKARTALLA

Suomeen asumisväljyys on eurooppalaista keskitasoa, noin 40 m²/henkilö. 1990-luvulla asetetut tavoitteet on nyt saavutettu. Energiatehokkuuden kannalta asumisväljyyden kasvattaminen nykyisestä ei ole tavoiteltavaa.

EU:n jäsenmaista huonokuntoisissa asunnoissa asuvien osuus on Suomessa matalin, alle viisi prosenttia. Suomessa on myös Euroopan vähiten energiaköyhyttä. Suomen energiaköyhyysindeksi on noin 1,66 %, joka on EU:n jäsenmaista pienimpiä. Indeksillä on pienempi vain Norjassa ja Tšekissä. EU:n keskiarvo on 2,35 %.

➤ **ALUEIDEN** ja rakennusten suunnittelussa on keskeistä moniammatillinen suunnittelutiimi ja käyttäjien osallistaminen. Suunnittelussa on huomioitava yhdyskuntarakenteen tiiviyys ja täydennysrakentamisen mahdollisuudet sekä muun muassa liikkuminen, palvelut ja energialainat.

Rakennusten käyttötarkoitusten muutokset on mahdollistettava joustavammin.

Kaavoitusprosesseja täytyy nopeuttaa ja kaavoitusta notkeuttaa sekä hallita niitä rakennus- ja aluekohtaisesti.

Kiinteistöjen ylläpitoa täytyy tehdä suunnitelmallisemmin ja ammattimaisemmin.

Korjaushankkeita täytyy ennakoida paremmin ja täydennysrakennushankkeita toteuttaa suunnitelmallisesti.

Markkinoille täytyy saada uusia rahoitusmalleja.

➤ **RAKENNUKSEN** toiminnallisuudessa ja materiaalivalinnoissa on mietittävä koko elinkaarenaikaista kestävyyttä ja päästöjä, sillä rakennuksilla on keskeinen rooli hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamisessa. Suunnittelu ja ylläpito on entistä enemmän myös alueiden suunnittelua käyttäjän näkökulmasta.

Elinkaarenaikaista osaamista tarvitaan lisää, samoin kiertotalouden integrointia vahvemmin rakennusten ja alueiden suunnitteluun.

Rakennusten ikääntymisen ja käyttötapamuutosten aiheuttaman korjaustarpeen kasvuun on varauduttava erityisesti ilmastonmuutoksen hidastamiseksi.

Oikealla ylläpidolla on erittäin tärkeä merkitys kestävästä kehityksestä.

➤ **IHMISTEN** hyvinvoinnin ja viihtyvyyden täytyisi ohjata kaikkea KIRA-toimintaa. Laatu on teknisen elinkaaren lisäksi käyttäjäkokemusta, jota voidaan parantaa esimerkiksi palvelumuotoilulla ja taiteen laajemmalla käytöllä rakennetussa ympäristössä.

Moniammatillinen yhteistyö koko rakennuksen elinkaaren aikana on tärkeää. Käyttäjän tarpeiden ymmärtäminen on ainoa tie onnistumiseen.

Käyttäjä-, kiinteistö- ja aluetietojen hyödyntäminen reaaliaikaisesti rakennuksen ja alueen käytössä täytyy saada osaksi jokapäiväistä toimintaa. Tiedon ajantasaisuus on erittäin tärkeää.



Kuva: Cranlund Oy

Heli Kotilainen, ROTI 2019 Rakennukset-paneelin puheenjohtaja
Toimitusjohtaja, Settlementiasunnot Oy

YHTEISTYÖN merkitys keskeinen tulevaisuudessa

ROTI Rakennukset -paneelimme tavoitteena oli luoda kokonaiskäsitys rakennusten nykytilasta ja tulevaisuudesta.

Tuloksena syntyi valtava määrä tietoa, kiinnostavia – ja välillä vastakkaisiakin näkökulmia – sekä nöyrä ymmärrys tehtävän haasteellisuudesta. Haasteita loi tarkastelualueen laajuus, sillä aihepiiriin kuuluivat asuintalot ja vapaa-ajan asunnot, toimitilat sekä tuotanto- ja julkiset rakennukset eli yhteensä 565 miljoonaa neliömetriä rakennuksia.

Prosessin aikana erottuivat kaikki ne keskeiset muutostekijät, jotka on huomioitava ihan kaikessa rakentamisessa. Näitä keskeisiä ajureita ovat *ilmastonmuutos, digitalisaatio ja rakennusten käyttäjien hyvinvointi*. Rakennukset on nähtävä, ja niitä on suunniteltava kiinteänä osana ympäristöään, käyttäjien tarpeita kuunnellen.

Elinkaarinäkökulma ja sitä tukevat liiketoimintamallit ovat edellytyksiä paremman rakennetun ympäristön kehittymiselle. Yksi haaste toistuu kaikissa rakennustyypeissä: toisaalla on esimerkkejä hienoista toteutuk-

sista, joissa käyttäjä on laitettu keskiöön. Näissä positiivissa ratkaisuihin on hyödynnetty niin tiedettä kun taidetta, kun samanaikaisesti toisaalla rakennukset jäävät vajaakäytölle ja rapistuvat korjausresurssien puutteessa käyttökelvottomiksi. Rakennuskantamme polarisoi-tuu laadullisesti ja alueellisesti yhä vahvemmin.

Olemme kokemassa mielenkiintoista ja monia kehittämismahdollisuuksia avaavaa muutosvaihetta, jossa me voisimme olla Suomessa edelläkävijöitä. Perinteisen insinööriosuamisen rinnalle tarvitaan eri alojen yhteistyötä ja sitä tukevia uusia toimintatapoja. Monipuolinen ROTI-ryhmämme osoitti, että monimutkaisia haasteita ratkotaessa tarvitaan avointa ja aitoa erilaisten näkökulmien huomiointia.

Virtuaalinen rakentaminen rikkoo rajoja

Virtuaalitekniologia on osallistava suunnittelun muoto, jossa kohteen toiminnalliset asiat havaitaan varhaisessa vaiheessa ennen rakentamista. Virtuaalimallin avulla vähennetään inhimillisiä virheitä, tuodaan näkemyksiä lähemmäs toisiaan ja nopeutetaan tekemistä.

TEKNISESTÄ osaamistasosta riippumatta kuka tahansa voi eläytyä rakennushankkeeseen jo suunnittelu- vaiheessa virtuaalitekniologian avulla. Samaa tekniikkaa voidaan käyttää myös esimerkiksi työntekijöiden perehdyttämiseen tai opastamiseen työmaalla. Käyttösovelluksia ja mahdollisuuksia on monia.

Virtuaalitekniologian työkaluilla rakennushanke voidaan viedä läpi virtuaalisesti hankesuunnittelusta käyttöönottoon ja edelleen ylläpitoon. Etenkin suunnittelun aikana täytyy huomioida myös kaikkien rakentamiseen osallistuvien sekä lopullista kohdetta käyttävien osapuolien erityistarpeet ja osaaminen.

Rakennushankkeen eri osapuolilla on erilaiset vaatimukset suunnitelma-aineiston suhteen, mutta kaikkien intresseissä on pystyä vaikuttamaan lopputulokseen. Lopputulokseen, joka on aina luovan prosessin tulos ja jonkinasteinen kompromissi eri osa-alueiden välillä.

Rakennus tai rakenne tehdään palvelemaan ja ole-



EETU Partala työskentelee Swecolla siltatöimialan teknologiapäällikkönä. Kehitystehtävien lisäksi hän toimii siltojen suunnittelijana ja projektipäällikkönä.

maan osa rakennettua yhteiskuntaa koko elinkaarensa ajan. Rakennuksella voi olla hyvin erilaisia käyttötarkoituksia ja näin myös erilaisia käyttäjiä. Kiihtyvällä vauhdilla muuttuvassa maailmassa rakennuksen käyttötarkoitus muuttuu joskus jopa useita kertoja sen elinkaaren aikana.

Loppukäyttäjät ovat harvoin totuneet lukemaan rakennuspiirustuksia tai ymmärtävät niissä esitettyjä erikoismerkintöjä. Yhteistä kieltä rakentamisen ammattilaisten kanssa ei välttämättä ole. Virtuaalimalleilla pystytään luomaan ymmärrystä näiden eri tahojen välille.

TOIMINTAKULTTUURIN MUUTOS AVAINASEMASSA

Virtuaalimallien pohjana olevien tietomallien nouseminen nykytasolle on tapahtunut jo muutamia vuosia sitten. Kehitystä tapahtuu edelleen, mutta periaatteiltaan tietomallipohjaisen suunnittelun määritelmä on pysynyt ennallaan. Mallien taso nousee,



ominaisuuksia lisätään ja prosessia tehostetaan entisestään. Silti suurin loikka odottaa tämän aineiston jatkoehdyntämisessä ja edelleen jalostamisessa uusiin käyttösovelluksiin.

Mikä sitten on suurin ankkuri murrokselle, jos odotettu tekniikka on jo olemassa? Se on kulttuuri, jossa tilaaja-tuottaja-mallista siirtyminen yhdessä kehittämiseen ei onnistukaan käden käänteessä. Rakennushanke on tyypillisesti välitavoitteiden ketju, jossa työvaihe tahdistavat seuraavaa ja kokonaisuus on tämän ketjun summa.

Toimintamallin syklistyys ja dokumenttipohjaisuus ei ruoki yhteistyötä, vaan ehkä päinvastoin. Virtuaalimallien kaltaisilla teknologisilla innovaatioilla sen sijaan luodaan vuorovaikutusta esisuunnitteluvaiheesta ylläpitoon. Parin vuoden ajan on asiakasprojekteissa ollut käytössä työkaluja, joilla voidaan havainnollistaa rakenteita ja kehittää suunnitelmaratkaisuja jopa samanaikaisesti, kun niitä mallinnetaan.

Suunnitelmakatselmuksia voidaan järjestää virtuaalimallissa, joka ei ole ajasta tai paikasta riippuvainen. Kaikki voivat liittyä katselmuksen omalta työpisteeltään tai jopa kesäsuunnoltaan. Katselmuksien aikana esiin tulleet havainnot tallentuvat malliin ja

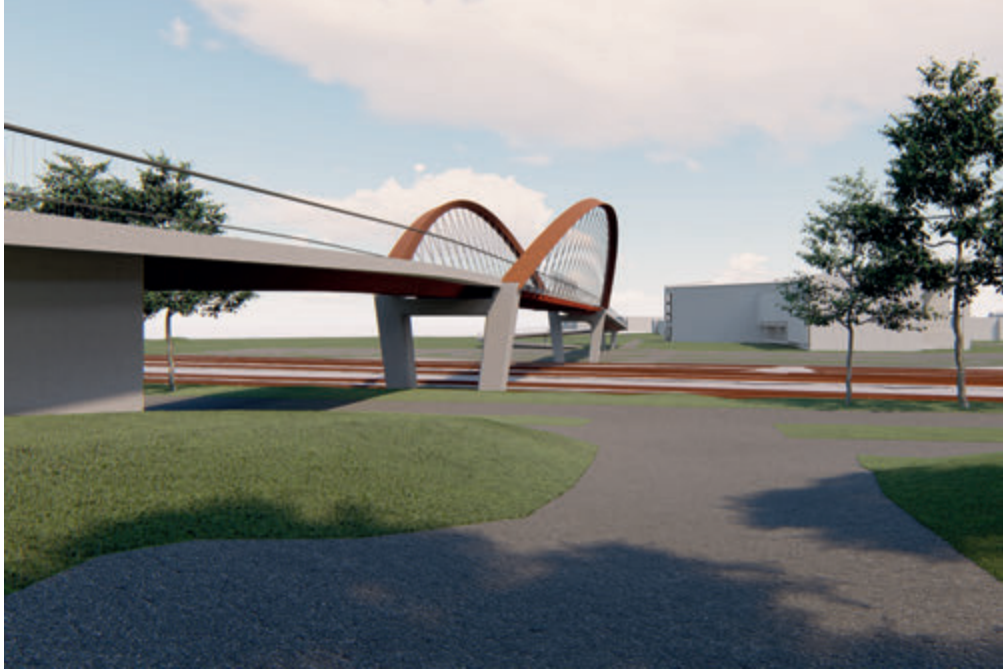
KAINUUN sairaala

Projektissa on hyödynnetty Cave-virtuaalitalaa.

Cave on tila, jonka pinnoille heijastetaan 3D-suunnitelmista luotu stereoskooppinen kuva, jota katsotaan 3D-laseilla. Laajan kuva-alueen ja 1:1 mittakaavan ansiosta käyttäjät pääsevät tutustumaan suunnitteluratkaisuihin oikeassa mittakaavassa ja kokevat olevansa todellisessa tilassa.

CAVE-KÄYTTÖTARKOITUKSIA

- Tilojen karkealla tasolla hahmottaminen projektin alkuvaiheessa
- Sairaalaan henkilökunta on antanut kommentteja tilojen ja huoneiden toimivuudesta
- Siivoojat ovat ottaneet kantaa siivottavuuteen
- Mallinnettu jopa taideteoksia seinille päätöksentekoa varten



HYVINKÄÄN VANHANKIRKONSILLAN YLEISSUUNNITTELU

2017	2018 kevät	2018 syksy	2018 loppuvuosi	2019
Toiminnallisuuden luonnostelu eri osapuolten kesken.	Kaavaluonnos alueesta.	Sillan rakenteiden hahmottelu virtuaalimallin avulla.	Virtuaalimalli esillä kuntalaisille kaavaillassa ja teknisen lautakunnan kokouksessa. Projektia varten kehitettiin toiminnallisuus, jossa käyttäjä voi selata eri siltavaihtoehtoja mallissa ollessaan ja vaihtaa pintojen värejä sekä tekstuureja.	Valittu toteutettava siltavaihtoehto.

suunnittelu voi jatkua välittömästi tämän pohjalta. Tämä luo avoimuutta, luottamusta ja niiden myötä myös tiiviimpää yhteistyötä osapuolten välillä.

Toimintamallissa on kyse tiedon vetämisestä, ei sen työntämisestä. Perinteisessä piirustusohjaisessa suunnitteluprosessissa pyritään tiivistämään mahdollisimman paljon yksityiskohtia piirustuksiin, joita työnnetään ketjussa eteenpäin. Prosessissa tietoa työnnetään dokumenttipohjaisesti eteenpäin riippuvuusketjussa, vaikka laatuvaatimusketju kulkee vastakkaiseen suuntaan. Pohjavirta puuttuu.

Tiedon vetämisellä tarkoitetaan yksittäisen tiedon jyväsien poimimista, ennen kuin kokonaisuus on viimeistely loppuun. Vedettävä tieto voi olla esimerkiksi pitkän toimitusajan vuoksi ennakkoon tilattava varuste tai yksinkertaisesti tilavarauksen koko tekniikka varten. Kumpikaan näistä ei vaadi täydellisiä suunnitelmapaketteja, hiottuja detailikuvia tai selosteita. Ainoastaan kaivatun tiedon vetäminen tietomallista riittää.

Menettelytapa edellyttää tiedon statusluokittelua, jolloin eri osapuolet tietävät, milloin rakenneosa on suunniteltu, materiaalit tilattavissa tai milloin se on saatu valmiiksi. Kyseessä on normaalia projektinhallintaa, mutta vietyä virtuaaliseen ympäristöön.

HAVAINNOLLISTAMINEN KESKEINEN OSA PÄÄTÖKSENTEKOA

Virtuaalitekniikan avulla voidaan tehostaa merkittävästi hankkeen eri vaiheiden ja kokonaisuuden hahmottamista ja edelleen päätöksentekoa. Tästä erinomainen esimerkki on Hyvinkään Vanhankirkonsillan suunnittelu, jossa päätöksenteko perustui sillan virtuaalimalliin. Mallia käytettiin hyödyksi asiakkaan kanssa ensimmäisiä suunnitteluratkaisuja vertailtaessa, kaupunkilaisille avoimessa kaavaillassa sekä lopulta teknisessä lautakunnassa oikean siltaratkaisun valitsemiseksi. Tämä mahdollisti useiden eri vaihtoehtojen tutkimisen, sillä työpanos voitiin kohdistaa oikeisiin asioihin.

Sillan ympäristöä täydennettiin avoimella kaupunkimallilla, joka on kaikkien saatavilla. Tällä tavoin rakenne voitiin sijoittaa osaksi ympäristöä, liikua siellä ja tutkia miten silta soveltuu muuhun ympäristöön. Alueen asukkaat voivat malliin tutustumalla nähdä, miltä heidän työmatkansa näyttää uuden kulkuyhteyden valmistuttua, ja ylläpito pääsee tutkimaan, miten talvikunnossapito voidaan toteuttaa koko rakennetulle uudelle alueelle.

Tällä lailla suunnitteluun voitiin osallistaa kaikki ne tahot, joita hanke koskettaa, heidän teknisestä osaamisestaan riippumatta. Tehostetun tiedonkulun avulla pystyttiin vähentämään merkittävästi sitä hukkaa, mitä perinteisessä suunnitteluprosessissa syntyy.

DIGITAALINEN KAKSONEN MULLISTAA SUUNNITTELUA

Jatkossa on nähtävissä, miten kaupunkimallit kehittyvät, kun ympäristöä mallinnetaan ja olemassa olevaa kaupunkia skannataan digitaalisen kaksonen muotoon. Aineistot alkavat tässä tapauksessa tukemaan toisiaan ja niitä voidaan hyödyntää rakennetun ympäristön omaisuudenhallinnassa.

Suunnittelussa käytettyjen menetelmien hyödyt heijastuvat koko rakenteen elinkaaren matkalle. Väliimmimmät hyödyt kohdataan rakentamisen alettua, jolloin yhteistyö suunnittelun, tuotannon, asennuksen ja työmaan välillä näkyy minimoituneina muutostarpeina rakennettaessa. Tämä tarkoittaa merkittäviä säästöjä, kun virheet huomataan ennen niiden realisoitumista.

Muutostarpeisiin on helppo puuttua suunnittelun aikana ja tiivistetyn yhteistyön avulla saadaan aikaan myös merkittäviä säästöjä toteutusvaiheessa. Yhtä lailla vuorovaikutuksen tulisi jatkua koko hankkeen ajan aina käyttöönottoon ja sen jälkeen myös ylläpitoon asti.

VAATIMUKSENA DIGITAALISTEN TYÖKALUJEN SKAALAUTUVUUS

Matalan kynnyksen vuorovaikutus edellyttää myös työkalujen skaalautuvuutta. Palveluiden tulee olla käytettävissä myös ilman asennettavia ohjelmia tai erikoislaitteita. Virtuaalimalliin liittyminen onnistuu myös omalla läppärillä ilman erikoislaitteita, jolloin samoja tietoja voidaan jakaa kaikille hankkeen osapuolille reaaliaikaisesti ja tasapuolisesti.

Piirustuksillakin on edelleen paikka rakentamises-

sa, vaikka niiden sisältö saattaakin muuttua. On vaikea kuvitella raudoittajaa tekemässä työtään tammikuun pakkasissa kaivannon pohjalla virtuaalilasit päässä.

Kaikkeen on olemassa oikea työkalu ja piirustus palvelee työmaalla tekemisen tarpeita usein riittävästi hyvin. Piirustus voi olla vapaamuotoinen esitys, joka sisältää työvaiheen tai työpäivän osalta välttämättömät asiat vapaassa formaatissa. Kyseessä voi olla takataskuun taittuva kortti päivän töistä valttavan lakanan sijaan.

Näin meneteltiin esimerkiksi Norjan mittavassa E6-tiehankkeessa, joka toteutettiin siltojen osalta piirustuksettomasti ja tietomallipohjaisesti. Suunnittelu ja vuoropuhelu toimi mallipohjaisesti, jolloin työmaalla tehtiin työvaiheen vaatimista asioista lyhyet asennusohjeet, joilla oli suuri yhdennäköisyys Legojen kasausohjeiden kanssa. Helppoa, vaivatonta ja ennen kaikkea tarkoituksenmukaista dokumentaatiota. Ilman piirustuksia.

Virtuaalimallin ja piirustuksen ominaisuuksia voidaan myös yhdistää. Piirustukseen voidaan lisätä QR-koodi, joka johtaa kyseessä olevan rakenteosan tietomalliin. Malli voidaan avata kannettavalla tai käyttää sitä älypuhelimella vaikka raudoitusyksityiskohtien havainnollistamiseen. Näiden älykkäiden piirustusten avulla voidaan liittää perinteiset havainnollistamistavat ja kehittynyt teknologia yhteen. Miltei jokainen kantaa jo mukanaan älypuhelin, joten teknologian vaatimat laitteet löytyvät, eivätkä ne vaadi lisäinvestointeja.

VIRTUAALIMALLIEN IMMERSIIVISYYS HERÄTTÄÄ TUNTEITA

Täydestä virtuaalikoemuksesta, virtuaalimalliin uppoamisesta, käytetään ilmaisua immersio. Sillä tarkoitetaan täydellistä kokemusta, jossa käyttäjä liittyy malliin, saavuttaa tilan tunteen ja tietoisuus siirtyy virtuaalimaailmaan.

Virtuaalimallissa läsnä oleminen luo mahdollisuuden ymmärtää mittasuhteet, nähdä rakenteet sellaisina kuin ne ovat ja kokea olevansa mallin sisällä. Tilannetta voitaisiin verrata esimerkiksi asunonäyttöön. Valokuvien ja pohjapiirustusten perusteella ei kyetä välittämään realistista kuvaa kohteesta, joten asunon etsijä haluaa mennä paikan päälle ja kokea kaiken itse. Hän astuu kynnyksen yli asunon sisälle nähdäkseen ja kokeakseen, miten pöytäryhmä sijoittuisi ruokahuoneeseen tai miten kevätaurinko valaisee asunon.



Kainua – Kainuun uusi sairaala -allianssi -hankkeen kuntoutuskadun havainnekuva.

Näin hän kokee tilan havaitakseen, mitä tunteita se herättää ja miltä siellä oleminen tuntuu. Vasta silloin voi tehdä päätöksen, onko kyseessä se asunto, mihin haluaa sitoutua ja mikä täyttää omat tarpeet.

Virtuaalimalleissa on kyse juuri tästä samasta kokemuksen luomisesta. Merkittävin ero on, että virtuaalimallisissa käyttäjät voivat tilassa olemisen lisäksi vaikuttaa ratkaisuihin ennen niiden toteuttamista. Mallissa voidaan ottaa valokuvia, korostaa objekteja, muuttaa materiaaleja tai niiden sävyjä sekä tehdä merkintöjä ja nauhoittaa ääniviestejä. Siellä voidaan myös järjestää tapaamisia ja keskustella eri vaihtoehtoista näitä työkaluja hyödyntäen.

Kommentit ja merkinnät tallentuvat automaattisesti istunnon lokiin eräänlaiseksi muistioksi, jota voidaan käyttää myöhemmin hyödyksi ratkaisuja kehitettäessä.

Havainnollistamisen ohella kyseessä on myös päätöksentekotyökalu, sillä käytettävissä on kaikki se tieto, mitä tietomallikin sisältää. Tietoa voidaan tarkastella ja sitä voidaan täydentää esimerkiksi muutamalla kappaleiden paikkoja, sijoittamalla niitä uudelleen tai määrittämällä niille jonkin tietyn asennusjärjestyksen.

Vaihtoehtoja on laidasta laitaan, mutta yksi asia on yhteistä kaikille työkaluille: ne on kehitetty projektien tarpeita varten. Tämä on erittäin mielenkiintoinen ominaisuus, sillä virtuaalimallien puitteissa toiminnallisuuksia voidaan kehittää vastaamaan miltei rajattomasti asiakkaiden tarpeita. Sama teknologia sopii kaikille osapuolille ja teollisuuden aloille ilman kallista räätälöintiä.

Käyttäjän tullessa sinuiksi virtuaalimallin todellisuuden kanssa, voidaan vuorovaikutusta tehdä luonnollisesti. Joillain tähän menee sekunteja, joillain hieman kauemmin. Immersio ei edellytä täydellistä foto- tai audiorealismia, vaan siihen riittää teknologian tuoma ympärillä olevan maailman tunne.

Tämä terminologian takana oleva ajatus peliteknologian mahdollistamasta todellisuuden tunteesta ei kuitenkaan ole mitään sellaista mitä emme olisi jo kokeneet. Teknologialla jäljitellään sitä kolmiulotteista maailmaa, jossa elämme joka päivä.

VIRTUAALIMALLILLA LÄPINÄKYVYYTTÄ, LUOTTAMUSTA JA TUOTTAVUUTTA

Onnistuneen yhteistyön edellytys on luottamus ja sitoutuminen. Luottamuksen syntyminen edellyttää toimijoilta kykyä heittäytyä ja sitoutua yhteisiin tavoitteisiin, jotka samalla myös kannustavat panostamaan. Hankemuodoista riippumatta, virtuaalimalleilla voidaan edesauttaa siirtymistä välitavoiteperusteisesta projektijohtamisesta jatkuvan interaktiivisuuden malliin. Vuorovaikutusta käydään silloin kuin se on tarpeen, ja jossa dokumenttien laadinnan sijaan energia keskitetään ratkaisujen kehittämiseen. Avoimuuden uskotaan tuovan joustavuutta ja tehokkuutta, edellyttäen, että osapuolet ovat valmiit sitoutumaan aktiiviseen yhteistyöhön.

Suurin työpanos virtuaalitekniologian arkipäiväistämiseksi täytyy laittaa kulttuurin ja asenteiden muokkaamiseen. Käyttäjien ja ylläpitäjien osallistamisella, sekä virtuaalimallien mahdollistamalla vuorovaikutusmuodoilla voitaisiin tehdä todellinen käänös niin tuottavuudessa kuin koko rakentamisen kulttuurissa.

Vaikka työtilanteen avaaminen kaikkien sidosryhmien nähtävälle saattaa vaikuttaa ennen näkemättömän rohkealta, on sillä merkittävät vaikutukset osapuolten väliseen yhteistyöhön.

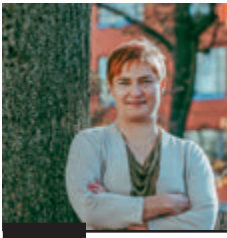
Meillä on mahdollisuus olla jälkiviisaita jo tänään. **ril**

TEKSTI: Jessica Karhu

RAKENNUKSEN ELINKAAREN HIILIJALANJÄLKI ON MONEN TEKIJÄN SUMMA

Rakennuksen hiilijalanjälkeen ja muihin ympäristövaikutuksiin liittyvät päätökset tehdään jo hankkeiden alkuvaiheessa. Suurimman hiilijalanjäljen tuottaa rakennuksen käyttö. On oleellista, että paljon hiiltä sitovat rakennusosat pystytetään tekemään erilaisiin käyttötarkoituksiin muuntautuviksi, jotta rakennuksen elinkaari muodostuisi mahdollisimman pitkäksi.

Kuva: Milla Vähitla



JESSICA Karhu
Vanhempi erityisasiantuntija Jessica Karhu toimii Green Building Council Finlandissa elinkaaren hiilijalanjäljen ja kiertotalouden teemojen parissa. Hän on ollut mukana myös Euroopan komission Level(s) viitekehysjärjestelmän kehityksessä.

RAKENNUKSEN sijainnilla on oleellisia vaikutuksia rakennuksen ja sen toimintojen hiilidioksidipäästöihin. Pohjoisilla ilmastovyöhykkeillä lämmitystarve on suurempi kuin etelässä, jolloin tiiveys ja energiatehokkuus korostuvat entisestään.

Sijainti muuhun yhdyskuntainfraan nähden määrittää rakennuksen ympäristövaikutuksia. Se voi vaikuttaa esimerkiksi uuden yhdyskuntainfran rakentamistarpeeseen. Sijainti määrittää myös sen, miten rakennuksen käyttäjät liikkuvat rakennukseen ja sieltä pois.

Tontit ovat erilaisessa asemassa suhteessa toisiinsa hiilijalanjäljen osalta. Joillain tonteilla tarvitaan merkittäviä valmistelutöitä ennen rakennusvaihetta. Esimerkiksi tyypillisen kerrostalon paa-lutuksen hiilidioksidipäästöt voivat olla nolasta yli kolmeenkymmeneen CO₂-ekv, kg kerrosneliömetrille tontista riippuen!

Eurooppalaisen CEN/TC 350:n standardiin EN 15978 perustuvat

rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen arviointimenetelmät eivät suoraan arvioi sijainnin vaikutusta hiilijalanjälkeen. Sijainnin vaikutus tulee arvioiduksi välillisesti esimerkiksi käytönaikaisen energiankulutuksen kautta.

Monet kaupalliset kiinteistöjen ympäristöluokitukset, kuten LEED ja BREAAAM, pyrkivät huomioimaan sijainnin ja sijoittumisen ympäristövaikutuksia pisteuttamalla esimerkiksi matkan pituuden rakennuksesta julkisen liikenteen pariin tai kevyen liikenteen pysäköintitilojen mukaan.

Käytännössä aluesuunnittelija tai kaavoittaja ei pysty perustamaan kaavoituspäätöstään pelkästään hiilijalanjäljen kannalta edullisimpaan ratkaisuun, vaan monet muutkin muuttujat vaikuttavat hyvään yhdyskuntasuunnitteluun. Kaavoittaja on avainasemassa vaikuttamassa siihen, mihin ja miten rakennetaan. Näillä valinnoilla on merkittävä painoarvo rakennetun ympäristön hiilijalanjälkeen.

MATERIAALIVALINNOILLA PÄÄSTÖTAVOITTEISIIN

Uusien rakennusten energiatehokkuuden parantuessa rakennusmateriaalien osuus elinkaaren hiilijalanjäljestä korostuu. Lisäksi globaali materiaalien kulutus kasvaa kiihtyvällä vauhdilla kaupungistumisen ansiosta.

Sitran tutkimuksen² mukaan globaalin materiaaliuotannon hiilbudjetti on ylittämässä yli kaksinkertaisesti tavoitteen sa maapallon lämpenemisen pysäyttämiseksi kahteen asteeseen. Kahden asteen hiilbudjetti on arvioitu siten, että materiaalit tuotettaisiin energiatehokkaasti ja uusiutuvalla energialla.

Tuotetieto materiaalien ja niiden valmistuksen hiilijalanjäljestä on oleellista arvioitaessa koko rakennuksen hiilijalanjälkeä. Laajasti käytetty materiaalien ympäristöselostejärjestelmä EPD (Environmental Product Declaration) -järjestelmä on saanut suomalaisen version Rakennustietosäätiön RTS-EPD:n myötä.

Suomalaisten materiaaliuuttajien tuotteistaan laatimat EPD-selostet on järkevää tehdä suoraan soveltuvaksi Euroopan eri EPD-alustoille, kuten Ecoplatformiin ja muihin vastaaviin. Tässä Rakennustietosäätiö on tehnyt edelläkävijätöitä. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen laskeamisen yleistyessä Euroopassa, rakennustuotteiden tarkka päästö-tieto on myös markkinaetu.

Materiaalivalinnoilla, rakennusratkaisuilla ja geometrialla voidaan vaikuttaa merkittävästi elinkaaren hiilijalanjälkeen. Esimerkiksi erään koulun kutsukilpailussa ehdotusten runkoratkaisujen elinkaaren hiilijalanjälki vaihtelee niin, että erot ovat yli kaksin-

kertaiset riippuen materiaali- ja muista ratkaisuista, vaikka tilaohjelma on kaikissa sama.

Laskelmassa oli huomioitu ai-noastaan runkomateriaalien ja julkisivun elinkaari vaikutukset. Käyttövaiheen energiankulutusta ei otettu huomioon, sillä se oli kaikissa kohteissa oletettu vaaditun tason mukaiseksi³.

ENERGIATEHOKKUUDELLA PLUSENERGIATALOKSI

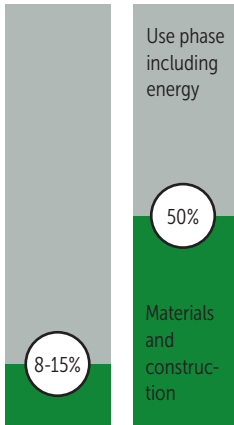
Rakennuksen käyttövaihe ja erityisesti sen energiankulutus muodostavat suurimman osan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä^{4,5}. Siihen vaikuttavat myös korjaukset ja huollot. Käyttövaiheen hiilijalanjälkeä saadaan pienennettyä integroimalla rakennukseen omaa energiantuotantoa energiatehokkuuden lisäksi sekä valitsemalla pitkäikäisiä ja korjattavia tuotteita ja osia rakennukseen.

Kaikki rakennukset eivät ole yhtä edullisessa asemassa aurinkopaneelin tai maalämmön suhteen. Usein tehokkaimpaan uusiutuvan energian ratkaisuun päästään alueellisilla hybridijärjestelmillä ja energiavarastoilla.

Ajatus plusenergiataloista pitää sisällään sen, että vuoden aikana rakennuksen pitää tuottaa yli oman kulutuksensa verran energiaa. Suomen olosuhteissa se on vaativa tavoite. Jotta tulevaisuudessa täytettäisiin kansainväliset sitoumukset, yhä useamman uuden rakennuksen on pyrittävä plusenergiataloksi.

PURKUMATERIAALEISTA UUSIOKÄYTTÖÖN

Kun rakennus puretaan, käytettävissä on erinäinen määrä materiaalia, johon on sitoutunut paljon



With current energy system (UK and Belgium examples)

With low-carbon energy (Sweden example)

Kuva 1. Rakennusmateriaaleihin käytettävissä oleva hiilbudjetti 2 asteen lämpenemisskenaariossa, Sitra 2018



**UUSIEN RAKENNUSTEN
ENERGIATEHOKKUUDEN
PARANTUESSA RAKEN-
NUSMATERIAALIEN
OSUUS ELINKAAREN
HIILIJALANJÄLJESTÄ
KOROSTUU.**

energiaa valmistusvaiheessa. Osa materiaalista saattaa olla haitallista ja se pitää tuhota aiheuttamatta vaaraa ympäristölle. Osa purkumateriaalista on tyypillisesti poltettu energiantuotannossa.

Tulevaisuudessa rakentamiseen sopiva neitseellinen materiaali on yhä kalliimpaa ja vaikeammin saatavissa. Jo nyt betonin valmistukseen soveltuvasta hiekasta on paikoitellen pulaa ja Suomessa on taloudellisesti kannattavaa murskata hiekan korvaavaa tuotetta kalliimateriaalista.

Rakennusalan on kehitettävä keinoja, joilla purkumateriaalit voidaan kierrättää uusiksi tuotteiksi. Purettavat rakennukset on nähtävä materiaalipankkeina, joita on opittava hyödyntämään.

**TULEVAISUUDESSA MIT-
TAAMINEN KEHITTYY**

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen arviointi tulee olemaan lähivuosina lisääntyvä vaatimus sekä normisäätelyssä että alan käytännöissä. Suomessa ympäristöministeriön vähähiilisen rakentamisen

tiekartta tuottaa kansallisen las-
kentamenetelmän ja tähtää elin-
kaaren hiilijalanjäljen arvioinnin
pakollisuuteen vuonna 2025.

Euroopan tasolla elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta on mukana Euroopan komission Level(s)-viitekehysjärjestelmässä, jolla pyritään tulevaisuudessa arvioimaan yhtenäisellä tavalla rakennusten ympäristöystävällisyyttä, terveellisyyttä ja vähähiilisyyttä. **ril**

- 1 Häkkinen & Vares, (2018) Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi. VTT TECHNOLOGY 324
- 2 Material Economics (2018): The Circular Economy: A Powerful Force for Climate Mitigation. Sitra, Helsinki.
- 3 Bionova (2018)
- 4 Ruuska & Häkkinen (2014): The significance of various factors for GHG emissions of building. International Journal of Sustainable Engineering 8, 2015: 317-330
- 5 Ahola & Liljeström (2018): Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen pienentäminen kustannustehokkaasti Vuokratilakohteessa. ASUMISEN RAHOITUS- JA KEHITTÄMISKESKUKSEN RAPORTTEJA 08/2018

TEXT: Laura Wendling

MANAGING URBAN WATER IN A CHANGING CLIMATE

The impacts on climate change on the global water cycle intensify the effects of surface sealing in urban areas, increasing stormwater surface runoff, the overexploitation of available water resources, water pollution, and pressure on ageing infrastructures. There is a clear need for robust and reliable techniques to manage flooding and improve the quality of surface runoff in urban areas whilst simultaneously facilitating water capture and re-use, and reducing greenhouse gas emissions and energy use.



LAURA Wendling, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd

Dr Laura Wendling is an earth and environmental scientist specialising in the development and validation of innovative solutions for climate-resilient water and soil management in human-influenced systems. She is a Senior Scientist within the Infrastructure Health research team at VTT.

THE increase in both the frequency and intensity of extreme weather events is a primary driver of climate adaptation efforts worldwide. Parts of Eastern Europe and Scandinavia are among those considered subject to the greatest flood risk due to increasingly intense and frequent heavy precipitation events¹.

Urban areas are particularly vulnerable to flooding because where the soil surface is covered by impenetrable materials, like roads, parking lots, sidewalks, and buildings, the water cannot infiltrate the underlying soil. The effects of climate change on the water cycle are readily apparent in urban areas where changes in rainfall frequency and intensity exacerbate the effects of surface sealing and increased surface runoff in urban areas.

Most urban stormwater runoff is currently discharged directly into rivers, lakes and the sea without any treatment. Only the por-

tion of stormwater captured by sewer networks can potentially be treated in municipal water treatment facilities. Combined sewer networks, common in older town centres and some industrial estates, collect both stormwater and wastewater together for transport to a central water treatment facility.

The volume of surface runoff during heavy rainfall events or periods of rapid snowmelt can exceed the capacity of combined sewer networks. This may lead to discharge of combined stormwater runoff and untreated wastewater. More modern sewer systems have individual pipe networks for stormwater and wastewater, respectively. These separate sewer systems reduce the potential for wastewater overflows but localised flooding by stormwater runoff remains a concern.

Stormwater sewer networks are designed based on storm frequency analysis using historical precipitation data, stormwater management plans, flood studies and water transport system analyses. Sewer systems are highly reliable under the conditions for which they were designed, but extreme weather events and increased surface imperviousness



Figure 1. A constructed wetland in Vuores, Tampere, filters stormwater runoff to remove pollutants before discharge to the area's oligotrophic surface waters. Image © Maarit Särkilahti.

in a drainage area can result in surface runoff volume greater than the capacity of the stormwater sewer network.

NATURE-BASED SOLUTIONS TO MITIGATE URBAN FLOOD RISK

Flood risk management in urban areas has traditionally been accomplished using “hard” engineering, or “grey” infrastructure, solutions. These include not only sewer networks, but also dams, levees, channels, and embankments constructed to control floodwaters. Sewers, drainage channels and similar infrastructure are reliable and can be highly effective for blocking and channeling wa-

ter away from inhabited areas.

However, grey infrastructure solutions do not resolve the discontinuity of the urban hydrologic cycle presented by surface sealing and limited infiltration. The concept of urban drainage has evolved worldwide from draining all stormwater as rapidly as possible to a focus on meeting multiple environmental, social, and economic objectives.

The increased volume of stormwater runoff in urban areas has traditionally been managed by increasing the number and size of sewer pipes and drainage channels. Replacement or expansion of sewers and drainage channels can attenuate runoff but fails to

address the discontinuity of the urban water cycle presented by surface sealing and limited infiltration.

Diversion of surface runoff away from urban structures as rapidly as possible can result in increased downstream flood risk, reduced groundwater recharge and, in the long term, reduced groundwater resource availability as well as potential contamination of receiving waterbodies. In addition, major subsurface engineering works are costly and may limit or disrupt other underground services.

Nature-based solutions (NBS) have gained popularity for urban stormwater management and



Figure 2. Vuores, a new greenfield district in Tampere, is comprised of existing and developing residential blocks located around multifunctional parks. Image © City of Tampere / FCG

flood risk mitigation due in part to their many documented co-benefits. Nature-based solutions represent natural “green” solutions to societal challenges such as flooding, environmental pollution, biodiversity decline, and human well-being (Fig. 1). Nature-based solutions are co-created systems that achieve the desired outcomes using natural features and ecosystem-based processes.

In practice, NBS protect, manage or restore ecosystems and their services. Water cycle and water flow maintenance is an important service provided by natural ecosystems, and NBS are an important element in effective schemes to mitigate urban flood risk. Nature-based solutions that address urban flooding by increasing infiltration of rainfall and/or snowmelt or increasing water storage capacity include, but are not limited to:

- Urban forests - afforestation/re-

- forestation of cleared land;
- Establishment of riparian buffers;
- Construction, restoration or conservation of wetlands and marshes;
- (Re)connection of rivers to floodplains;
- Green roofs and/or walls;
- Rain gardens;
- Green spaces, e.g. parks, gardens, and multifunctional green spaces (Fig. 2);
- Wet/dry detention ponds;
- Infiltration basins, bioretention basins, and biofilters; and,
- Vegetated filter strips, vegetated swales, and infiltration trenches.

Co-design and co-implementation with stakeholders, as well as cross-disciplinary and cross-sector engagement, are key characteristics of NBS. The systematic involvement of all stakeholders, including citizens, supports envi-

ronmentally, socially and economically beneficial outcomes².

Urban populations are expected to approximately double from 2.6 billion in 2000 to 5 billion people in 2030, with nearly 70% of the world's population residing in urban areas by 2050³. It is further estimated that by 2030 the global urban land area will triple relative to that in 2000⁴.

A growing body of empirical evidence indicates a causal relationship between time spent in natural areas and human health and well-being. Urban densification together with the rapid conversion of rural to urban landscapes challenges both ecosystem function and human well-being. Management of urban stormwater runoff using NBS can deliver a number of co-benefits, including increased biodiversity, new recreational opportunities, improved air quality, reduction of the urban heat island effect, and improved human



Figure 3. The heart of Vuores' nature-based stormwater management system is Central Park, where retention ponds (above), swales, and wetlands retain and purify waters before discharge to Lake Koipjärvi. Image © City of Tampere / Vuores

health and well-being (Fig. 3).

A range of alternative planning options are available to decision-makers from grey engineered solutions to “green-blue” ecosystem-based approaches. These options are not exclusive alternatives; a combination of approaches may provide optimal long-term climate resilience and cost-effectiveness.

Integration of NBS with grey urban water management systems, along with flood early warning systems and land use planning

informed by risk flood evaluation, can substantially reduce vulnerability to flooding whilst delivering additional co-benefits that improve urban liveability. There is no universally-applicable urban flood management solution, but hybrid measures that combine NBS with conventional grey infrastructure have been identified as the optimal mix of security provided by grey infrastructure with the multiple co-benefits of natural solutions. **ril**

FURTHER Reading

To learn more about current developments in NBS check out the Urban Nature Labs webpage at www.unalab.eu/. For information about using NBS to manage urban stormwater runoff in Finland see the report “Filtration Systems for Stormwater Quantity and Quality Management: Guideline for Finnish Implementation”, available from www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2018/T338.pdf.

- 1 EEA 2017. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. Report No 1/2017. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>
- 2 European Commission. 2015. Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on “Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities”. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- 3 United Nations. 2018. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>
- 4 Seto, K.C., Güneralp, B. and Hutyra, L.R. 2012. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 109(40):16083-88. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1211658109
- 5 Jongman, B. 2018. Effective adaptation to rising flood risk, Nature Communications 9, Article number 1986. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-04396-1>



RAKENNUSALALLA KESKEINEN MERKITYS ILMASTOTAVOITTEIDEN TOTEUTUMISESSA

Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi tarvitaan kaikkien yhteiskunnan alojen panosta. Muutosvauhti kohti puhtaampaa ja terveellisempää maailmaa tulee kiihtymään. Rakentamisen merkitys on suuri, aiheutuuhan Suomenkin kasvihuonekaasupäästöistä kolmannes rakennetusta ympäristöstä.

Rakentamisen ympäristövaikutuksia koskevat tilastot eivät sellaisenaan kerro, mitä rakentamisessa pitäisi muuttaa ilmastoystävällisemmäksi. Kun tähän saakka olemme keskittyneet pääasiassa energiatehokkuuden parantamiseen, on nyt aika kääntää katse rakennetun ympäristön koko elinkaareen. Tähän tarkasteluun pitäisi saada mukaan talojen lisäksi myös muu rakennettu ympäristö väylälineen, siltoineen, paalutuksineen ja maamassojen siirtoineen.

Hiljattain julkaistiin kansainvälisten ilmastositomusten ja rakentamisen yhteyttä valottava brittitutkimus¹. Sen mukaan Pariisin sopimuksen vaikutukset rakentamiseen ovat perustavanlaatuiset, eikä niiden vaikutusta ole vielä täysinmääräisesti ymmärretty. Tutkijoiden mukaan rakennusteollisuuden olisikin kiireellisesti esitettävä, millä toimilla siitä voisi tulla hiilineutraali. Tällä tarkoitetaan, että sektorin päästöt täytyisi tasapainottaa saman sektorin ilmakehästä poistaman hiilidioksidin määrän kanssa.

Rakennusalan voi olla vaikea saavuttaa täyttä hiilineutraaliutta.

Tämä johtuu siitä, että rakentamisen tuotteiden valmistuksesta syntyy kemiallisten reaktioiden aiheuttamia päästöjä. Niistä ei nykyteknologialla päästä eroon, vaikka valmistukseen käytetty energia olisi täysin päästötöntä. Jos tasapainoa ei saavuteta, tutkijoiden mukaan jostakin pitäisi löytyä lisää mahdollisuuksia hyvitää päästöjä, esimerkiksi ostamalla kompensatioita. Tällä puolestaan olisi suora vaikutus rakentamisen hintaan.

Sitran teettämä raportti kiertotalouden ja materiaalitehokkuuden yhteyksistä² puhuu samaa kieltä. Pelkästään sementin, teräksen, alumiinin ja muovin valmistuksesta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen määrä näyttää ylittävän sen päästörajan, joka koko ihmiskunnalla on käytettävissään lämpenemisen rajoittamiseksi alle kahteen asteeseen. Raportin keskeinen johtopäätös on, että voimakkailla ja nopeilla kiertotalouden toimenpiteillä voitaisiin näiden neljän rakentamisesa keskeisesti käytetyn materiaalin ilmastovaikutuksia leikata jopa 60 prosenttia.

RAKENNUSTEN PÄÄSTÖ- LASKENTA PAKOLLISTA JO MUUTAMISSA MAISSA

Ympäristöministeriön vähähiilisen rakentamisen tiekartta esiteltiin syksyllä 2017. Sen tavoitteena on ohjata rakentaminen ilmastoystävälliseen tulevaisuuteen. Yhtenä keinona on rakentamisen hiilijalanjäljen tuominen osaksi rakentamismääräyksiä vuoteen 2025 mennessä. Normien ohella tutkitaan myös taloudellisen ohjauksen mahdollisuuksia sekä julkisten hankintojen kautta syntyvää vähähiilisen rakentamisen kysyntää.

Jotta rakennusten hiilijalanjälkeä voidaan ohjata, täytyy se pystyä laskemaan yhtenäisellä tavalla. Tätä varten ympäristöministeriö, Green Building Council Suomi ja Rakennustieto käynnistivät 25 rakennushankkeen laajuisen testauksen, jossa selvitetään Euroopan komission ehdottamien rakennusten resurssitehokkuuden indikaattorien käyttöä Suomessa. Samaan aikaan alkoi kehitystyö rakennusten päästölaskennan suomalaisiksi menetelmäksi, joka julkaistaan tänä vuonna.

Rakennusten päästölaskennan kehitys on aktiivista monessa Euroopan maassa. Hollannissa se on ollut pakollista jo 2018 alusta lukien. Ranskassa meneillään on koikeiluvaihe, ja eri rakennustyyppien päästötietoja kerätään vertailulukuja



MATTI KUITTINEN
Arkkitehti, TKT, erityisasiantuntija
Ympäristöministeriö

varten. Norjassa päästölaskenta on tehtävä valtiollisissa rakennushankkeissa. Ruotsissa on julkaistu asetusluonnos rakennusten päästölaskentaan, jonka tulisi voimaan vuoden 2021 jälkeen.

KIERTOTALOUDELLA KESKEINEN ROOLI

Pelkkä rakennusten elinkaaren päästöjen laskenta tai sille asetettavat rajat eivät kuitenkaan riitä kääntämään ilmastonmuutostaistelua voiton puolelle. Kuten Sitran raportti hyvin kuvasi, kiertotalous on keskeinen osa ratkaisua. Sen laajemmat vaikutukset näkyvät huonosti perinteisissä elinkaariarvioinneissa ja hiilijalanjälkilaskelmissa. Avuksi tarvitaan lainsäädäntöä, joka helpottaa rakennustuotteiden uudelleenkäyttöä ja kierrätettyjen materiaalien käyttöä uusien tuotteiden valmistuksessa.

Ympäristöministeriössä on käynnissä työ purkumateriaalien jätteeksi luokittelun päättymisen kriteereiksi. Valmisteilla on myös opassarja kiertotalouden toteutumiseksi purkutoissa ja niiden julkisissa hankinnoissa. Näiden avulla pyritään

myös tukemaan julkisia hankkijoita valitsemaan kiertotalouden kannalta hyviä rakentamisen ja kierrätyksen ratkaisuja. Myös digitalisaation mahdollisuuksia selvitetään parhaillaan.

SUOMI HIILINEGATIIVISEKSI 2040-LUVULLA

Kansainvälisen ilmastopaneelin 1,5 asteen raportti³ viime syksyltä osoitti, että ilmastokriisin ehkäisemiseksi tarvittavat toimenpiteet tulevat muuttamaan perustavanlaatuisesti kaikkia yhteiskunnan osa-alueita. Ihmiskunnan historiassa ei ole aiemmin ollut vastaavaa tilannetta, jossa edellytettäisiin maailmanlaajuisia ja koordinoitua muutosta.

Joulun alla kahdeksan eduskuntapuoluetta linjasi Suomen ilmastopolitiikalle uuden tavoitteen: hiilinegatiivisuuden saavuttaminen 2040-luvulla. Nämä muutokset heijastuvat myös talouteen. Osa perinteisistä yrityksistä voi vaipua unholaan, ja niiden tilalle nousta osaamista, innovaatioita ja liiketoiminnan malleja.

Hiili-intensiiviset sijoitukset ovat jo menettäneet arvoaan siinä missä ympäristömyönteisten sijoitusten

arvo on noussut. Sama kehitys saattaa heijastua myös kiinteistöihin. Vaikka tulevat muutokset eivät ehkä tule olemaan helppoja rakennusalallakaan, voi tunnelin päässä kuitenkin havaita valoa.

Maailman väkiluvun kasvaessa kohti 11 miljardia ja kaupungistumisen edetessä kovaa vauhtia, kasvavat myös ilmastoystävällisen ja terveellisen rakentamisen tarpeet. Rohkeat ennustukset⁴ seuraavien 15 vuoden aikana tarvittavan rakentamisen arvosta yltyvät 90 triljoonaan dollariin, joka on enemmän kuin rakennetun ympäristön nykyarvo. Kunnianhimoinen kotimainen säädosympäristö voi toimia kirittäjänä kohti innovaatioita, joilla on kysyntää kansainvälisestikin. Vähähiilisen rakentamisen osaaminen onkin yksi keskeisimmistä uusista taidoista, joilla suomalainen suunnittelu- ja rakennusala voi pärjätä muuttuvilla markkinoilla. **ril**

- 1 Giesekam, Tingley & Cotton (2018): "Aligning carbon targets for construction with (inter)national climate change mitigation commitments." *Energy & Buildings* 165: 106–117.
- 2 Material Economics (2018): *The Circular Economy: A Powerful Force for Climate Mitigation*. Sitra, Helsinki.
- 3 IPCC (2018): *Global Warming of 1.5 Degrees*. UNEP ja WMO, Incheon.
- 4 New Climate Economy (2016): *The Sustainable Infrastructure Imperative: Financing for Better Growth and Development*. The Global Commission on the Economy and Climate, Washington D.C.

TEKSTI: Mari Rantamäki • KUVAT: Statens vegvesen, Aalto-yliopisto

Norjan suurhanke rikkoo maailmanennätyksiä

Norjan länsirannikko kohtaa seuraavien vuosikymmenten aikana valtavia muutoksia E39-reitin kehittämishankkeen myötä. Suuria investointeja vaativan projektin on arvioitu matka-ajan lyhenemisen lisäksi tuottavan hyötyjä matkailulle, työmarkkinoille, liike-elämälle ja aluekehitykselle.





REITTI Norjan länsirannikolla pohjoisen Trondheimista etelän Kristiansandiin on 1 100 kilometriä pitkä, ja sen matkustamiseen kuluu nykyisellään noin 21 tuntia. Moottori- ja maanteiden lisäksi reitillä täytyy käyttää seitsemää eri lauttayhteyttä.

Norjan tavoitteena on kehittää ja parantaa kyseistä E39-reittiä poistamalla vuonojen ylitykseen käytettävät lauttayhteydet ja korvaamalla ne silloilla ja tunneleilla. Lisäksi tarkoituksena on parantaa useita tieosuuksia. Tämä vähentäisi reitin matka-aikaa puolella ja lyhentäisi sen pituutta noin 50 kilometrillä.

Norjan Suurkäräjät hyväksyi kesällä 2017 reitin kehittämishankkeen, joka on osa Norjan kansallista liikennesuunnitelmaa vuosille 2018–2029.

Alue on merkittävä, sillä vuoden 2017 alussa E39-reitin varrella asui noin kolmannes Norjan väestöstä. Lisäksi alueelta tulee noin 60 prosenttia Norjan viennistä.

"HANKKEESSA ON SUUNNITELTU HYÖDYNNETTÄVÄN KELLUVIA TUNNELEITA, JOLLAISIA EI OLE VIELÄ TOTEUTETTU MISSÄÄN MUUALLA MAAILMASSA."

E39:n kehittämisprojektin on arvioitu kestävän kokonaisuudessaan noin 30 vuotta, eli hanke olisi valmis vuoteen 2050 mennessä. Vuoden 2019 alkuun mennessä kymmenen prosenttia hankkeen tieosuuksista oli valmiita. Tavoitteena on saada kolmasosa valmiiksi vuoteen 2025 mennessä.

35 MILJARDIN EURON INVESTOINTI

Alustavat arviot osoittavat, että reitin investoinnit ja parannukset tulevat maksamaan kokonaisuudessaan noin 340 miljardia Norjan kruunua, eli noin 35 miljardia euroa. Hankkeen projektipäällikkö **Kjersetti Kvalheim Dunham** ja yli-insinööri **Arianna Minoretti** Norjan tieliikennelaitokselta kertovat hankkeen rahoituksen koostuvan valtion avustuksen lisäksi tietullimaksuista.

"Kolmasosa rahoituksesta ja kolme suurinta vuonojen ylitystä kuuluvat projektin ensimmäiseen 12



Bjørnafjord-vuonon ylittävälle kelluvalle sillalle on esitetty useita erilaisia toteuttamisvaihtoehtoja.

vuoden jaksoon. Projektin onnistuminen edellyttää 5–20 miljardin Norjan kruunun investointia vuosittain”, Dunham kertoo.

Hankkeella on myös rinnakkaisprojekti, jonka tarkoituksena on varmistaa, että parannettu E39-reitti vaikuttaa positiivisesti Norjan liike-elämään ja teollisuuteen ja niihin liittyviin työmarkkinoihin. Projekti auttaa löytämään teknologiset ratkaisut, jotka mahdollistavat vuonojen ylittämisen ja siinä tutkitaan rakentamisen, käytön ja ylläpidon ympäristönäkökulmien lisäksi esimerkiksi rakenteiden energiatehokkuutta.

KELLUVA SILTA VUONON YLI

Reitille aiotaan rakentaa useita siltoja. Tavanomaisista ratkaisuista poikkeaa eniten Bjørnafjord-vuonon ylitys.

Bjørnafjordin silta on suunniteltu rakennettavaksi merenpohjaan ankkuroitujen ponttoonien varaan. Samanlaisia ponttoonitekniikkaa on hyödynnetty aiemmin öljynporauslautoissa, mutta ei jännitetyis-

sä siltarakenteissa. Sillan vakauden lisäämiseksi sen tornit kiinnitetään toisiinsa.

Suunniteltu silta olisi viiden kilometrin mittainen ja siinä olisi neljän ajokaistan lisäksi myös kevyen liikenteen väylä. Vuonon ylitys kestää nykyisellään lauttamatkana 40 minuuttia, kun sillan on arvioitu lyhentävän matka-ajan 11 minuuttiin.

Sillan lopullinen toteutusratkaisu päätetään vuoden 2019 aikana. Tällä hetkellä on esitetty neljää erilaista vaihtoehtoa, jotka perustuvat enimmäkseen sillan erilaisiin ankkurointitapoihin. Rakentaminen pyritään käynnistämään vuoden 2024 aikana.

MAAILMANENNÄTYSTUNNELI ALITTA VUONOT

Projektissa työstedään parhaillaan Rogfastin merenalaista, kallioon louhittua tunnelia, joka kulkee kahden vuonon, Boknafjordin ja Kvitsøyfjordin, ali.

Rogfastin tunneli on ensimmäinen askel lauttayhteyksien poistamiseksi E39:n varrelta. Tunneliprojekti aloitettiin joulukuussa 2017.

27 kilometrin mittainen tunneli on halkaisijaltaan 10,5 metriä. Se louhitaan enimmillään 392 metrin syvyyteen. Tällöin se on sekä maailman pisin että syvin merenalainen tunneli. Pelkästään Rogfastin tunnelin kustannukset ovat 16,8 miljardia Norjan kruunua, eli noin 1,7 miljardia euroa. Tunnelin on arvioitu valmistuvan vuonna 2025.

Jotta pitkässä tunnelissa välttyttäisiin ajamisen yksitoikkoisuudelta, sinne on suunniteltu levennyksiä ja valaistuksen muuntelemista. Lisäksi haasteita tunnelin rakentamisessa aiheuttavat esimerkiksi korkea vedenpaine ja ilmanvaihdon järjestäminen.

Erikoista Rogfastin tunnelissa on se, että tunneliin rakennetaan 250 metrin syvyyteen merenalainen eritasoliitymä, josta erkanee tie Kvitsøy:n saarelle.

AINUTLAATUISET KELLUVAT TUNNELIT

Kun vuonot ovat syvyydeltään yli kilometrin tai leveämpiä kuin viisi kilometriä, niiden ylityksiin tarvitaan uudenlaisia insinööriratkaisuja. Tällaisissa tapauksissa meri on liian syvä tunnelin porausta tai siltojen perustuksia varten. Myös merellä vallitsevat olosuhteet estävät esimerkiksi ponttonisilltojen rakentamisen.

Hankkeessa on suunniteltu hyödynnettävien kelluvia tunneleita, jollaisia ei ole vielä toteutettu missään muualla maailmassa. Tunnelit sijoitettaisiin mereen noin 30 metrin syvyyteen.

” KOMMENTTI



Aalto-yliopiston betoniteknologian professori Jouni Punkki

KELLUVIEN tunnelien haasteet ja mahdollisuudet

Pidän Norjan jättiprojektissa toteutettavia kelluvia rakenteita hankkeen kaikkein haastavimpana osuutena.

Meren pohjaan asennettuja putkimaisia betonitunneleita on toteutettu maailmalla, esimerkiksi Kööpenhaminassa ja San Franciscossa.

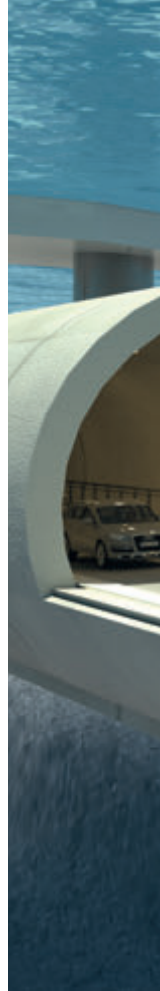
Norjan olosuhteet ovat kuitenkin erilaiset. Osa vuonoista on niin syviä ja jyrkkiä, ettei meren pohjaan ole järkevää sijoittaa tunnelia. Lisäksi syvien vuonojen pohjasta on haasteellista saada tukea esimerkiksi siltarakenteille. Tämän vuoksi tunnelia on suunniteltu tehtäväksi kellumaan mereen. Kelluva tunneli olisikin ensimmäinen laatuaan maailmassa. On todennäköistä, että tunnelin putket rakennettaisiin betonista.

Norjalaisten osaaminen betoniteknologiassa ja kelluvissa rakenteissa on kiitettävällä tasolla. Norjassa on toteutettu esimerkiksi betonista tehtyjä jättimäisiä öljynporauslauttoja sekä ponttoonien varassa kelluvia siltoja. Ilman tällaista osaamista Norjassa tuskin harkittaisiin vastaa-

via ratkaisuja.

Myös tutkimustiedolla on valtava merkitys. Hankkeeseen liittyen on meneillään esimerkiksi 50 väitöskirjaprojektia eri aloilla. Tutkimustietoa tarvitaan rakenteiden teknisen turvallisuuden lisäksi esimerkiksi ihmisten kokemuksista kelluvan tunnelin olosuhteissa. Laaja tutkimustyö tuottaa uutta tietoa myös muille aloille ja projekteille.

Norjassa tunnetaan hyvin materiaalien haasteet ja mahdollisuudet, mutta esimerkiksi kelluvien rakenteiden osalta on tärkeää selvittää haasteet rakenteissa ja rakenteiden toimivuudessa esimerkiksi värähtelyjen tai heilumisen kannalta.





Kelluvien tunnelien turvallisuuden varmistaminen vaatii monipuolista testausta.

Projektissa tunnelia kutsutaan kelluviksi merenalaisiksi putkisilloiksi (submerged floating tube bridge).

"Putkisilta" koostuu kahdesta tunnelista, joissa molemmissa olisi kaksi ajokaistaa ja yksi huoltokaista. Tunneliin sijoitetaan pelastautumisreitit 200 metrin välein.

Tunnelien sijoittaminen meren alle minimoi esimerkiksi suurimman osan merellä vallitsevasta tuulikuormasta ja niiden aiheuttamasta liikkeestä. Lisäksi tunnelien sijoittaminen meren pinnan alle vähentää niiden maisemavaikutusta. Merenalainen tunneli aiheuttaa myös vähemmän melua kuin tavallinen siltaliikenne.

Tunneleille on suunniteltu kahta toteuttamisvaihtoehtoa: joko ne ankkuroidaan meren pohjaan tai tuetaan valtaviin pontooneihin.

Ankkuroinnin etu on esimerkiksi vuorovesien ja aaltojen vaikutuksen vähyys. Haasteita sen sijaan

meren pohjaan ankkuroimiselle aiheuttaisivat esimerkiksi merenpohjan muotojen vaihtelut ja pehmeä maaperä.

Sen sijaan meren pinnalla kelluvat suuret pontoonit altistuisivat tuulelle, pinta-aalloille ja vuorovesivaikutukselle. Lisäksi pontoonit pitäisi sijoittaa ohi kulkevan laivaliikenteen kannalta tarpeeksi kauas toisistaan. Pontooniversiossa säästyttyisiin kuitenkin tunnelin kiinnittämiseltä meren pohjaan.

Dunham ja Minoretti toteavat, että E39-reitin varrella on useita mahdollisia ylityspaikkoja, joihin voitaisiin sijoittaa kelluva tunneli.

"Jokaisen ylityksen kohdalla arvioidaan eri vaihtoehtojen mahdollisuuksia (pontoonisillat, kelluvat tunnelit, tai riippusillat, joissa on jännitetty alusta) ja niiden joukosta valitaan parhaiten soveltuva vaihtoehto", Minoretti kertoo.

Kelluvaa tunnelia ei ole valittu rakennettavaksi vielä millekään tietylle paikalle. Tällä hetkellä



KJERSTI Kvalheim
Dunham toimii Norjan suurhankkeen projekti-pääliikkönä.

päätökset on tehty vasta Bjornafjordin sillasta ja Rogfastin tunnelista.

"Ainakin kaksi seuraavaksi suunniteltavista ylityksistä ovat hyvin lupaavia kelluvan tunnelin rakenteen kannalta", Dunham toteaa.

OLOSUHTEET TARJOAVAT HAASTEITA

Projektin osalta haastavimpia asioita ovat esimerkiksi kahdesta viiteen kilometriä leveiden vuonojen ylitykset. Tämän vuoksi on erittäin tärkeää hyödyntää tietoa ja kokemusta muun muassa avomeriteknologian kehityksestä ja vaatimuksista.

Riskien minimoimiseksi tarvitaan myös tutkimusta tuuleen, aaltoihin, virtauksiin, uusiin rakenteisiin ja kestävään kehitykseen liittyvissä asioissa.

Lisäksi mitattaviin tekijöihin listautuvat maaperän, merenalaisten maanvyörymien ja laivaliikenteen vaikutukset. Parhaillaan tutkitaan myös hankkeen ympäristövaikutuksia.

Suurimpia riskejä kelluvien tunnelien osalta ovat räjähdykset, tulipalot ja ylikuormat. Laajat testaukset ovat tämän vuoksi välttämättömiä. Norjan tie-liikennelaitos tekee yhteistyökumppaneidensa kans-

Kelluvien tunnelien toteuttamisen kannalta on oleellista huomioida myös laivaliikenteen vaatimukset.

sa testejä esimerkiksi siitä, miten putkimaiset rakenteet käyttäytyvät, kun ne altistetaan sisäisille räjähdyskuormille. Tulokset osoittavat tähän mennessä, että tunnelleita ympäröivä vedenpaine vähentää räjähdysten aiheuttamaa vahinkoa.

HANKE HYÖDYTTÄISI MARKKINOITA

Merkittävästi Norjan Suurkäräjien päätökseen hyväksyä E39-reitin parantamishanke vaikutti lyhyemmän matka-ajan ansiosta laajentuvat ja joustavammat työmarkkinat. Vuonojen lautattomat ylitykset nopeuttavat alueellista kehitystä sekä hyödyttävät alueen liike-elämää ja matkailua.

Norjan länsiosa on itsessään vientiorientoitunut teollisuuden alue, jossa kaikki kustannuksia vähentävät tekijät parantavat alueen kilpailukykyä.

On myös arveltu, että kelluvista tunnelleista saat-taisi tulla nähtävyys varsinkin silloin, jos ne valmistuvat ensimmäisinä maailmassa.

"Hanke on herättänyt Norjassa monenlaisia tunteita. Osa pelkää, että projekti vaikuttaa jotenkin vuonoalueiden kauneuteen. Toiset odottavat projektin valmistumista innolla, sillä paremmat kulkuyhteydet säästäisivät aikaa ja parantaisivat palveluiden saavutettavuutta", Dunham sanoo.

Myös teollisuuden odotetaan hyötävän hankkeesta. Samanaikaisesti projektin onnistuminen edellyttää kauaskantoisia investointeja tulevaisuuden liikennejärjestelmiin. **ril**

Rakennamme parempaa huomista.

Lue ajankohtaiset rakentamisen blogit
blog.ncc.fi



ncc.fi



Yhdyskuntatekniikka 2019

Näyttely ja seminaareja



JYVÄSKYLÄ
15.–16.5.2019



Rekisteröidy näyttelyvieraksi ennakkoon: www.yhdyskuntatekniikka.fi



VESITEKNIKKARYHMÄSSÄ EDISTETÄÄN ALAN KEHITYSTÄ

LIITY TEKNIKKARYHMIIN!

RILissä toimii yhteensä kahdeksan tekniikkaryhmää, jotka koskettavat kiinteistö- ja rakennusalan kaikkia laitoja:

- Energia- ja talotekniikka
- Kiinteistöjen omistus ja ylläpito
- Pohja-, maa- ja kalliorakentaminen
- Rakennuttaminen ja projektinjohto
- Sillat ja erikoisrakenteet
- Talonrakennus
- Väylät, liikenne ja logistiikka
- Vesitekniikka

LUE LISÄÄ JA LIITY MUKAAN:

www.ril.fi/tekniikkaryhmat

Vuonna 2018 RILin Ympäristö- ja yhdyskuntatekniikkaryhmän nimi vaihdettiin Vesitekniikkaryhmäksi. Hiljaiseloa viettäneen ryhmän toimintaa lähti aktivoimaan uusi puheenjohtaja ja **Seppo Wallinmaa**, joka työskentelee Aquaflow Oy:n toimitusjohtajana.

Nyt tekniikkaryhmään kuuluu yli 450 vesialasta kiinnostunutta RILin jäsentä.

”Tekniikkaryhmän toiminta lähti liikkeelle kunnianhimoisin tavoitein”, Wallinmaa sanoo.

Ja paljon on tapahtunutkin. Johtoryhmä kokousti viime vuonna kolme kertaa, se järjesti kutsuvierastyöpajan vesihuollon huippuammattilaisille ja helmikuussa ryhmän jäsenet vierailivat myös Blominmäen jätevedenpuhdistamolla.

Wallinmaa haluaa pitää niin vesialan ammattilaisten kuin RILinkin lippua korkealla.

Tekniikkaryhmässä halutaan tarjota vesialan toimijoille rakentamiseen ja rakennuttamiseen liittyvää toimintaa. Tavoitteena on myös erottaa muiden vesialan järjestöjen tarjonasta ja välttää päällekkäisyyttä.

”Tekemisestä tavoitellaan RILin näköistä, suunnittelun ja rakennuttamisen näkökulma edellä”, Wallinmaa korostaa.

IDEOITA TYÖPAJASTA

Tekniikkaryhmä järjesti viime vuoden toukokuussa vesialan toimijoiden tarpeista kutsuvierastyöpajan, jonne kutsuttiin avainhenkilöitä suunnittelusta ja urakoinnista sekä laitetoimittajien ja loppukäyttäjien puolelta. Arvoketjun kaikkia tahoja haluttiin kuulla yhteisessä tilaisuudessa.

Tavoitteena oli päästä yksimielisyyteen siitä, mikä suunnittelun, rakennuttamisen, rakentamisen ja käyttöönoton nykytila on ja mitä toimenpiteitä pitäisi tehdä asioiden parantamiseksi.

Työpajan puheenaiheiksi nousivat muun muassa suunnittelun standardisointi, ohjeistusten päivittäminen ja henkilöstöosaamisen kehittäminen esimerkiksi hankintojen osalta. Keskusteluissa ilmeni myös mahdollinen vesialan toimihenkilöiden tarve omalle RAP-pätevyydelle.

Näiden asioiden osalta tekniikkaryhmän johtoryhmässä tehdään tarveselvitystä, jonka tuloksista viestitään niiden valmistuttua. Tämän jälkeen lähdetään viemään eteenpäin mahdollisia hanketoimenpiteitä.

TOIVEISTA TAPAHTUMIA

Wallinmaa kertoo tutkineensa tarkkaan tekniikkaryhmän jäsenille syksyllä teetetyin jäsenkyselyn tuloksia.



”Eniten jäseniä kiinnostavat keskustelunaiheet liikkuvan rakennetun ympäristön tilan ja sen ylläpitämisen, kiertotalouden ja ilmastonmuutoksen ympärillä. Näihin teemoihin palattaneen tulevien jäsentilaisuuksien yhteydessä.”

Wallinmaa haluaa lähestyä tekniikkaryhmän jäsentapahtumia siten, että ne mahdollistaisivat avoimen keskustelun eri tahojen kesken.

Hän mainitsee jäsenkunnan olevan varsin heterogeeninen, mikä antaa tilaa luovuudelle jäsentilaisuuksien suunnittelussa. Jäsenkunnan sijoituksessa ympäri Suomen on tärkeää tarjota osallistumismahdollisuus kaikille, esimerkiksi etäyhteyden kautta. **ril**



Vesitekniikka-ryhmän helmikuinen ekskursio Blominmäen jätevedenpuhdistamolle keräsi mukaansa parikymmentä aiheesta kiinnostunutta. Kuvassa keskellä tekniikkaryhmän puheenjohtaja Seppo Wallinmaa.



KEVÄTLIITTOKOKOUSHKUTSU

11.4.2019

SÄÄTYTALO, HELSINKI

TERVETULOA
KOKOUKSEEN

Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry:n sääntömääräinen kevätiliittokokous järjestetään torstaina 11.4.2019 klo 14.30–16.00 Säätytalolla, osoitteessa Snellmaninkatu 9–11, 00170 Helsinki.

Kokouksen lisäksi päivän aikana vierailaan Triplan työmaalla ja tutustutaan myös muihin Helsingin ajankohtaisiin rakennushankkeisiin.

Kokouspäivän ohjelma

- 10.00 Ekskursio Triplan työmaalle
- 12.00 Lounas Säätytalolla
- 13.00 Raide-Jokeri -hankkeen esittely
Juha Saarikoski, Helsingin kaupunki
- 13.30 Helsingin aluekehitys, kauneutta ja kestävyyttä
Tuomas Hakala, tiimipäällikkö, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
- 14.00 Kahvit ja tekniikkaryhmien puheenvuorot
- 14.30 Kevätiliittokokous
- 16.00 Kokous päättyy
- 17.30 Illallinen panimoravintola Bryggerissä, Vuoden rakennusalan diplomi-insinöörin julkistaminen ja Helsingin kaupunki-ympäristön toimialajohtaja Mikko Ahon puheenvuoro

Kevätiliittokokouksen asialista

- Kokouksen avaus
- Kokouksen järjestäytyminen
Puheenjohtajan, sihteerin, pöytäkirjan-tarkastajien ja ääntenlaskijoiden valinta
- Kokouksen laillisuuden ja päätösvaltaisuuden toteaminen
- Työjärjestyksen hyväksyminen
- Kokouksen äänestysmenettelyn toteaminen
- Vuosikertomuksen ja tilinpäätöksen 2018 sekä sitä koskevan tilintarkastajien kertomuksen esittely
- Vuosikertomuksen 2018 vahvistaminen
- Tilinpäätöksen 2018 vahvistaminen
- Vastuuvapauden myöntäminen
- Vaalitoimikunnan ja sen puheenjohtajan valitseminen
- Evästyskeskustelu

Hinta: 60 € / varsinainen jäsen tai avec sekä 30 €/teekkari tai avec, sisältäen ohjelman ja ruokailut.

TEEKKARIT HUOMIO! Osallistu kokouspäivään ja houkuttele kaverisikin osallistumaan, jolloin pääset itse mukaan ilmaiseksi! Eli: Ilmoittaudu, pyydä kaveri mukaan ja ilmoita siitä sähköpostilla jenni.ahola@ril.fi

UUTUUS!



Julkaisee



RIL 149-2019 BETONIRAKENTEIDEN TYÖMAATOTEUTUS

Maaliskuussa julkaistu Betonirakenteiden työmaatoteutus on RILin sekä Suomen Betoniyhdistys ry:n yhteistyössä laatima julkaisu, joka on uudistettu versio vuonna 1995 julkaistusta käsikirjasta RIL 149-1995 Betoni-työohjeet.

Betoni on taitajan materiaali. Betonirakenteiden työmaatoteutuksessa kosteudenhallinta ja rakennekosteuden poistaminen ennen päällysteiden asentamista ovat tulleet entistä tärkeämmäksi kosteus- ja homevaurioiden vuoksi. Betoniteknologiassa on uusien lisäainesten käytön myötä tapahtunut huomattavaa kehitystä; muun muassa itsetiivistävä betoni antaa uusia mahdollisuuksia laadukkaiden puhtasvalupintojen toteutukselle.

Uudistettu käsikirja huomioi tapahtuneen kehityksen lainsäädännössä, standardoinnissa ja normituksessa. Ohje on tarkoitettu ensisijaisesti työmaan käyttöön, mutta myös suunnittelijoiden, rakennuttajien, valvojien ja rakennustarkastuksen tietolähteeksi.



Kouluttaa

RIL yhteistyökumppaneineen järjestää rakennetun ympäristön ammattilaisille suunnattuja täydennyskoulutuksia ja pätevyyskoulutuksia. Poimintoja tulevasta tarjonnastamme:

Rakennushankkeen toteutusmuodot

- Perinteiset muodot, perinteiset haasteet
14.5.2019, Helsinki
- Uudet muodot, uudet haasteet
29.5.2019, Helsinki

Suunnittelijan ajankohtaisiltapäivät

Yhteistyössä RIL ja SAFA

- Akustiikka 11.6.2019, Helsinki
- CE-merkinnät 22.10.2019, Helsinki
- Materiaalitehokkuus 6.11.2019, Helsinki
- Paloturvallisuus 3.12.2019, Helsinki

Betonityönjohtajien päivityskoulutus

10.–11.9.2019, Helsinki

Yhteistyössä RIL, RKL ja BY

Rakennuttajan pätevyyskoulutus RAP 30 Talon- ja infrarakentajille

Koulutus alkaa 11.–12.9.2019, Helsinki

Yhteistyössä RIL ja RKL

Työpäällikön pätevyyskoulutus

Koulutus alkaa 17.–19.9.2019, Helsinki

Yhteistyössä RIL ja RKL

Rakennustyön valvoja RAV pätevyyskoulutus

Koulutus alkaa 24.–25.9.2019, Helsinki

Yhteistyössä RIL ja RKL

TULOSSA
KEVÄÄLLÄ 2019

RIL 250-2019 Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen

RIL 271-2019 Teräsrakenteisten tukiseinien rakenteellinen mitoitus

KATSO KAIKKI KOULUTUKSEMME
OSOITTEESTA WWW.RIL.FI/KOULUTUS



ALAN NUORI OSAAJA



KUKA: Ella Lahtinen

IKÄ: 25

VALMISTUNUT:

DI:ksi TTY:ltä
syyskuussa 2018

ASUU: Tampereella

Diplomi-insinööriys oli Ella Lahtisen valinta jo lukioikäisenä. Viime syksynä valmistunut DI tunnustaa olevansa luonteeltaan insinöörimäinen ja analyttinen, minkä havaitseminen jätti aikanaan suunnitelmat arkkitehdin urasta taaemmas.

Lahtisella on tuoreesta loppututkinnostaan huolimatta monipuolista kokemusta rakennusalalta. Lapion urasta on tullut tutuksi siinä missä avustavan suunnittelunkin tehtävät. Hän on vaikuttanut myös RILin teekkariyhdyshenkilön pestissä.

Nykyään hän työskentelee kuntotutkimus- ja korjaussuunnittelutehtävissä Vahanan Rakennusfysiikka Oy:ssä. Alun perin hän aloitti työt yrityksen sisäilmatiimissä vuonna 2016.

”Se oli yhdenlainen lottovoitto, että pääsin tutustumaan erilaiseen rakentamiseen ja syvälle sisäilma-asioihin heti”, Lahtinen iloitsee.

Sisäilma-asiat tulevat esille myös hänen diplomityössään, joka valmistui otsikolla Painesuhteiden hallinta ilmatiiviydeltään parannetuissa palvelurakennuksissa. Lopputyö on Lahtisen mukaan ollut hänen tähänastisen työtapaleensa mieleenpainuvien asia. Eikä

suotta. Kyselyitä työn sisällöstä on tullut ympäri Suomen. Lisäksi hän pääsi esittelemään tutkimuksensa osana Sisäilmastoseminaaria.

Parasta työssä nuoren ammattilaisen mielestä on ihmisten terveydellisiin asioihin vaikuttaminen. Hän kertoo kokevansa sisäilmaongelmien syiden selvittämisen todella merkitykselliseksi. Tulevaisuudessa Lahtinen haluaisi päästä vaikuttamaan lisäksi kiinteistö- ja rakennusalalla syntyviin hiilidioksidipäästöihin ja materiaalihukkaan.

Lahtisella on käsinkosketeltavaa paloa urallaan kehittymiseen. Alkuvuodesta – oman mielenkiintonsa ja aktiivisuutensa ansiosta – hän on ottanut ensi askeleitaan projektipäällikön tehtävissä. Hän ei sulje pois uran luomista ulkomailakaan, sillä suomalaisen tietotaidon sanansaattaminen työllistäisi maailmalla varmasti.

Vaikka Lahtinen urapolkuineen onkin systemaattinen ja määrätietoinen, omaa suuntaansa vielä hakeville opiskelijoille hänellä on yksinkertainen vinkki.

”Omaa fiilistä kannattaa kuunnella.” **ril**



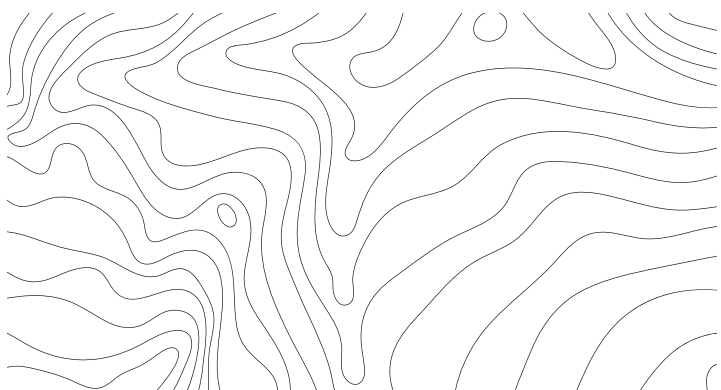
RILin JÄSENYYS KANNATTAA!

LEHDET Rakennuslehti, Tekniikka ja Talous, Rakennustekniikka **ALENNUKSET** RILin koulutuksista ja julkaisuista, RILin neuvottelemista vakuutuksista ja vapaa-ajan matkustamiseen liittyen **APURAHAT** työharjoitteluun ulkomailla sekä opinnoissaan erinomaisesti menestyneille **PALKKASUOSITUKSET** teekkareille ja **PALKKATILASTOT** kaikille jäsenille **MENTOROINTI** eri muodoissaan **AAMIAISTIETOISKUT** ajankohtaisista aiheista **JÄSENTAITOKOULUTUKSET** työelämätaitojen, kuten esiintymistäidon kohentamiseen **VASTUU- JA OIKEUSTURVAVAKUUTUS** kinkkisempiin työuran käännteisiin **VERKOSTOT**, joita luot myös RILin vapaa-ajan tilaisuuksissa, kuten Glögeillä, Golfissa, Perhepäivässä, Regatassa, Runissa, Suunnistuksessa ja Tenniksessä

TIESITHÄN, ETTÄ RIL JULKAISEE VUOSITTAIN JOPA 10 KÄSIKIRJAA JA OHJETTA, JA ON JÄRJESTÄMÄSSÄ VUOSITTAIN NOIN 170 KOULUTUSPÄIVÄÄ!

Tutustu kaikkiin jäsenetuihin osoitteessa:
www.ril.fi/jasenedut





**IAET-kassa on
1.4. alkaen
Korkeasti
koulutettujen
kassa KOKO**



KORKEASTI KOULUTETTUJEN KASSA