



RAKENNUS TEKNIikka

1
2020



8

HEIKKI HALTTULA:
BIMissä huomio tiimin
osaamistasoon.

12

RILin palkkakysely 2019:
KUUKAUSIANSIoidEN
keskiarvo 5 900 €/kk

16

Milloin on alan
TEKOÄLYLOIKAN
aika?

Fix master

Fix Master ankkurointitekniikka Työkalut suunnittelusta toteutukseen

Fix master MKT Kiila-ankkurit



ETA Optio 1

ETA Optio 7

Fix master FIT ankkurointimassat

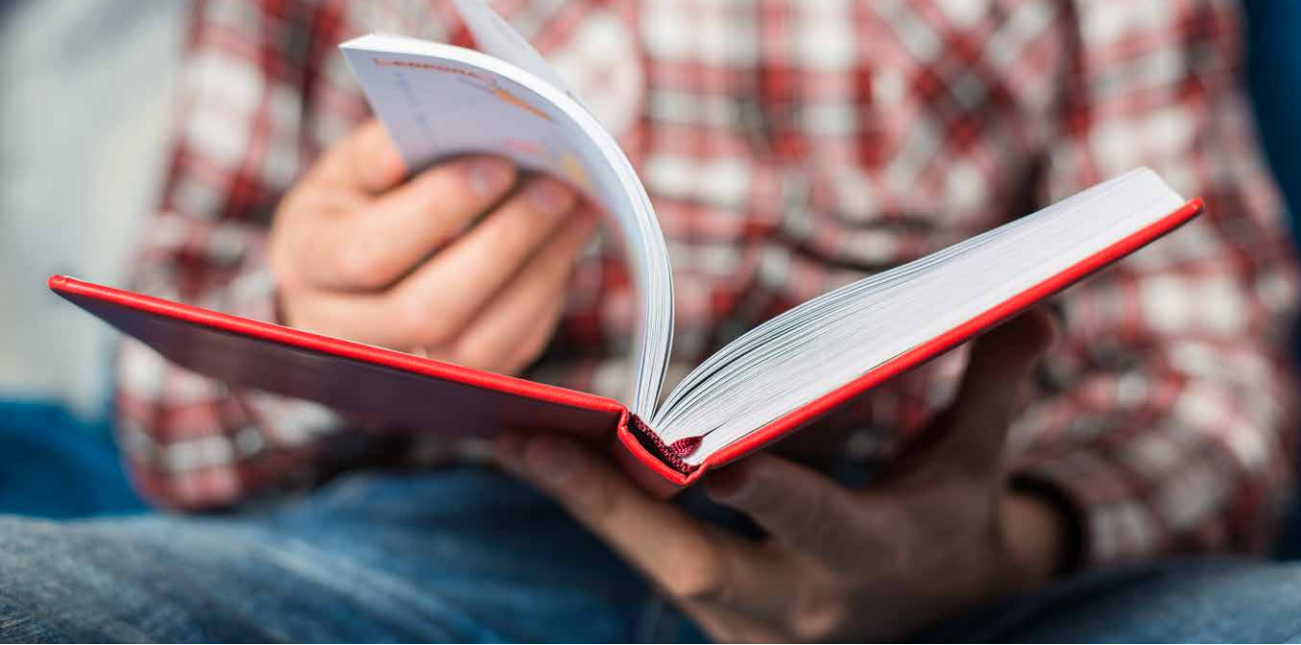


Fix master Toge betoniryuivit



Lue lisää kotisivuiltamme
www.ferrometal.fi





ril julkaisee **ril** kouluttaa

RIL 232-2020

Rakennusten savunhallinta.

Suunnittelu, toteutus ja ylläpito

TULOSSA!

RIL 245-2020

Pienet savupiiput.

Suunnittelu-, rakentamis- ja huolto-ohje.

JUURI ILMESTYNYT!

RIL 195-2-2020

Rakenteellinen paloturvallisuus.

Työ- ja toimistotilat.

JUURI ILMESTYNYT!

RIL 195-1-2018

Rakenteellinen paloturvallisuus.

Yleiset perusteet ja ohjeet.

RIL 149-2019

Betonirakenteiden työmaatoteutus

RIL 272-2019 Parveke- ja

terassilasitus rakennusosana

Määräykset, ohjeet ja toimivat käytännöt

Hiilineutraalirakentamisen energiaratkaisut

1.4.2020, Helsinki

Transport Research Finland

28.4.2020, Helsinki

Toteutusmuodon valinta

12.5.2020, Helsinki

Rakennuttajan turvallisuuskoordinaattori

14.5.2020, Helsinki

Lean Construction Congress 2020

4.–6.5.2020, Helsinki

18th Nordic Geotechnical Meeting & 14th

Baltic Sea Geotechnical Conference 2020

25.–27.5.2020, Helsinki

Sopimustekniikka rakennusalalla YSE 98

3.–4.6.2020, Helsinki

Pääsuunnittelijan ajankohtaispäivä

4.6.2020, Helsinki

Rakennuttajan pätevyyskoulutus RAP 31,

koulutus alkaa 9.9.2020, Helsinki

[RIL.FI/KOULUTUSKALENERI](https://ril.fi/koulukalenteri)

[RIL.FI/KIRJAKAUPPA](https://ril.fi/kirjakauppa)



12

Teekkarit tienasivat kesällä keskimäärin
2 230 EUROA KUUSSA



21

Vieraana Ari-Pekka Manninen:
RATAINFRAJÄRJYTYKSEN KEHITTÄMINEN



32

Ilmastonkestävä kaupunki
JA KASVAVA TULVARISKI

RAKENNUS TEKNIikka

**THE FINNISH CIVIL ENGINEERING
CONSTRUCTION JOURNAL**

76. vuosikerta
Aikakauslehtien Liiton jäsen

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

- 5 Pääkirjoitus
- 6 Signaalit
- 8 Heikki Halttula:
"BIMissä huomio tiimin osaamistasoon."
- 12 RILin palkkakysely 2019: naisten ja miesten palkkaerot kasvussa
- 16 Milloin on alan tekoälydigiloikan aika?
- 21 Vieraana Väylän kehittämisspäällikkö Ari-Pekka Manninen
- 22 Tila 2030-ilmiöoppimista pilotoitiin Mikkelissä
- 24 Tiekartta infra-alan tuottavuuteen
- 28 Liikenteen päästövähennykset: kaikki keinot käyttöön
- 32 Ilmastonkestävä kaupunki ja kasvava tulvariski
- 38 Alan yhteentoimivuutta edistetään YM:ssä
- 40 NZEB requirements in Nordic countries
- 46 RILin mökkiä Vierumäellä voi vuokrata jäsenetuhintaan
- 48 RILin ajankohtaiset: RIL-Seniorit 50 vuotta, osa 1
- 50 Alan nuori osaja: Miika Ronkainen

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, Fredrikinkatu 42, 00100 Helsinki.
PAINOPIIKKA Printall AS



PÄÄTOIMITTAJA

MIIMU AIRAKSINEN

✉ MIIMU.AIRAKSINEN@RIL.FI

🐦 @MIIMUAIKAKSINEN

PÄÄKIRJOITUS

ILMASTONMUUTOKSESSA TOIMIVAN INFRAN MERKITYS KOROSTUU

Ilmastonmuutos vaikuttaa monin suoraan ja epäsuoraan tavoin ihmisiin, yhteiskuntaan, talouteen ja luontoon. Jo tällä hetkellä äärimmäisten ja poikkeavien sääilmiöiden riskit ja ajankohdat ovat muuttuneet. Lisäksi ilmastonmuutos tuo mukanaan uusia, vähitellen kasvavia suoria riskejä infrastruktuurillemme. Myös muualla tapahtuvat muutokset esimerkiksi globaalissa kaupassa tai tavaravirroissa voivat heijastua epäsuorasti Suomeen.

Rankkasateet, tulvat ja kovat myrskytuulet ovat olleet uutisissa viime aikoina. Hulevedet ovat tulvineet teille, ja sateen vaikutuksesta eroosio on lisääntynyt ja aiheuttanut jopa muutoksia perustusten vakauteen.

On sanomattakin selvää, että infrastruktuurimme on oltava toimintavarma myös poikkeuksellisissa olosuhteissa. On kriittisen tärkeää, että hälytysajoneuvot pääsevät suorinta tietä perille ilman viivytyksiä tai kiertoreittejä. Samoin arjen sujuvuuden kannalta infran toimiminen on tärkeää. Toimintavarmat tekniset ratkaisut ovat koko yhteiskunnan keskiössä. Niihin tulee kiinnitettyä huomiota vasta silloin, kun ne eivät toimi.

Haastavaksi tilanteen tekee se, että infrastruktuurimme rakentuu, täydentyy ja uudelleenmuovautuu jatkuvasti. Miten alun

perin suunniteltu järjestelmä toimiikaan, kun siihen liittyy uusia osia – ja pysyvä häiriöherkyys muuntumattomana.

Rakenteellinen toimivuus on kaiken perusta, mutta lisäksi on tärkeää kehittää häiriötilanteiden havaitsemista ja ennakoimista. Tässä uudet teknologiat, reaaliaikainen monitorointi sekä tiedon jalostaminen aikaisin varoittaviksi indikaatioiksi on tärkeää. Hyvänä esimerkkinä tästä on siltojen kunnon, teiden liikkauksen ja ruuhkaisuuden monitorointi.

Teknisen monitorointivalmiuden lisäksi tarvitaan myös tiedon jakamisen alustaa ja tiedon sujuvaa virtausta kaikille tahoille. Tietojen yhdistäminen eri lähteistä ja sen oikea tulkinta korostuvat. Tarvitaan rautaista ammattitaitoa ja syvää osaamista. RIL-insinöörien taitoja tarvitaan, että yhteiskuntamme toimii myös häiriötilanteissa. **ril**

RAKENNUSTEKNIikka ILMESTYY vuonna 2020 kaksi kertaa sekä printtinä että diginä (numerot 1.2020 ja 3.2020) ja kahdesti digiversiona (numerot 2.2020 ja 4.2020). Löydät kaikki numerot osoitteesta: rakennustekniikkalehti.fi

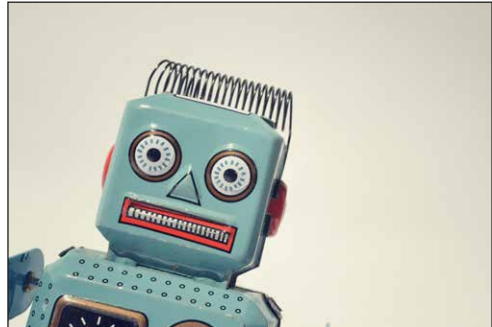
SIGNAALIT

KOONNUT Miimu Airaksinen KUVAT Shutterstock ja Itä-Suomen yliopisto



TIEKARTAT

Työ- ja elinkeinoministeriö koordinoi eri toimialojen tiekarttoja – tavoitteena hiilineutraali Suomi vuonna 2035. Rakentamis- ja kiinteistöalojen tiekarttojen edistymistä voi seurata TEM:n verkkosivuilta. <https://tem.fi/tiekartat>
<https://1u.fi/tp0vB>



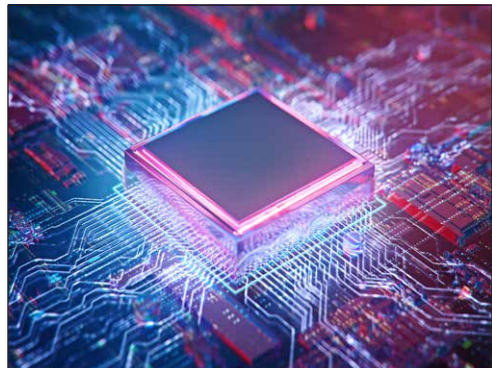
KONEOPPIMINEN

Koneoppiminen ja robotit muuttavat suunnittelua ja rakentamista radikaalisti. Muutos on viime vuosina ollut erittäin voimakas. <https://1u.fi/ptzxY>



ENERGIA-VARASTOINTI

Keravalla kokeillaan uusia ratkaisuita rakennusten energiatehokkuuteen sekä energianvarastointiin EU-rahoitteisessa MAtchUP-projektissa. <https://1u.fi/O0786>



WHITE PAPER: TEKOÄLY

Mitä tekoälyllä voidaan saavuttaa? EU on julkaissut helmikuussa White Paperin tekoälystä. <https://1u.fi/1eGR>



EU GREEN DEAL

EU Green Deal on Euroopan vihreän kehityksen ohjelma, jota tuetaan investoinneilla vihreään teknologiaan, kestäviin ratkaisuihin ja uuteen yritystoimintaan. Sen keskeinen osa-alue on hiilineutraali rakennettu ympäristö.
<https://1u.fi/nPU34>



MUOVIEK KIERRÄTYS

Muovien kierto, rakentamisen muovien -työpa-jasarja on alkanut. Tavoitteena on kartoittaa keinoja, joilla rakentamisen muovien määrää voidaan vähentää ja kierrätystä lisätä.
<https://1u.fi/YrBh8>



VÄITÖKSIÄ

Rakennusalalla on keskeinen rooli globaalien haasteiden, kuten ilmastonmuutoksen hallinnassa. Tästä huolimatta ratkaisuja on löytenyt hitaasti. **Karoliina Rajakallion** väitöskirjassa on havaittu, että toimialalla pitäisi siirtyä yhä enemmän projekti ajattelusta liiketoimintaekosysteemi- ja liiketoimintamalli-perusteiseen ajatteluun sekä tarjota konkreettisia malleja tähän. <https://1u.fi/wCGCi>

Ilmastonmuutos rasittaa myös rakennuskantaa. **Toni Pakkalan** väitöskirjan mukaan uudet rakennukset selviävät hyvin, mutta olemassa olevien rakennusten kanssa on haasteita.
<https://1u.fi/OA2jD>



TEKSTI: Henriikka Hellström

KUVA: Katri Lehtola

Varapuheenjohtaja Heikki Halttula:

“BIMissä huomio
tiimin osaamis-
tasoon.”

RILin toinen varapuheenjohtaja on Topcon Technology Finlandin toimitusjohtaja Heikki Halttula. Hän nostaa hallitus kautensa 2020–2022 tärkeimmiksi vaikuttamisteemoiksi toimintatapojen kehittämisen yhteistyötä suosivien toimintamallien suuntaan ja alan maineen nostamisen nuorten silmissä.

HEIKKI HALTTULA

- **KOTOISIN** Seinäjoelta, asuu Espoossa paritalossa
- **HARRASTUKSET:** rullaluistelu, hiihto, lumilautailu, jooga
- **PERHE:** vaimo, kaksi aikuista lasta, kaksi koiraa

URASTEPIT

- Diplomi-insinööriksi 1985 Oulun yliopistosta, pääaineena rakentamistekniikka, sivuaineena yhdyskuntatekniikka
- Tekniikan tohtoriksi 2020, väitöskirjan aiheena: Enhancing data utilization in construction project lifecycle through early involvement and integration
- Topcon Technology Finland toimintajohtaja v. 2019 alkaen, Viasys VDC:n toimitusjohtaja v. 2016 alkaen ja Vianova Systems Finlandin toimitusjohtaja 1999–2015
- Aloitti Oulun Viatekissa työuran liikennesuunnittelijana, josta siirtyi pian Viatekin Espoon toimistoon kehittämään VRD- ja VID-ohjelmistoja

” **MATEMAATTINEN** ajattelu opettaa ratkaisemaan ongelmia luovalla tavalla. Alan yliopisto-opetuksenkin pitää tukea luovaa ajattelua ehkä nykyistäkin enemmän.”

YLI kolmenkymmenen vuoden kokemus BIM-mallintamisesta ja Lean-ajattelusta antaa betonisen tuen Halttulan vaikuttamistyön tueksi. Hänen päämääränsä on uudistaa rakentamisesta koko ajan tehokkaammaksi.

”Pyrin jatkuvasti itsekkin kehittymään ja hyödyntämään uuden teknologian mahdollisuudet. Tämä on tärkeää myös alan houkuttelevuuden lisäämisessä, sillä teknologia mahdollistaa tehokkuuden kasvattamisen ohella päästöjen pienentämisen rakennetussa ympäristössä”, Halttula sanoo.

Hän viittaa nuorten ilmastoahdistukseen. Vähähiilisiä ratkaisuja on pyrittävä kehittämään entistä nopeammin joka alalle, joista kiinteistö- ja rakentamisala ei ole pienipäästöisin. Rakentaminen ja rakennukset tuottavat noin kolmanneksen Suomen hiilidioksidipäästöistä.

Halttula mainitsee myös BIM-mallintamisen hyödyt – täsmälliset ja virheettömät suunnitelmat voivat säästää rakentamiskustannuksia 5–15 prosenttia. Luvut ovat peräisin Norjan tiehallinnon tutkimuksesta (Berg 2012). Tutkituissa hankkeissa on päästy eroon muutostyökustannuksista.

”BIM ei tietenkään ole itsetarkoitus, vaan se tehostaa yhteiskäyttöä ja tiedonhallintaa koko hankkeen ajan”, Halttula sanoo.

Käytännössä koko prosessia on muutettava, jos BIMistä saatavat edut halutaan hyödyntää täysimääräisesti.

”Välillä pelkästä mallintamisesta puhutaan ehkä liikaa. Huomiota pitäisi kiinnittää enemmänkin koko projektitiimin osaamistasoon, sillä vaatimukset ovat korkeita. Projektitiimin on pystyttävä tekemään ja käyttämään myös osamalleja, jotta yhdistelmämallien teko onnistuu. Liikkeelle on lähdettävä vaiheittain, ja siirryttävä vaativimpiin järjestelmiin vasta sitten, kun perusteet ovat hallussa.”

Halttulan mielestä alan osaamistasossa on kaikkeen kehitettävää. Vaikka hankkeissa pitää pystyä toimimaan yhdessä eri alan toimijoiden kanssa, opeuksessa näin ei tehdä. Siiloutuminen alkaa jo opiskeluaikana (Ghaffarianhoseini et al., 2017).

”Rakennustekniikan ja arkkitehtuurin opiskelijat käyvät läpi erilaisen koulutuspolun, eivätkä nämä juurikaan kohta. Kun missään vaiheessa ei ole opittu yhdessä tekemisen mallia, on yhteistyö vaikeaa todellisessa hankkeessa. Tätä hankaloittaa entisestään projektien uniikkisuus ja aina uudet tekijät.”

AVAINSANANA AIKAINEN INTEGRAATIO

Yhteistyöhön, tietomallinnukseen ja Lean-ajatteluun liittyy myös Halttulan väitöskirja, jota hän on työstänyt yrittäjyyden ohella viimeiset kahdeksan vuotta. Tavoitteena on saada tohtorin paperit keväällä tai kesällä 2020.

Aihe liittyy BIMin ja Leanin samanaikaiseen käyttöön rakennushankkeissa: kuinka tiedonhallintaa pystytään parantamaan aikaisen integraation avulla. Suurin este saavuttaa BIMin käytöstä saatavat hyödyt on, ettei BIMin käyttöä ole suunniteltu (Halttula et al. 2015).

”Tiedon on liikutettava jouhevasti projektien eri osapuolten ja ohjelmien välillä. Lisäksi kaikkien on saatava tieto oikeassa muodossa. Tämä onnistuu parhaiten, jos hankkeen tiedonhallintakin suunniteltaisiin yhteistyössä suunnittelijoiden, rakentajien ja ylläpidosta vastaavien kanssa heti hankkeen alussa.”

OHJELMOINTIGURUNA 80-LUVULLA

Yrittäjyydestä on muotoutunut Halttulalle selkeä urapolku. Se on mahdollistanut keskittymisen niihin aihepiireihin, mitkä kiinnostavat eniten.

”Konsulttitalossa työskennellessäni oma osaamisalue oli kohdassa muu liiketoiminta, joten perustimme vuosituhaan vaihteessa norjalaisten kollegoiden kanssa yhteisen yrityksen, Vianova Systems Finlandin. Kaikilla yrityksen työntekijöillä oli oikeus omistaa firman osakkeita.”

Halttulan asiantuntemus ohjelmoinnista 1980-luvulla oli harvinaista rakennusalalla. Hän pääsi jo toisella vuosikurssilla töihin tielaboratorioon tehden myöhemmin Tielaitokselle ensimmäisiä mikrotietokoneohjelmia ja myöhemmin Viatekille tiesuunniteluohjelmistoja.

Nykyinen yritys Topcon Technology Finland keskittyy Magnet-ohjelmistoperheen kehittämiseen. Parhaillaan työn alla ja koekäytössä on sijaintitietoon ja mobiilikäyttöön perustuva smart site -tuote, jolla pyritään hallitsemaan rakentamiseen liittyviä työtehtäviä. Sovelluksen avulla hanke voidaan jakaa tehtäviin, jotka voidaan osoittaa alihankkijalle ja valvoa tekemistä tätä kautta paremmin.

Sekä väitöskirja että yrittäjyys kuvastavat Halttulan elämäntapaa: sinnikkyys ja empaattisuus ovat ohjanneet joogaavaa toimitusjohtajaa ajatusmallilta toiselle. Kun auttaa muita menestymään, menestyy itsekin. **ril**

NÄITÄ mentoreitani arvostan

JUSSI HAKALA, joka toimi Viatekin toimitusjohtajana. Onnistui luomaan Viatekin työyhteisöön leppoisan tunnelman. Töitä tehtiin motivoituneesti, pitkiä työpäiviä sitoutuneena Viatekin menestykseen. Johtamistaidon osaamista täydensi Viatekissa **Jaakko Heikkilä**, jolla on hyvä tietämys eri johtamistekniikoista.

TIMO KUOSMANEN, joka toimi johtamistaidon konsulttina. Toi esiin yhtiön arvojen merkityksen. Tekemisen johtamisesta ajattelun johtamiseen.

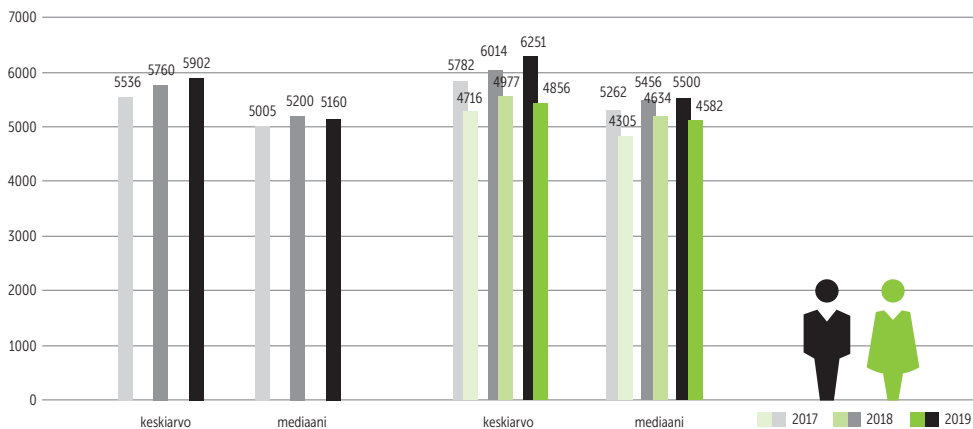
HARRI HAAPASALO, professori, jonka ohjauksessa olen tehnyt väitöskirjaa. Uskomaton kyky hallita lukuisia käynnissä olevia tutkimushankkeita, ja motiivoida sekä kannustaa oikealla hetkellä.

KAKSI nousevaa tähteä

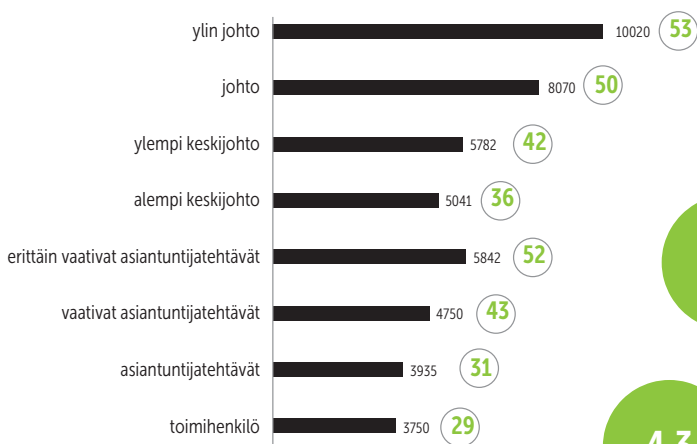
AKI AAPAOJA Tekniikan tohtori VTT:llä, jonka kanssa on ollut kunnia tehdä kaksi journal-artikkelia. Luova ja tehokas tutkija.

EERO KUUSELA Ohjelmistokehittäjä Topcon Technology Finland Oy:ssä, joka on kunnostautunut erinomaisesti ketterän (agile) ohjelmistokehityksen hyödyntämisessä.

Palkat 2017–2019, keskiarvo ja mediaani, sukupuolijakauma



Palkat ja ikä 2019, mediaani



4,4 Voin työskennellä riittävän itsenäisesti

4,3 Koen pärjääväni työssäni

4,1 Tiedän, mitä minulta odotetaan työssäni

Työn hallinta ja autonomia

3,9

Voin vaikuttaa työtäni koskevien tavoitteiden asettamiseen

3,6

Voin keskittyä työhöni riittävästi

1 = täysin eri mieltä
 2 = joksikin eri mieltä
 3 = ei samaa eikä eri mieltä
 4 = joksikin samaa mieltä
 5 = täysin samaa mieltä

TEKSTI: Henriikka Hellström

GRAAFIT: RILin palkkakyselyn pohjalta Susa Laine

RILin palkkakysely 2019:

Miesten ja naisten palkkaero kasvanut

Palkkakyselyyn vastanneiden kuukausiansioiden keskiarvo oli vuonna 2019 noin 5 900 euroa. Miesten mediaanipalkka nousi, mutta naisten laski, joten miesten ja naisten mediaanipalkat ovat entistä kauempana toisistaan. Neljäsosa vastaajista on erittäin tyytyväisiä työhönsä – etenkin oma osaaminen ja työn autonomia rankataan arvoasteikolla korkealle.

SUOMEN Rakennusinsinöörien Liitto RILin palkkakyselyn mukaan jäsenet tienaa edellisvuoden kyselyyn verrattuna noin kaksi prosenttia enemmän. Loka–marraskuussa 2019 kaikkien vakituista kokopäivätyötä tekevien vastaajien kuukausiansioiden keskiarvo oli 5 902 euroa ja vuotta aiemmin 5 760 euroa kuukaudessa. Samaan aikaan mediaanipalkka laski 5 200 eurosta 5 160 euroon kuukaudessa. Viereisen sivun kuvasta näkyy, että mediaanipalkka ja -ikä korreloivat keskenään selvästi.

Vakituista kokopäivätyötä tekevien miesten ja naisten mediaanipalkassa on selvä ero. Asiantuntijaroolissa miesten mediaanipalkka on 4 542 euroa ja naisten 4 250 euroa kuukaudessa. Keskijohdossa miesten mediaani sijoittuu 5 727 euroon ja naisten 5 455 euroon. Johtopaikoilla mediaanipalkkaero suurenee entisestään: miehillä se on 8 854 euroa ja naisilla 7 510 euroa kuukaudessa. Kaikkien vastaajien mediaanipalkkoja vertailtaessa miehillä oli vuonna 2019 noin 20 prosenttia korkeampi ja vuonna 2018 noin 18 prosenttia korkeampi palkka kuin naisilla.

Myös kuukausiansioiden keskiarvopalkkoja vertailtaessa palkkaero on kasvanut miesten hyväksi edellisvuodesta. Vakituista kokopäivätyötä tekevien naisten ja miesten keskiarvopalkkojen ero oli viime vuonna noin 29 prosenttia ja vuonna 2018 noin 21 prosenttia. Osittain ero selittyy sillä, että vastaajien joukossa oli enemmän pienipalkkaisempia naisia kuin edellisvuonna.

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

PALKKANKOROTUS SUURIMMALLE OSALLE

Palkka oli noussut kokopäivätyössä olevista vastaajista 70 prosentilla, pysynyt ennallaan 25 prosentilla ja laskenut kahdella prosentilla. Vastaajista kolme prosenttia ei osannut vastata kysymykseen. Vuotta aiemmin korotuksen sai lähes 80 prosenttia vastaajista.

Palkkankorotuksen saaneista palkka nousi keskimäärin 378 euroa, mediaanin ollessa sama 200 euroa kuin edellisvuonna. Naisista palkkankorotuksen sai 78 prosenttia vastaajista ja miehistä 67 prosenttia.

Yli puolet palkkankorotuksista perustui yleiskorotukseen ja yli kolmannes henkilökohtaiseen menestykseen eli meriittiin. Uusi asema tai tehtävä saman työnantajan palveluksessa nosti palkkaa 15 prosentilla ja yrityskohtainen korotus 12 prosentilla. Työn vaatavuuden arviointiin perustuvalla muutoksella palkkankorotuksen sai 11 prosenttia vastaajista, kun

sillä ei edellisenä vuonna ollut suurtakaan merkitystä. Muita palkankorotukseen vaikuttavia tekijöitä olivat muun muassa siirtyminen uuden työnantajan palvelukseen ja lisätutkinto tai -pätevyys.

Kokopäivätyössä käyvistä vastaajista 72 prosenttia oli tulospalkkauksen piirissä, kun luku oli vuotta aiemmin prosenttiyksikön pienempi. Julkisen sektorin tulospalkkioiden keskiarvo oli 2 523 euroa, joka on 84 euroa vähemmän kuin vuonna 2018. Yksityisellä sektorilla summa oli 9 971 euroa - noin 600 euroa edellisvuotta vähemmän. Mediaani oli julkisella 2 054 euroa ja yksityisellä 3 200 euroa.

LUOTTAMUS TYÖNANTAJAA KOHTAAN HYVÄ

Kyselyyn vastanneiden luottamus omaa työnantajaa kohtaan on hieman laskenut, mutta on kokonaisuudessaan korkealla. Lähes puolet kokee työpaikkansa tilanteen vakaaksi ja lähes 40 prosenttia melko vakaaksi. Sen sijaan viisi prosenttia uskoo, että lomautukset ovat mahdollisia, kun luku oli vuotta aiemmin kaksi prosenttia. Myös irtisanomisia pidetään hieman edellisvuotta todennäköisempänä.

Työmäärä on 47 prosentin mielestä ajoittain liian suuri ja 14 prosentilla jatkuvasti liian suuri. Samanlaisesti 35 prosenttia vastaajista pitää työmääräänsä sopivana. Edellisvuoteen verrattuna tilanne on aavistuksen parempi.

Suurin osa vastaajista tuntuu jaksavan töissä hyvin. Työuupumuksen oireita (10, asteikolla 1...10) ei tunne lainkaan 15 prosenttia vastaajista. Vakavasta työuupumuksesta ei kyselyn mukaan kärsi kukaan, mutta asteikolla arvosanan 9 antaa vastaajista neljä prosenttia, kun lukema oli vuonna 2018 kaksi prosenttia.

TYÖTYTYVÄISYYS JA TYÖYHTEISÖN ARVOSTUS KORKEALLA

Tytyväisyys omaan työhön on korkealla kaikilla, mutta etenkin johtotehtävissä työskentelevillä. Heistä 42 prosenttia on työhönsä erittäin tyytyväisiä ja 49

prosenttia melko tyytyväisiä. Keski johdossa erittäin tyytyväisten osuus on 23 prosenttia, asiantuntijoilla 22 prosenttia ja kaikilla vastaajilla 25 prosenttia. Suurinta tyytymättömyyttä viriää keski johdon keskuudessa, sillä heistä kolme prosenttia on työhönsä erittäin tyytymättömiä ja 13 prosenttia melko tyytymättömiä.

Vastaajat kokevat voivansa työskennellä itsenäisesti ja pärjäävänsä työssään. Keskiarvo arvosana-asteikolla 1...5 nousee lukemiin 4,3-4,4. Myös työnantajan odotukset koetaan selkeiksi, ja suurin osa kokee voivansa vaikuttaa hyvin omaa työtään koskevien tavoitteiden asettamiseen.

Hyvä työyhteisö on suurimman osan mielestä voimavara, sillä minkään työyhteisöä koskevan kysymyksen keskiarvo ei painu alle arvosanan 3,3 asteikolla 1...5. Lähes kaikki - keskiarvo 4,6 - auttavat mielellään työtovereita onnistumaan omassa työtehtävässään. Myös työilmapiiri saa arvosanan 4,1. Heikoimman keskiarvon - 3,3 - saa tässä kategoriassa työtehtävien tasapuolinen jakautuminen.

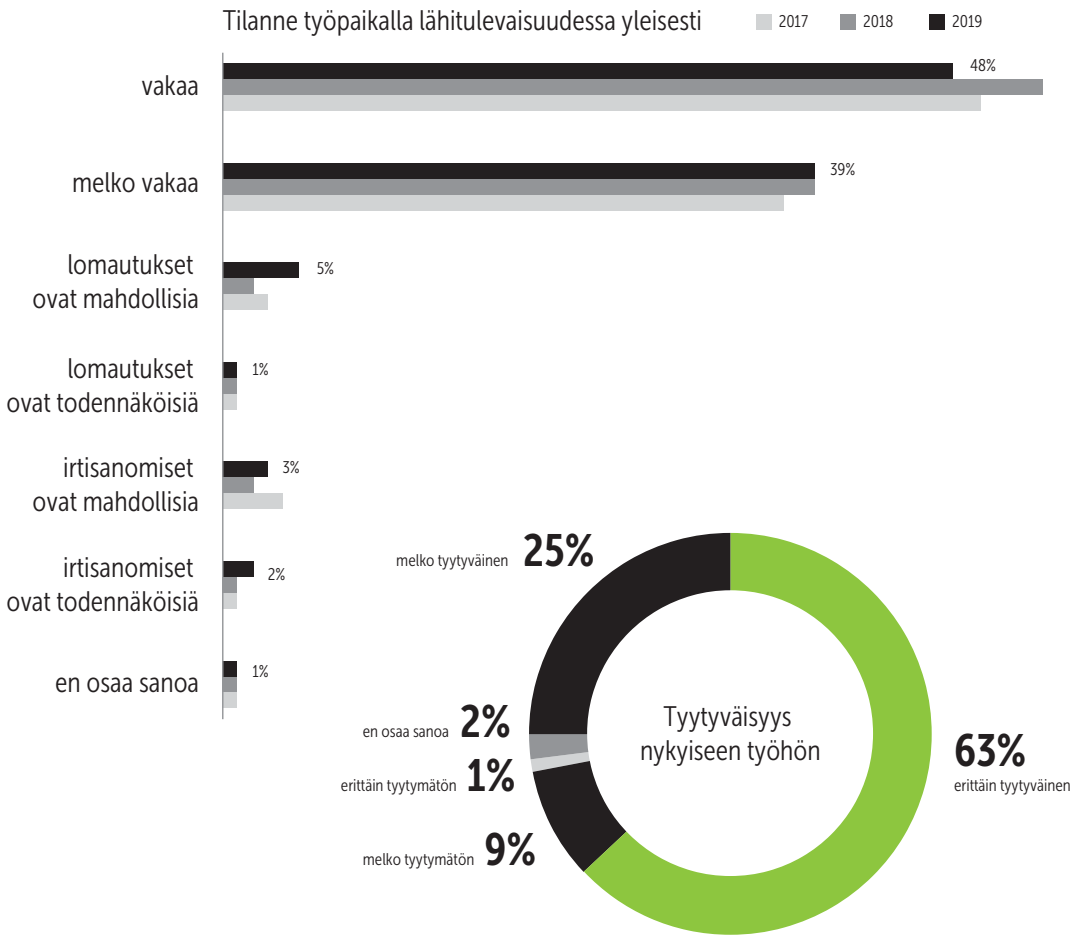
Myös oma osaaminen koetaan vahvaksi ja sitä halutaan kehittää. Lisäksi uusien tehtävien ja haasteiden vastaanottaminen koetaan mielekkääksi.

Esimiehien tuki on vahvaa. Heidän koetaan kohtelevan alaisiaan oikeudenmukaisesti, ottavan huomioon työntekijöidensä ideoita ja tekevän perusteltuja päätöksiä. Hieman petrattavaa on sen sijaan riittävässä palautteen antamisessa ja palkkauksessa sekä sen kannustavuudessa.

VASTAAJAT EDUSTAVAT HYVIN RILILÄISIÄ

Kysely lähetettiin kaikille RILin valmistuneille työikäisille jäsenille. Se toteutettiin yhteistyössä Tekniikan Akateemisten Liitto TEKin vastaavan kyselyn kanssa. Vastaavanlainen selvitys on tehty vuodesta 2002 lähtien.

Vuoden 2019 palkkakyselyn vastausprosentti oli 25, joista miehiä oli 74 prosenttia ja naisia 26 prosenttia. Miesten keski-ikä oli keskimäärin 44 vuotta ja naisten




40 vuotta. Vastaajista 80 prosenttia työskenteli yksityisellä sektorilla ja 20 prosenttia julkisella sektorilla, mukaan lukien yliopistot ja ammattikorkeakoulut. Työsuhteista oli vakituisia 98 prosenttia ja määräaikaisia kaksi prosenttia.

Vastaajat edustavat melko tasaisesti eri ikäisiä RILin jäseniä. Aktiivisemmin vastasivat 30–39-vuotiaat. Työnantajan sektorin mukaan vastauksia tuli eniten suunnittelualalta ja teollisuudesta sekä työtehtävien perusteella suunnittelun, projektitoiminnan ja strategisen suunnittelun sekä johtamisen parissa työskenteleviltä. Toimiaseman mukaan innok-

kaimpia vastaamaan olivat ylemmässä keskijohdossa, asiantuntijatehtävissä tai vaativissa asiantuntijatehtävissä toimivat jäsenet.

Suurin osa eli reilu kolmannes työskenteli yli tuhannen hengen yrityksissä, vajaa viidennes yli 500 hengen yrityksissä ja reilu kymmenes prosenttia yli 250 hengen tai yli 3 000 hengen yrityksissä. **ril**



KOONNUT: Mari Rantamäki

Milloin on alan tekoälyloikan aika?

Suunnittelu- ja rakennusalan yrityksissä digitalisaatio on jo arkipäivää ja sillä on merkittävä rooli tiedon virtaamisen ja tiedon keräämisen tapojen edistämisessä. Sen rinnalla robotiikka ja tekoäly tekevät vähitellen tuloaan ja rohkaisevia tuloksia kokeiluista on jo saatu. Suurimmat niistä saatavat hyödyt siintävät kuitenkin vielä tulevaisuudessa.



VESA Järvinen

Toimialajohtaja, A-Insinöörit

1

Kysimme kuuden suunnittelu- ja rakentamisalan yrityksen edustajalta seuraavat kysymykset:

MITEN digitalisaatio, robotisaatio ja tekoäly muuttavat suunnittelua/rakentamista?

KUINKA paljon käytätte jo nyt digitalisaatiota/tekoälyä/robotisaatiota suunnittelussa/rakentamisessa?

MITEN näette tulevaisuuden, kasvaako digitalisaation, robotisaation ja tekoälyn käytön osuus? Mitkä ovat hyödyt, onko riskejä?

Ohjelmistojen ja tiedonsiirron kehittymisen myötä vaihtoehtoisten ratkaisuiden tarkastelu suunnitteluvaiheessa on monipuolistunut ja tehostunut. Myös suunnittelutiedon ja sen käsittelyyn osallistuvien tahojen määrä on lisääntynyt. Suunnitteluvaiheessa laadittu tieto ei enää jää vain suunnittelijalle, vaan se jatkaa elämäänsä läpi koko hankkeen elinkaaren ja -lostuen matkan varrella.

Tekoälyn kasvualustana toimivaa dataa hyödyntämällä suunnittelulla saadaan tuotettua lisäarvoa asiakkaalle ja muille sidosryhmille. Robotisaation hyödyt suunnittelija pääsee hyödyntämään valmistustekniikoiden kehittymisen myötä sen lisäksi, että robotisaatio tulee muuttamaan tapaa kerätä työmaalta dataa ja analysoida sitä.

2

Teknologiaosaamisen lisäksi panostamme tekoälyymmärryksen lisäämiseen liiketoimintajohdossa. Viime vuonna A-Insinöörit valittiin teknologiateollisuuden yhteydessä toimivaan Suomen tekoälykiihdyttämöön, jossa mukana olevat edelläkävijäyritykset auttavat toisiaan entistä kovempaan vauhtiin tekoälyn ymmärtämisessä ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien tunnistamisessa.

Algoritmiavusteinen suunnittelu on osoittanut tekoälyn potentiaalin, ja sen osaaminen on viime vuosina laajentunut A-Insinööreillä voimakkaasti. Parhaillaan pilotoimme koneoppimisen sovellutuksia. Seuraavassa aallossa olemme siirtymässä itseoppivien algoritmien laajempaan hyödyntämiseen.

3

Tekoäly jatkaa vahvaa tulemistaan alalle syventäen samalla koneiden ja ihmisen vuorovaikutusta.

Ihmisten mukaan saaminen on keskeisiä haasteita tässä muutoksessa. Vaadittavat taidot tulevaisuuden työelämässä poikkeavat menneisyydestä. Insinööreillä etuna on vahva tekninen osaaminen, jonka merkitys kasvaa entisestään.



MAURI Laasonen

Kehityspäällikkö,
Sweco Rakennetekniikka Oy

Digitalisaatio lisää suunnittelun tarvetta, koska jatkossa suunnittelun tuottamaa tietoa pystytään hyödyntämään tehokkaasti. Myös käytettävissä olevan lähtötiedon määrä kasvaa oleellisesti. Käytettyjen suunnittelu ympäristöjen tulee pystyä vastaamaan näihin haasteisiin.

Robottien vaikutus suunnittelutyöhön on tietosisällön lisäys ja vaatimus virheettömyydestä. Tällöin erilaiset laadunvarmistusmetodit tulevat alalla nykyistä paljon tutummiksi.

Sweco on kansainvälisesti tekoälyn johtavia hyödyntäjiä rakennusalalla. Käytössä on useita tekoälyä hyödyntäviä testiympäristöjä. Käyttöönotto on vielä pilotointivaiheessa. Useimmissa tapauksissa puutetta on riittävän laajasta ja laadukkaasta opetusdatasta.

Uskomme vahvasti, että tekoälyä voidaan hyödyntää suunnittelun apuna. Nopeimmin hyödyt ovat saavutettavissa tehtyjen tietomallien laadun parantamisesta. Toisena tavoitteena on työntekijän opastaminen siten, että parhaat rakenneratkaisut saadaan suunnittelijoiden tietoon, jolloin suunnittelu työhö tehostuu.

Tekoälykehityksen riskinä on aikajänne, jolla hyödyntäminen voidaan laajentaa jokapäiväiseen käyttöön. Esimerkiksi opetusdatan kerääminen on suunniteltava siten, että tietokanta soveltuu kyseisen ongelman ratkaisuun tekoälyavusteisesti.



TOMAS Westerholm

Digijohtaja, Tietoa Finland Oy

1

Suunnittelijat tulevat olemaan vielä pitkään vastuullisen tekijän roolissa, mutta työvälineet, -tavat, -nopeus ja laatu tulevat nousemaan entisestään, kun rutiinomainen suoritteet automatisoituvat. Kattavan hankevisiovaiheen tietomallintamisen lupaus saadaan lunastettua, kun jo alussa voidaan nopeasti ja kattavasti simuloida suuriakin hankevisioita tavalla, joka ei olisi mahdollista ilman saatavilla olevaa laskentatehon ja tekoälyn yhdistelmää.

2

Autamme projekteja onnistumaan entistä paremmin omassa työssään kouluttamalla, konsultoimalla ja toteuttamalla osasuoritukset hakkeisiin, joita pääsuunnittelijat johtavat. Digitalisaatio on vahvasti läsnä koska tuotteemme syntyvät pitkälti ohjelmistoja hyödyntämällä tai ovat itsessään ohjelmistoja. Robotisaatioissa dronet automatisoivat fotogrammetriatyötämme ja jatkossa siinä auttavat esimerkiksi Boston Dynamicsin Spot-keilainrobotikoirat.

3

Hinta, laatu ja nopeus paranevat teknologioiden soveltamisen ja edelleen kehittymisen seurauksena. Uudet teknologiat tuovat mukanaan uudenlaisia virheiden tai jopa onnettomuuksien tilanteita, mutta niistä opitaan nopeasti. Suurin riski saattaa olla käänteinen liian hitaan omaksumisen riski eli eri syistä maailma ottaa teknologiat haltuun hitaammin kuin teknisesti olisi mahdollista ja sillä tavalla esim. keventävät ympäristöarastusta hitaammin kuin teknisesti olisi mahdollista.



SAKARI Aaltonen

Head of Capability
Development, Construction
and Production, YIT

Digitalisaatio tulee lähivuosina aiheuttamaan disruption, joka nostaa alan kannattavuuden uudelle tasolle. Vielä sellaista ei kuitenkaan näy tuottavuustilastoissa. Osittain tämän vuoksi tieto virtaa osapuolten välillä heikosti, eikä johtaminen perustu reaaliaikaiseen tilannekuvaan. Takaisinkytkennät puuttuvat ja organisaatioiden kyvykkyyden kehittyminen on vaatimatonta.

Yhdistämällä laajasti eri datalähteitä, pystymme tuottamaan tekoälyllä arvoa organisaatiolle. Tekoälyavusteinen rakentamisen suorituskyvyn parantaminen ja ennakointavuus on mielestäni yksi mielenkiintoisimmista lyhyen aikavälin tutkimuskohteista.

Robotiikan kehittyminen ei vielä juuri näy työmailla. Ohjelmistorobotteja hyödynnetään rakentamisen manuaalisiin tuki- ja taustaprosesseihin.

Olemme panostaneet toiminnan ja työkalujen yhdenmukaistamiseen, sujuvoittamiseen ja tehostamiseen sekä data- ja analytiikkakyvykkyyden kehittämiseen. Ratkaisut eivät kuitenkaan vielä ulotu ketjun viimeisiin työntekijöihin asti.

Teknologian hyödyntäminen rakentamisessa kasvaa varmasti. Suorat taloudelliset hyödyt tuottavuuden paranemisen myötä ovat ilmeisiä, mutta myös sekä asiakasyytyväisyys, työturvallisuus että lopputuotteen laatu tulee parantumaan merkittävästi.



ARI Törrönen

Projektipäällikkö, NCC

Älykiinteistöt sekä työmaa-aikana hyödynnettävät sensorit, edistynyt kuvantaminen ja käyttäjiltä saatu palautetieto ovat tuoneet uuden tietolähteen hyödynnettäväksi. Yhdistämällä tämä aineisto suunnittelu- ja tuotantovaiheessa tuotettuun tietoon, avautuu mielenkiintoisia mahdollisuuksia rakennuksen digitaalisen kaksosen muodossa.

Robotteja suomalaisilla työmailla on nähty tähän mennessä melko vähän, mutta toisuvia raskaita työvaiheita voisi olla mahdollista robotisoida osittain.

Hyödynnämme laajasti rakennuksen tietomalleja (BIM) rakentamisen elinkaarella.

Olemme kehittäneet yhdessä asiakkaidemme kanssa MySchool-palvelun, jossa älykkään koulurakennuksen tietoja saadaan hyödynnettäväksi opetuksessa. Olemme aloittaneet älykiinteistöjen ja työmaa-aikaisten sensoreiden tuottaman datan hyödyntämistä.

Robotisaation osa-alueella olemme testanneet työmaan siivousrobotia, jonka testeistä saimme positiivisia kokemuksia. Tekoälyn osalta olemme testanneet mm. potentiaalisten riskiprojektien tunnistamista projektien eri vaiheissa.

Erityisesti robotisaation ja tekoälyn käyttö kasvaneen merkittävästi. Digitalisaation hyödyntäminen on yksi merkittävistä kehitysalueistamme.

Riskeinä esim. ohjelmistorobotiikassa voidaan nähdä osaamisen häviäminen. Pelkätään digitaalisten työkalujen kautta tapahtuva rakennustyömaan johtaminen voi myös johtaa vääristyneeseen tilannekuvaan – fyysisistä työmailla kiertämistä ei pidä unohtaa.



MIRO Ristimäki

TkT, Kehityspäällikkö, Skanska

Digitalisaatio tuo mukanaan edellytykset tehokkuuteen ja tuottavuuden parantamiseen. Tietoa luodaan suunnittelun ja tuotannon eri vaiheissa. Tietoa voidaan hyödyntää automatisoimaan prosesseja (robotisaatio) sekä tekemään kattavia analyyskejä päätöksentekoa varten (koneoppiminen ja tekoäly). Tiedon eheys, rakenne ja laatu ovat kuitenkin digitalisaation edellytyksiä.

Tietoa digitoidaan vielä paljon ja luodaan alustaa joka mahdollistaa skaalautuvan digitalisaation hyödyn tulevaisuudessa. Esim. tietomallintaminen on osa jokapäiväistä arkea, mutta tiedon laadussa on vielä osittain puutteita. Ohjelmistorobotiikkaa käytetään erilaisissa hallinnollisissa työsuorituksissa ja tekoälyn alkeita kohteillaan monipuolisesti.

Digitaaliset sovellukset ja toimintatavat kasvavat nopeasti. On tärkeää hyödyntää teknologiaa toiminnallisuuden näkökulmasta ja kriittisesti arvioida sen liiketoiminnalle tuottama arvo. Jos haluamme aidosti saada robotiikkaa, automatisaatiota ja tekoälyä käyttöön, alan on yhteisesti laitettava tietorakenteet kuntoon rakennetun ympäristön eri vaiheita palvelevaksi, jolloin tiedon virtaus luo tehokkuutta. Kriittistä on saada koko ala mukaan tälle matkalle lisäämällä koulutusta ja osaamista ja yksinkertaistaa viestintää digitalisaation suhteen. **ril**

1

MITEN digitalisaatio, robotisaatio ja tekoäly muuttavat suunnittelua/rakentamista?

2

KUINKA paljon käytätte jo nyt digitalisaatiota/tekoälyä/robotisaatiota suunnittelussa/rakentamisessa?

3

MITEN näette tulevaisuuden, kasvaako digitalisaation, robotisaation ja tekoälyn käytön osuus? Mitkä ovat hyödyt, onko riskejä?

■ **LUE PIDEMPI** versio jutusta osoitteesta rakennustekniikkakalehti.fi!



TKT ARI-PEKKA MANNINEN
Kehittämispäällikkö, Väylä

VIERAS

RATAINFRATIEDON KEHITTÄMINEN – KOHTI TULOSTEN SADONKORJUUTA

Väylävirastossa on panostettu viime vuosina merkittävästi ratainfra-tiedon systematisointiin ja hallintaan. Kehitystyötä on edistetty Raid-e-nimisessä hankkeessa, jonka tavoitteena on ollut ottaa ratainfra-tieto vi-raston haltuun sekä luoda uusia työkaluja kunnossapitokirjausten ja toimenpiteiden ohjelmoinnin tueksi.

Raid-e-kehityshankkeessa on tartuttu tiedonhallinnan systemaattisuuden haasteeseen. Hankkeen yhtenä osana on kehitetty mobiilisovellus kunnossapidon toimenpite-tietojen keräämiseen. Sovellus mahdollistaa toimenpiteiden reaaliaikaisen kirjaamisen työkohteessa suoraan tilaajan ylläpitämään ratainfraan "master-tietojärjestelmään". Tämä on merkittävä toimintamallimuutos, joka vapauttaa kunnossapitourakoitsijan ajankäyt-töä järkevämpään tekemiseen dokumenttien kirjoittamisen ja lähettelyn sijasta. Lisäk-si aikajänne tiedon tuottamisessa lyhenee ja laatu paranee oleellisesti, kun dokumentteja ei tarvitse enää tuottaa muistinvaraisesti.

Ajantasainen ratainfra-tieto kerättyine toi-menpidetietoineen on vasta hyödyntämisen lähtökohta ja peruspohja. Tieto toimii jat-kossa analytiikan, koneoppimisen ja algorit-mien raaka-aineena, joka johtaa hyötyihin ja varsinaiseen tulosten ulosmittamiseen tie-toon perustuvassa päätöksenteossa.

Jo nyt on nähtävissä, että tietojärjestel-mä kunnossapitotietoineen mahdollistaa aidosti tehokkaamman omaisuuden- ja ta-loudenhallinnan, ennakoivien toimenpi-teiden suunnittelun sekä reaaliaikaisen ja luotettavan tilannekuvan muodostamisen omaisuuden tilasta. Rataomistaja kiittää,

omaisuus on paremmin hallinnassa ja tie-dämme tarkemmin mitä ja milloin meidän pitäisi tehdä sekä missä.

Palvelutuottajille järjestelmä tarjoaa jat-kossa avoimen rajapinnan kautta tietoa, jota he voivat hyödyntää esimerkiksi uu-sien älykkäiden algoritmien pohjautuvien tuotteidensa kehitystyössä. Tämä edesaut-taa varmasti myös vientitoiminnan kehittä-misessä.

Loppukäyttäjälle ja junaoperaattoreille tietojärjestelmän hyödyt heijastuvat väis-tämättä rataverkon toimintavarmuuden ja luotettavuuden paranemisena. Yhteiskun-tatasolla tiedon järjestelmällinen hyödyn-täminen luo pohjaa julkisen rahoituksen kohdentamiselle entistä tehokkaammin toimenpiteisiin ja kohteisiin, joilla aikaan-saadaan suurin mahdollinen hyöty liikkujil-le ja elinkeinoelämän kuljetustarpeille. Hie-man laajemmin ajateltuna, tämä parantaa osaltaan rautatieliikenteen kilpailukykyä suhteessa maantieliikenteeseen, joka taas vastaavasti edesauttaa ilmastopoliittisten tavoitteiden saavuttamista.

Mitä enemmän asiaa ajattelee, sitä laa-jemmaksi hyötynäkökulma laajenee. Yksi asia on kuitenkin varma: ilman tietojärjes-telmiä, toimintamallimuutoksia sekä roh-keaa ja systemaattista kehittämistä analy-tiikan ja koneoppimisen piirissä laajemat hyödyt jäävät pilloon ja saamatta. Edes-sämme on mielenkiintoinen ratainfra-tie-don tulevaisuus ja tulosten satoisa puinti-kausi. **ril**

TEKSTI: Henriikka Hellström

KUVA: tila2030.fi

Tila 2030 -materiaali testissä Mikkelissä

- Yläkoululaiset visioivat kirjastoa

TILA 2030

on yläkoululaisille suunnattu **ILMAINEN** oppimiskokonaisuus, joka vie viikon mittaiselle oppimisolulle rakennettuun ympäristöön. Hankkeen on toteuttanut Otava Oppimisen palvelut yhdessä yhdeksän alan järjestön kanssa, joista RIL toimi hankkeen käynnistäjänä.

WWW.TILA2030.FI

Tila 2030 -kokonaisuus avaa näkökulmia koululaisille rakennettuun ympäristöön. Ensimmäiset kokemukset ovat rohkaisevia. Mikkelin Urheilupuiston koulussa 9.-luokkalaiset tekivät pienoismalleja, videoita, piirustuksia ja diasarjoja liittyen tulevaisuuden kirjaston rakentamiseen.

OTAVA Oppimisen Palvelut toteutti yhdessä Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RILin ja kahdeksan muun alan järjestön kanssa yläkouluille suunnatun Tila 2030 -oppimiskokonaisuuden. Materiaali otettiin ensimmäiseksi käyttöön Mikkelin Urheilupuiston koulussa syksyllä 2019. Projektiin osallistui yksi 9.-luokka, joka jaettiin viiteen ryhmään.

”Ryhmien lopputulokset olivat erittäin hyviä ja kokonaisuus oli itsellekin opettavainen niin opetustavan kuin rakentamisan näkökulmasta”, **Mikko Siitonen**, 9. luokan luokanohjaaja sekä historian ja yhteiskuntaopin opettaja kertoo.

Siitosen lisäksi yhteensä 5–6 päivää kestäneeseen hankkeeseen osallistuivat myös matematiikan, englannin, maantiedon ja biologian opettajat. Jokainen heistä käsitteli rakennetun ympäristön teemoja oman aihepiirinsä vinkkelistä. Esimerkiksi englannintunnilla keskityttiin sanastoon ja Siitosen omilla tunteilla koko Tila 2030 -oppimiskokonaisuuteen. Ilmiöviikkoon sisältyi myös ekskursio kiinteistötekniikkaan liittyen.

”Projektissa korostuivat vahvasti luovuus ja luovat ratkaisut – opiskelijat saivat toteuttaa itseään yhtä aikaa projektityöskentelyn oppien ohella. Samalla heil-



le avautui paremmin myös rakentamis- ja kiinteistöalan ammatilliset vaihtoehdot. Nuoret ovat varmasti innostettavissa kiinteistö- ja rakentamisalalle.”

Tila 2030 -oppimiskokonaisuudesta voi toteuttaa joko kaikki osiot tai halutessaan vain yhden osaluheen. Mikkelissä suosituimmaksi osoittautui ”Villit visiot”, jossa piti tehdä muun muassa ajatuskartta rakennetusta ympäristöstä sekä prosessikaavio tai aikajana rakennuksen elinkaaresta. Näiden ryhmien lopputyönä syntyi muun muassa kirjaston pohjapiirroukset sekä paperinen malli.

ALAN VETOVOIMAISUUDEN LISÄÄMINEN TÄRKEÄÄ

Tilaisuuteen osallistui myös Rakennus- ja kiinteistöpalvelualan vetovoima ry:n asiamies, **Janne Suntuio**. Hän avasi osaltaan projektikonaisuutta oppilaille.

Suntuion mukaan pilottihanke onnistui ymmärrettävien alkuhämmennysten jälkeen mallikkaasti.

”Oppilaiden loppuraportit ylittivät kaikki odotukset ja niitä saattoi pitää varsinaisina urotekoina. Vaikka opiskelijat pärjäivät lopulta hienosti, vastaisuudessa ilmiöoppimisessä on kuitenkin tuettava entistä paremmin opettajia, eri oppiaineiden ja rakennetun ympäristön välistä yhteyttä sekä yhteisopettajuutta.”

Vetovoiman tarkoituksena on parantaa rakennus- ja kiinteistöpalvelualan vetovoimaa ja arvostusta nuorten keskuudessa. Yhdistyksen jäseniä ovat rakennus- ja kiinteistöpalvelualan keskeiset järjestöt.


”Alan houkuttelevuuden lisääminen on RILille

ja kaikille alan järjestölle ensiarvoisen tärkeää. Tila 2030 -hanke tuo rakennetun ympäristön urapolkuja tutuimmaksi koululaisille”, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RILin toimitusjohtaja **Miimu Airaksinen** sanoo.

Myös hankkeen käsikirjoituksen tehneet Otavan oppikirjailijat **Mikko Korhonen** ja **Jukka Kohtamäki** korostavat, että Tila 2030 vie koulun lähelle työelämää. Oppilaat pääsevät tutustumaan muun muassa kaupunkisuunnitteluun, arkkitehtuuriin sekä rakennusten ja tilojen suunnitteluun ja ylläpitoon. He voivat hyödyntää töissään halutessaan myös teknologiaa, kuten 3D-mallinnusta, 3D-tulostusta tai Minecraft-peliä.

”Tavoitteena on, että yläkoululainen oivaltaa oppimiskokonaisuuden myötä jotakin uutta tiedonhausta, ongelmanratkaisusta ja yhteistoiminnasta.”

Tila 2030 -oppimiskokonaisuuden kärkenä on kestävä rakennettu ympäristö. Teemoissa käsitellään paitsi rakennusprosessin koko elinkaarta suunnittelusta purkamiseen, mutta myös laajemmin ilmastomuutoksen ja kestäväns tulevaisuuden teemoja. **ril**

An illustration of an iceberg floating in the ocean. The top part of the iceberg is above the water line, and the much larger bottom part is submerged. The iceberg is composed of various shades of blue and white, with a jagged, crystalline structure. The background is a gradient of light blue to dark blue, with a crescent moon in the top left and several small fish swimming in the water.

**Näkyvät,
helposti
muutettavat
asiat**

Regulaatio:
säännöt, säädökset,
lait, hallintomallit

**Pinnan
alla olevat,
todellista
toimintaa
ohjaavat
asiat**

Normit: tavoitteet,
ohjeistukset,
prosessit,
menettelytavat,
toimintatavat

Kulttuuri, arvot,
odotukset,
uskomukset, tabut,
roolit, käytänteet,
protokollat,
perinteet

TEKSTI: Mari Rantamäki

KUVAT: Shutterstock, Kalle Vaismaa ja TIKARI-esiselvitys

Virtaavasta tiedosta tuottavuutta

TIKARI eli Tiekartta infra-alan tuottavuuteen on Tampereen yliopistossa toteutettu esiselvitys, jonka tavoitteena on löytää vastauksia infra-alan tuottavuuden haasteisiin ja uuden teknologian mahdollisuuksiin tuottavuuden parantamisessa. Esiselvityksen raportti ilmestyy kevään 2020 aikana.

ESISELVITYS rakentui seitsemästä työpaketista, joista kolme järjestettiin työpajamuotoisina. Tutkimusohjelma on rakennettu yhteistyöllä monialaisesti niin, että mukana on asiantuntijoita tuotannon ja tutkimuksen sekä talouden, tiedonhallinnan ja johtamisen sekä infran ja rakennustekniikan aloilta.

Tampereen yliopiston infran digiprofessori ja TIKARI-tutkimusryhmän johtaja **Kalle Vaismaa** selittää, että esiselvityksessä haastattelujen ja kahden työpajan tulosten perusteella aloitettiin erilaisten polkujen luominen tiekartan pohjaksi. Työpajojen tuloksia kommentoitiin kolmannessa työpajassa, jonka jälkeen tiekartta luotiin. Se muodostuu konkreettisista toimenpiteistä.

Esiselvityksen yhteydessä järjestettiin useita ryhmähaastatteluita, joihin osallistui muun muassa ministeriöiden, Väyläviraston, kaupunkien, suunnittelukonsulttien, rakentajien, kunnossapitäjien, työmaiden ja tilaajien edustajia.

Vaismaa on hyvillään siitä, että tahtotila on joka puolella hyvin vahva tuottavuuden kehittämisen

Työn tuottavuutta voidaan kehittää johtamalla pinnan alla olevia tekijöitä.



KALLE VAISMAA

työskentelee Tampereen yliopistossa infra-alan digitalisaatioprofessorina. Hänen päämääränään on omalla tutkimuksellaan edistää tuottavuuden kasvua infra-alalla digitalisaatiota hyödyntämällä: suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa.

suhteen. Digitalisaation täytyy saada läpäisemään koko rakentamisen elinkaari niin, että se työkaluna edesauttaa ja mahdollistaa tuottavuutta ja sujuvoittaa arkea.

Monisyinen aihe oli yksi selvityksen haasteista.

"Esiselvityksessä ei saa raapaistua kuin pintaa. Sen kautta löytyvät ne teemat, joita pitää tutkimuksella syventää."

TUOTTAVUUDEN NELJÄ TEKIJÄÄ

Infra-alan valjastamaton potentiaali voidaan esiselvityksen mukaan jakaa neljään eri teemaan, joita lähdetään jalostamaan valmisteilla olevassa 3–4-vuotisessa tutkimusohjelmassa. Vaismaa toteaa kokonais kuvan luomisen olevan infran rakentamiselle, ylläpidolle, alan kehitykselle ja digitalisaation edistykselle todella oleellista.

Hän muistuttaa teknologian olevan vain tuottavuuden työkalu.

"Ensin kaiken muun pitää toimia, että teknologias-ta on hyötyä."

Tieto, tiedon laatu ja tiedon virtaaminen elinkaa-

rella eli suunnittelussa, rakentamisessa, ylläpidossa luo pohjan kaikelle. Hän korostaa ajantasaisen tilannekuvan ja tietoon perustuvan päätöksenteon olevan tärkeää. Tilannekuvaa pitäisi hyödyntää kaiken päätöksenteon pohjana niin investoinnissa, poliittisessa päätöksenteossa kuin rakentamisen elinkaaren eri vaiheissa.

Tiedon virtaamisen kannalta on oleellista määrittellä tarvittava tieto ja sen käyttötarkoitus, talletuspaikka, tiedon omistaja sekä tahot, joilla on pääsy tietoon. Mitä paremmat lähtötiedot ovat, sitä paremmin pystytään suunnittelemaan, aikatauluttamaan ja laskemaan kustannuksia.

Vaismaa korostaa hankinnalla olevan suuri rooli siinä, miten digitalisaatio pääsee valtaamaan alaa. Tämän vuoksi tilaajilla täytyisi olla yhdenmukaiset käytännöt hankinnassa ja määritelty vaatimustaso eri kokosiin hankkeisiin. Se helpottaisi suunnittelu-yrityksiä, urakoitsijoita ja kunnossapitäjiä.

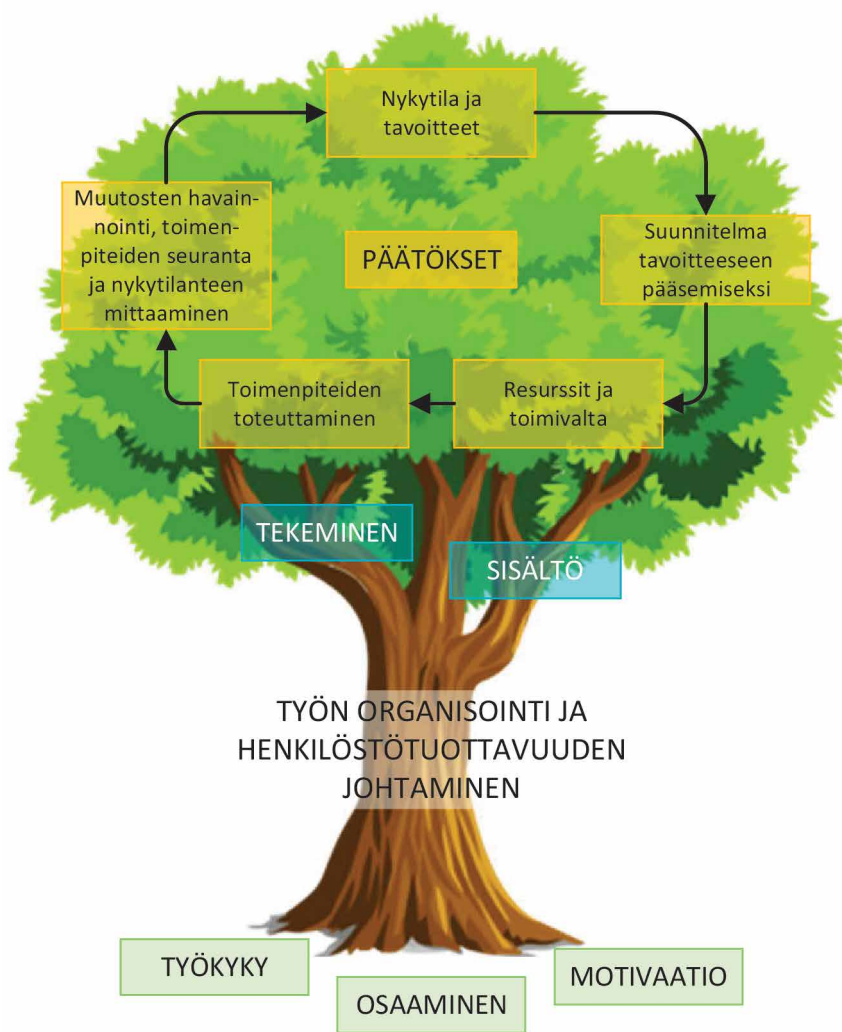
"Nyt saman tilaajan henkilöt saattavat hankkia eri tavalla", hän täsmentää.

Vaismaa toteaa tiedon virtaamisen olevan erityisen tärkeää esimerkiksi allianssi- tai STk-hankkeissa, joissa on enemmän yhteistyötä suunnittelun, rakentamisen, kunnossapidon välillä tavallista aikaisemmassa vaiheessa.

"Jos pelätään, että tietoa käytetään väärin ja sen laadusta tulee moitteita, sitä myös jaetaan vähemmän. Kun ollaan saman pöydän ääressä sopimassa asioista, tieto siirtyy paremmin, eli yhteistyö vaikuttaa tiedon kulkuun", Vaismaa sanoo.

Professori korostaa myös prosessien merkitystä. Työmaa- ja hankintaprosessit on saatava kuntoon, ennen kuin digitalisaatiosta saavutetaan kunnolla hyötyjä. Tuottavuuden parantamisessa suurin osa työstä täytyy tehdä ihmisten kanssa ja pieni osa teknologian kanssa.

"Prosessit ja menettelytavat täytyy saada kuntoon ennen kuin teknologiasta saadaan täysimääräisesti apua. Tämä näyttäytyi vahvasti myös selvityksen tuloksissa".



Tuottavuuskehityksen kukoistaminen syntyy henkilöstötuottavuuden komponenteista töiden organisoinnin ja henkilöstötuottavuuden johtamisen avulla.

Koulutuksella ja osaamisella on merkittävä rooli kaikilla asteilla perusopetuksesta korkea-asteelle ja edelleen täydennyskoulutukseen. Osaamista on lisättävä suunnittelussa ja rakentamisessa, mutta erityisesti tilaajapuolella, jossa Vaismaan mukaan on tällä hetkellä kapein osaaminen.

Monisyinen aihe oli yksi selvityksen haasteista.

"Esiselvityksessä ei saa raapaistua kuin pintaa. Sen kautta löytyvät ne teemat, joita pitää tutkimuksella syventää", Vaismaa toteaa.

TUOTTAVUUS LÄHTEE IHMISSISTÄ

Infra-alan tuottavuus on sidoksissa laajasti yhteiskuntaan, minkä vuoksi tuottavuuden käsitettä pitäisi pohtia lisää. Jos infraa rakennetaan ympäristön näkökulmasta tuottavasti, voiko rakentaminen silloin maksaa enemmän? Entä miten infran tuottavuus lasketaan? Jos uusi infraosuus tuo elinkeinoelä-

mälle merkittävän tuoton, pitäisikö siihen investoida, vaikka henkilöliikennemäärät osuudella olisivatkin pienet?

Tuottavuus käsitteenä pitäisi pilkkoa osiin, jotta voitaisiin selvittää, mistä se koostuu. Tuottavuudelle ei vielä ole olemassa selkeitä mittareita, mutta aiheesta työistetään parhaillaan väitöskirjaa Tampereen yliopistolle.

"Kun esitetään kuolleen miehen sydänkäyrää alan tuottavuudesta, pitäisi tarkastella paremmin syitä sen taustalla ja selvittää, onko ylipäätään mitattu oikeita asioita."

Vaismaa nostaa yhdeksi tuottavuuden ongelmaksi myös asenteet ja toimintamallit.

"Tiettyä hukkaa sallitaan aika paljon. Hukkaan vaikuttaa esimerkiksi se, etteivät rajapinnat ole avoimia." **ril**

LIIKENTEEN PÄÄSTÖVÄHENNYKSET – KAIKKI KEINOT KÄYTTÖÖN

Ilmastomuutoksen hillitsemiseksi tarvitaan voimakkaita toimenpiteitä kaikilla sektoreilla. Liikenne aiheuttaa noin 40 prosenttia taakanjakosektorin ja noin 30 prosenttia kotitalouksien päästöistä. Hallitusohjelman mukaan liikenteen päästövähennystarve on vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä päästöjen puolittaminen. Sitä pidetään askeleena kohti hiiletöntä liikennettä.



HEIKKI LIIMATAINEN

toimii uudistuvan liikenteen tenure track -professorina ja Liikenteen tutkimuskeskus Vernen johtajana Tampereen yliopistossa.

TAVOITTEEN mukaan liikenteen päästöjen tulisi vuonna 2030 olla 53 Mt pienemmät kuin vuoden 2018 päästöt 11,7 Mt. Keinoiksi on tunnistettu kolme kokonaisuutta: fossiilisten polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla käyttövoimilla, ajoneuvojen energiatehokkuuden parantaminen ja liikennejärjestelmän tehokkuuden parantaminen. Samalla tulee pitää huolta sosiaalisesta oikeudenmukaisuudesta ja liikenneköyhyyden estämisestä.

Liikenneköyhyydeksi voidaan kutsua ilmiötä, jossa ihmisellä ei ole mahdollisuutta liikkua kohtuullisella vaivalla, kohtuullisilla kustannuksilla ja kohtuullisessa ajassa paikkoihin, joissa on mahdollista hoitaa päivittäin välttämättömät asiat.

Liikenneturvallisuuden nollavio on liikenneköyhyyden ja päästöjen vähentämisen ohella edelleen yksi liikennejärjestelmän kehittämisen tärkeimpiä tavoitteita.

Näiden kolmen tavoitteen edistäminen samanaikaisesti on mahdollista liikennejärjestelmätason toimenpiteillä, jolloin maankäytön, asumisen ja liikenteen (MAL) vuorovaikutus nousee keskeiseksi asiaksi.

Päästövähennysten näkökulmasta MAL on kokonaisuudessaan tärkeä, koska henkilöliikenteen päästöistä kaksi kolmasosaa aiheutuu alle 50 kilometrin mittaisista matkoista asuin ympäristössä. Näillä matkoilla pitäisi saada aikaan vähintään 30 prosentin kasvu kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen kulkutapaosuuksissa.

YHDYSKUNTARAKENNE MÄÄRITTÄÄ HENKILÖ- AUTON TARPEEN

Henkilöliikennesuorituksen määrä ja jakauma riippuu voimakkaasti asuin ympäristöstä ja sen tarjoamasta liikennejärjestelmästä. Keskimatkat ja siten liikenteen kokonaisuoritteet ovat suurimmat

yhdyskuntarakenteen vyöhykkeillä, joissa maankäyttö on yksipuolista ja joukkoliikenteen palvelutaso heikko. Käytännössä tämä tarkoittaa alueita autovyöhykkeellä ja vyöhykkeiden ulkopuolisella haja-asutusalueella (kuva).

Yhdyskuntarakenteen vaikuttaa voimakkaasti myös kulkumuo-tojakaumaan. Näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta autovyöhykkeellä asuvan henkilön vuosittainen matkustussuorite henkilöautolla on usein yli 3 000 henkilökilometriä suurempi kuin intensiivisen joukkoliikenteen vyöhykkeellä asuvan henkilön, kotitalouden tyypistä riippumatta.

Maankäytön tiiveys vaikuttaa hämmästyttävän luonnonlainomaisesti autonomistukseen, kuten Suomen ympäristökeskuksen tutkija Ville Helminen ja kumppanit osoittivat BEMINE-projektin analyysissään Helsingin seudulla. Sen mukaan tiiveyden saavuttaes-

sa 25 asukasta ja työpaikkaa hehtaarilla, autottomia ja moniautollisia talouksia on molempia 25 prosenttia ja yhden auton talouksia 50 prosenttia kotitalouksista.

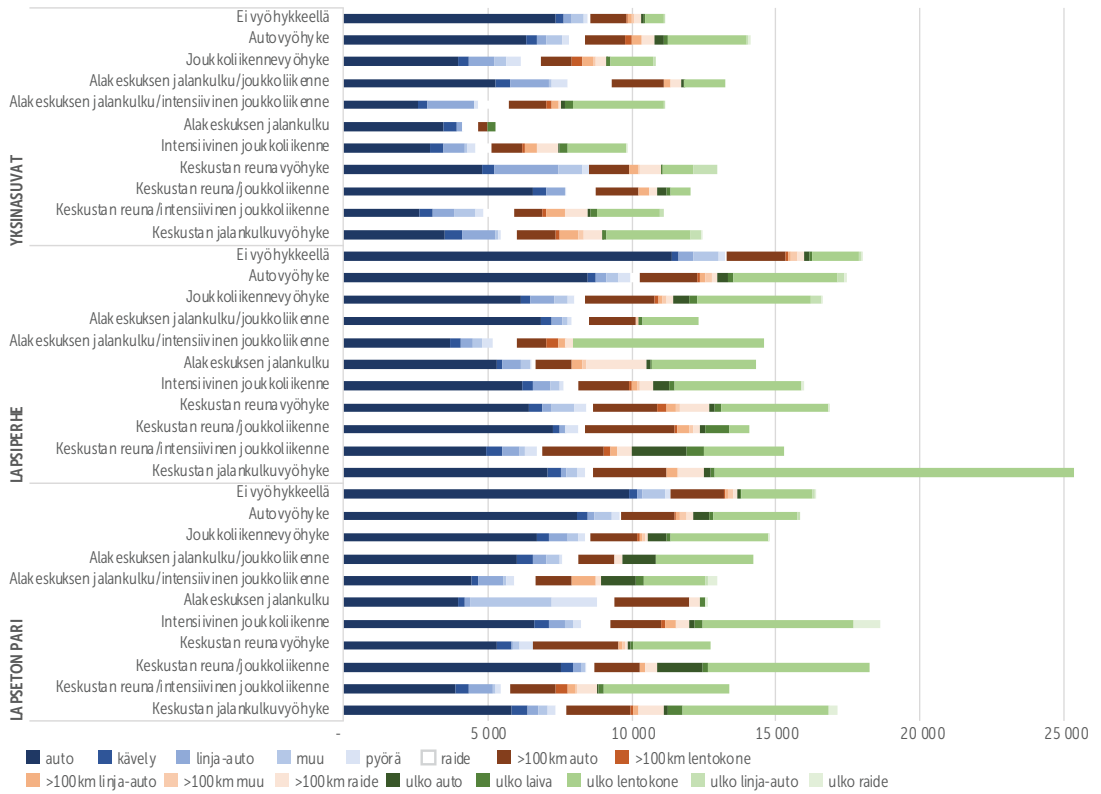
Tiiveyden kasvaessa 50 asukkaaseen ja työpaikkaan hehtaarilla autottomien talouksien osuus nousee suurimmaksi. Yli sadan asukkaan ja työpaikan hehtaarilla tiiveydellä osuudet vakiintuvat siten, että autottomia on 60–65 prosenttia, yhden auton talouksia 30–35 prosenttia ja moniautoisia talouksia 5–8 prosenttia kotitalouksista. Maankäytön pitäisikin siis olla monipuolista, tiivistä ja korkealaatuisen joukkoliikenteen mahdollistavaa.

JOUKKOLIIKENTEEN EDISTÄMISESSÄ HUOMIO MATKA-AIKASUHTEeseen

Toinen MAL-kokonaisuuteen liittyvä luonnonlaki on kulkumuo-tojakauman riippuvuus matka-ai-

kasuhteesta joukkoliikenteen ja henkilöauton välillä. Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen mukaan joukkoliikenteen ollessa henkilöautoa selvästi nopeampi (matka-aikasuhde alle 0,8), joukkoliikenteen osuus on 80 prosenttia matkoista. Matka-aikasuhteen ollessa sama, myös kulkumuo-to-osuudet ovat tasan.

Jos matka-aika joukkoliikenteellä venyy yli kaksinkertaiseksi autoon verrattuna, joukkoliikennettä käyttävät vain henkilöt, joilla ei ole autoa käytettävissä. Matka-aikasuhteeseen voi vaikuttaa joukkoliikennettä nopeuttamalla ja henkilöautoilua hidastamalla, kuten joukkoliikennekaduilla ja -kaistoilla. Myös pysäköinnin sijainti verrattuna lähimmän joukkoliikennepysäkin sijaintiin ja vuoroväliin on kriittinen tekijä. Norjalaisen tutkimuksen mukaan pysäköintipaikan sijainti yli 50 metrin etäisyydellä kotiovelta



Matkustussuorite per henkilö kulkumuodoittain perhetyypin ja asuinalueen yhdyskuntarakenteen vyöhykkeen mukaan (Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2016).

vaikuttaa merkittävästi kulkutapajakaumaan asiointi- ja vapaa-ajanmatkoilla. Keskitettyyn pysäköintiin on myös helpompaa rakentaa valmius sähköautojen lataukselle.

HENKILÖAUTOKANTA SÄHKÖISTYY VÄÄJÄMÄTTÄ

Liikenteen päästöjen vähentämisen toinen suuri kokonaisuus on autojen energiatehokkuuden parantaminen, mikä tarkoittaa käytännössä autojen sähköistämistä.

EU:ssa sovitut uusien autojen päästörajat, 95 g/km vuonna 2020, ja siitä edelleen 37,5 prosentin parannus 2030 mennessä, edellyttävät laajamittaista täyssähkö- ja ladattavien hybridautojen käyttöönottoa.

Liikenteen tutkimuskeskus Vernen ja ETH Zurichin tutkimuksen mukaan kotilatausmahdollisuuksien kehittäminen on sähköautojen kohtalonkysymys. Nykyinen latausinfra mahdollistaa sähköauton käytön 87 prosentissa henkilöautomatkoja, mutta

keskinopean kotilatauksen mahdollistamana osuus nousee kymmenen prosenttiyksikköä.

Pikalatausverkosto pääteiden varsilla nostaa osuutta prosenttiyksikköä, mutta ostos- ja työpaikkojen latausmahdollisuudet vain puoli prosenttiyksikköä. Uusien asuntojen rakentamisessa keskinopean latauksen mahdollistamisen pitäisikin olla standardi ja vanhojen taloyhtiöiden latausmahdollisuuksien rakentamista on edelleen tuettava.

UUSIUTUVA DIESEL PÄÄSTÖVÄHENNYSTEN SÄÄTÖRUUVINA

Vaikka liikennejärjestelmän kehittämisessä ja autokannan sähköistämässä onnistuttaisiin erinomaisesti, ei liikenteen päästövähennystavoitteiden saavuttaminen ole mahdollista ilman fossiilisten polttoaineiden korvaamista uusiutuvilla.

Voimassa olevan jakeluvervoitteen mukaan liikenteen energias- ta 30 prosenttia pitää olla uusiutuvaa vuonna 2030. Koska bensiinille ei ole uusiutuvaa vaihtoehtoa, uusiutuvan osuus dieselistä nousee korkeaksi. Taso riippuu liikennejärjestelmän ja autokannan muutoksen onnistumisesta. Uusien henkilöautojen myynnissä dieselin osuus laskee jatkuvasti, joten kuorma-autojen merkitys korostuu.

KULJETUKSISSAKIN TARVITAAN KAIKKI KEINOT KÄYTTÖÖN

Kuorma-autokuljetukset muodostavat kolmanneksen päästöistä ja uusiutuvan dieselin käytön suuri tarve nostaa kuljetuskustannuksia. Energiatehokkuuden kehittäminen onkin kuljetuksissa erittäin tärkeää. Tyhjänä ajoa voidaan vähentää kuljetusyritysten ja -asiakkaiden yhteistyöllä. Keskikuormat ovat nousseet 76 tonnin kuorma-autojen käyttöönoton myötä ja vuoden 2019 alusta sallitut 34,5-metriset yhdistelmät mahdollistavat kuormien kasvattamisen edelleen. Samalla on kuitenkin pidettävä huolta, että tiekuljetusten tehokkuuden paraneminen ei siirrä kuljetuksia pois rautateiltä ja vesikuljetuksista.

EU asetti myös kuorma-autoille sitovan tavoitteen vähentää uusien autojen kulutusta 30 prosent-

tia vuosina 2019–2030. Tämä on mahdollista aerodynamiikan, kevytrakennemateriaalien ja sähköhybridimoottoreiden avulla. Akkusähkökuorma-autoillakin on mahdollisuuksia hoitaa jakelukuljetuksia, mutta raskailla yhdistelmillä uusiutuvan dieselin ohella vaihtoehtona on vain nesteytetty biokaasu. Biokaasun tuotantopotentiaaliksi on arvioitu noin 9 TWh, mikä sattuu olemaan sama kuin täysperävaunu-kuorma-autojen energiankulutus Suomessa.

Liikenteen päästövähennystavoitteiden saavuttaminen on vielä teoreettisesti mahdollista, mutta edellyttää kaikkien keinojen täysimääräistä käyttöönottoa – ja heti. Erityisesti liikennejärjestelmätason toimenpiteisiin liittyy pitkä viive, joten päästötöntä, turvallista ja oikeudenmukaista liikennettä edistävien päätösten aika on nyt. **ril**

Markkinajohtajan langaton
kellokortti vuokrattavana
suoraan valmistajalta.
Sopii useimpiin työaika-
sovelluksiin.
Myös porttiohjausversiona.



Työajanseuranta – Kulunvalvonta – Viranomaisraportit

www.inoptics.fi

 **Inoptics**

ILMASTONKESTÄVÄ KAUPUNKI JA NOUSEVA TULVARISKI – KOKEMUKSIA JA AJATUKSIA TANSKASTA

Ilmastonmuutoksen myötä rankkasateiden ja niistä aiheutuvien vahinkojen voidaan odottaa lisääntyvän. Tiiviissä kaupunkirakenteessa, jossa on paljon vettä läpäisemättömiä pintoja, tulvavaara voi nousta moninkertaiseksi. Tämän vuoksi kaupunkisuunnittelussa on otettava huomioon rankkasateista aiheutuvat haasteet. Tanskassa on viime vuosien aikana koettu monia merkittäviä rankkasateita. Monessa kunnassa tulvahallinnasta onkin määrätietoisesti tehty välttämätön osa kaupunkisuunnittelua.



HELENA ÅSTRÖM

on väitellyt tohtoriksi Tanskan teknillisestä yliopistosta aiheenaan tulvahallinta ja ilmastokestävä kaupunkisuunnittelu. Hänellä on 10 vuoden kokemus tulvahallinnan suunnittelusta ja hän työskentelee SCALGOssa Suomen markkinakehittäjänä.

TANSKASSA on viime vuosien aikana koettu vahingoittavia rankkasateita, mikä on nostanut ilmastokestävän kaupunkisuunnittelun korkealle poliittisessa priorisoinnissa. Suurimmat tulvavahingot koettiin Kööpenhaminassa heinäkuussa 2011, jolloin satoi paikoittain yli 100 mm parin tunnin aikana. Korkein keski-intensiteetti oli 3,1 mm / minuutti (10 minuutin intervallilla) ja heinäkuun rankkasade olikin suurin mitattu sade vuoden 1955 jälkeen, jolloin systemaattiset sadannan mittaukset aloitettiin Tanskassa.

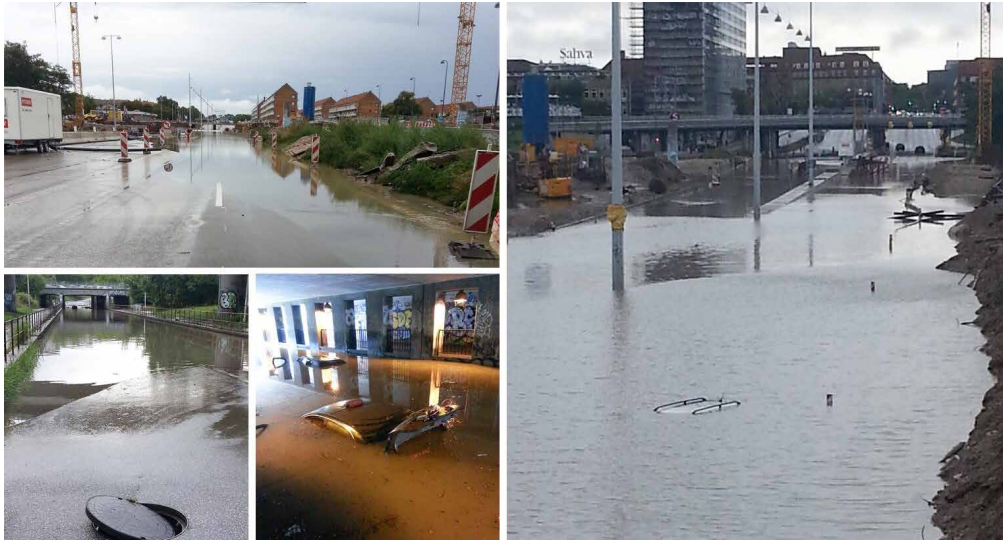
Tulvavahingot olivat mittavat. Kuolonuhreja oli yksi ja loukkaantumisia ja sairastumisia huomattava määrä. Kriittisen infrastruktuurin osalta raideliikenne koki suuria vahinkoja. Sekä juna- että metrolienteessä oli pitkiä katkoksia. Noin 10 000 taloutta koki

sähkökatkoksia ja Kööpenhaminan keskustan kaukolämpöjärjestelmä vahingoittui laajasti. Yksityisille maksettiin vakuutuskorvauksia lopulta noin 6 miljardin tanskan kruunun edestä (yli 800 miljoonaa euroa). Kuva 1 esittelee tulvavahinkoja Kööpenhaminassa elokuussa 2014, jolloin koettiin pienempi rankkasade (vuorokausisadanta yli 70 mm).

HULEVESIEN JA RANKKASATEIDEN HALLINTA

Tulvia syntyy, kun hulevesiverkoston kapasiteetti ylittyy. Tanskassa hulevesijärjestelmä mitoitetaan minimissään toistuvuusajaltaan viiden vuoden sateelle. Hulevesijärjestelmä on luotettava, kun sade pysyy mitoitetun sademäärän rajoissa.

Rankkasateissa on kyse sii-



Kuva 1. Tulva Kööpenhaminassa elokuussa 2014.

tä, että vesimäärät ylittävät hulevesiviemärin kapasiteetin ja tällöin tulvavesiä virtaa hallitsemattomasti maastossa aiheuttaen vahinkoja. Tanskassa hulevesien palvelutasoon on lisätty ulottuvuus, jonka tarkoituksena on varmistaa tulvavesien hallittu käsittely kaupunkiympäristössä. Perinteisen hulevesijärjestelmän lisäksi kaupunkiin suunnitellaan tulvarakenteita (altaita, uoma, rumpuja ym.) joiden nimenomainen tarkoitus on estää tulvavahinkoja.

Tulvahallinnan tärkein tehtävä Tanskassa on minimoida tulvasta aiheutuvia vahinkoja mahdollisimman kustannustehokkaasti. Tämä sisältää yleissuunnittelutasolla seuraavat työvaiheet:

1. Tehdään arvio tulva-alueista ja tulvareiteistä erisuuruisilla sademäärillä, jolloin tunniste-

taan ns. kriittiset sademäärät, eli milloin tulvaesiintymiä on kohtuuttoman paljon.

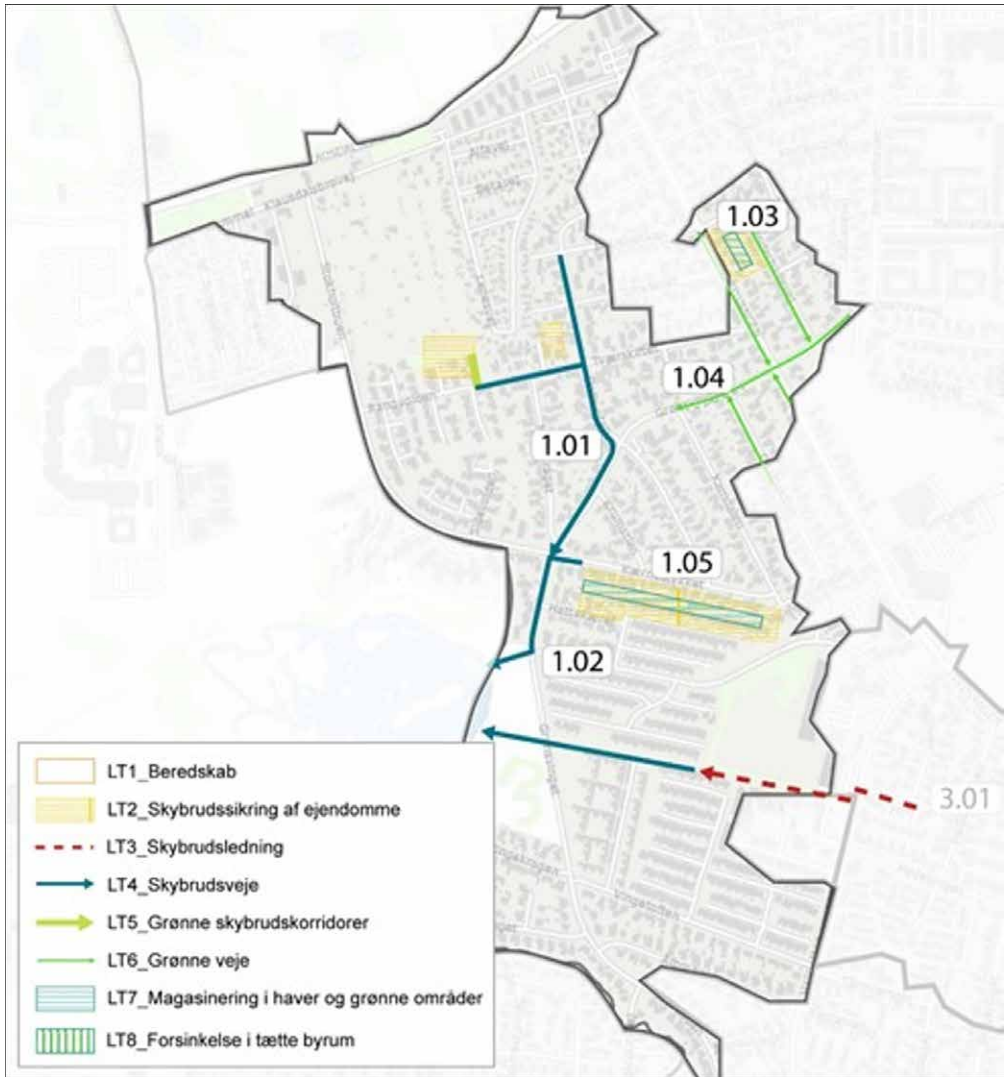
2. Tehdään arvio mahdollisista taloudellisista tulvavahingoista ja osoitetaan merkittävät tulvariskialueet, joissa tulvavesien reititystä ja varastointia on muokattava tulvavahinkojen vähentämiseksi.

3. Laaditaan tulvahallinnan yleissuunnitelma, joka sisältää välttämättömien tulvarakenteiden alustavat sijainnit, mitoitus ja kustannusarviot. Kustannustehokkuus arvioidaan kansantaloudellisen menetelmin.

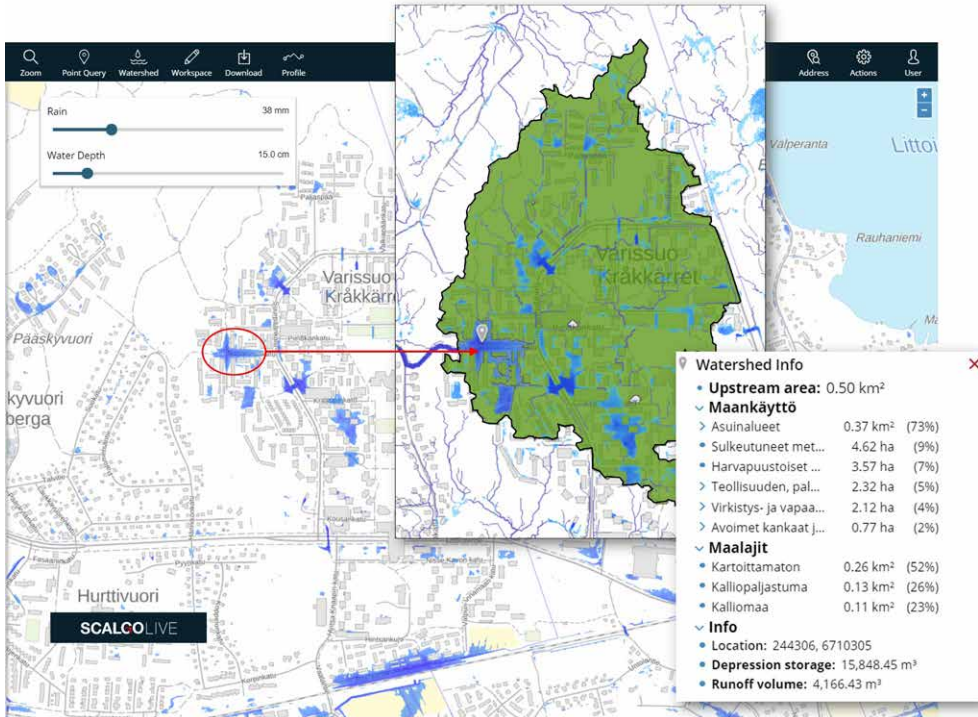
Ensimmäinen versio tulvahallinnan yleissuunnitelmasta on laadittu kaikissa Tanskan kunnissa vuonna 2013, ja jälkepäin

SCALGO Live

- Interaktiivinen sovellus valtakunnallisine analyyseineen, jossa mallinnettu tulvaesiintymisiä, valuma-alueita ja virtausreittejä
- Perustuu uraauurtavaan algoritmitutkimukseen Århusin yliopiston tietotekniikan tiedekunnassa yhteistyössä Duken yliopiston kanssa (USA)
- Käytetään Tanskassa skenaarioanalyyseihin eteenkin strategisessa suunnittelussa ja hankkeiden yleissuunnittelussa
- Alun perin kehitetty Tanskan korkeusmalliin, jonka resoluutio on 40 senttimetriä, yhteensä yli 250 miljardia korkeuspistettä.
- Hiljattain lanseerattu Suomessa, jossa valtakunnallisen maastomallin resoluution on 2 metriä
- Yli 6 000 käyttäjää Pohjoismaissa, eteenkin kunnissa, vesilaitoksissa ja konsultti-toimistoissa



Kuva 2. Esimerkki tulvahallinnan yleissuunnitelmasta Tanskassa (Herlevn kunnan tulvahallintasuunnitelmasta). Tulvahallinnan suunnittelussa sijoitetaan rakenteita olemassa olevaan kaupunkiympäristöön. Kyseisessä esimerkissä siniset viivat ovat tulvareittejä (vesi virtaa tien päällä), vihreät viivat ovat ns. "vihreitä teitä" jossa vettä viivytetään, sinisillä alueilla vettä varastoidaan, keltaisilla alueilla on huomioitu tulvariski, mutta tulvahallinta on yksityisen talonmistajan vastuulla, ja punainen viiva on hulevesiviemäri. © Orbicon



Kuva 3. Varissuon valuma-alue (Turku). Tulva-alueiden esiintyminen riippuu sademäärästä. Kuvassa näkyv pelkästään tulva-alueet, jossa vesivyvyys on minimissään 15 cm. Tulva-alueiden valuma-alue tiedot saadaan yksityiskohtaisesti esille (Watershed info).

suunnitelmia on muokattu ja tarkennettu monessa kunnassa. Kuvassa 2 esimerkki Herlevn kunnan tulvahallinnan yleissuunnitelmasta (laadittu vuonna 2017).

TULVAHALLINTA YLEISUUNNITTELUTASOLLA

Tulvahallinnan suunnittelu perustuu tarkkaan maastomalliin, jossa vesien virtausreitit ja maaston painaumia analysoidaan yksityiskohtaisesti. SCALGO Live on Århusin yliopistossa kehitetty muun muassa tulvahallintaan tarkoitettu it-sovellus, joka hyödyntää kansallista maastomallia. Sovelluksesta on tullut vakiintu-

nut työkalu Tanskassa maastoon liittyvissä analyyseissä.

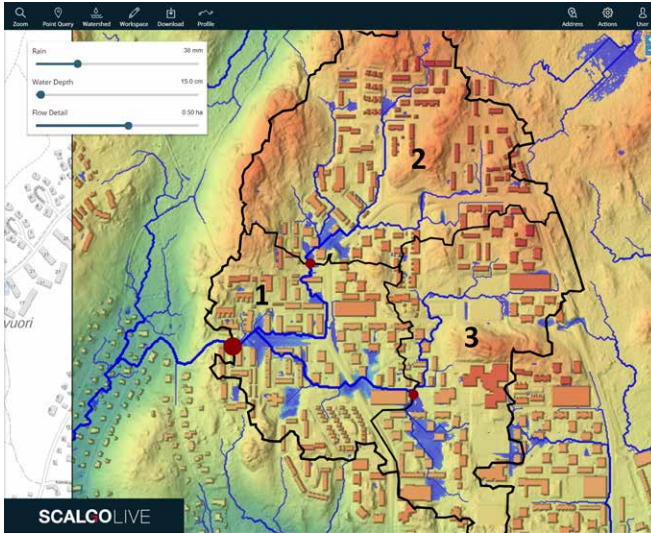
Tanskassa laadittujen tulvahallintasuunnitelmien eri työvaiheita ja SCALGO Liven käyttöä tulvahallinnan yleissuunnittelussa on havainnollistettu esimerkinomaisesti Varissuon valuma-alueella Turussa (Kuva 3).

SCALGO Live mallintaa tulva-alueiden valuma-alueita ja virtausreitit ja antaa näin ollen hyvän yleiskuvan topografisista olosuhteista, tulvavesien määrää ja mahdollisista ongelma-alueista. Sovelluksessa sademäärää ja virtausreittien yksityiskohtaisuutta vaihdellaan liukusäätimel-

lä. Varissuon valuma-alue on esimerkissä jaettu kolmeen osavaluma-alueeseen (Kuva 4). Kuvassa purkupisteet on merkitty punaisella. Analyysissä on havainnollistettu suurimmat virtausreitit.

Nykyisten olosuhteiden kartoituksen lisäksi tulvahallinnan yleissuunnittelussa pyritään sijoittamaan tulvarakenteita (tulvavesien varastoimiseen, viivytykseen ja ohjaamiseen) vahinkojen minimoimiseksi. SCALGO Livesä rakenteiden sijoittaminen tehdään maastonmuokkausten avulla ja sovellus mallintaa rakenteiden vaikutusta tulvatilanteeseen.

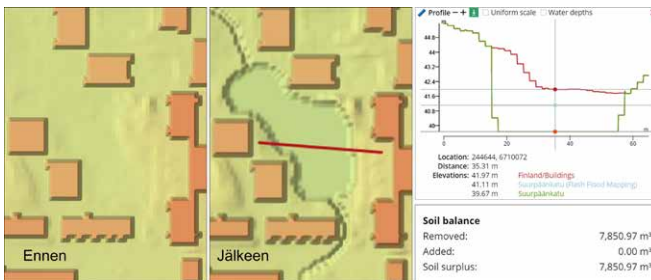
Kuvassa 5 tulvarakenteita on



Kuva 4. SCALGO Live havainnollistaa tulvaesiintymät, valuma-alueet ja virtausreitit. Osavaluma-alueella 1 tulvan suuruus on 7 400 m³, 2 600 m³ alueella 2 ja 3 000 m³ alueella 3. Virtausreittien yksityiskohtia muunnellaan liukusäätimen avulla. Kuvassa näytetään virtausreitit, joiden valuma-alue on minimi 0.5 ha.



Kuva 5. Varissoon valuma-alueella on pitkälti hyödynnetty olemassa olevia virtausreittejä, joihin on lisätty altaita tulvavesien varastointiin ja viivyttämiseen.



Kuva 6. Esimerkki uoman profiilista. SCALGO Livessä rakenteiden mitoituksia voidaan muokata profiilityökalun avulla ja maastomuokkauksen yhteenvedo avustaa kustannusarvioiden laatimisessa.



Kuva 7. Kuvat vasemmalla: Enghave-puistossa, Kööpenhaminassa (valmistunut syksyllä 2019), urheilukenttää on laskettu 3 metrin syvyydelle mahdollistaen tulvavesien varastoimisen. Puiston vanha allasta on myös muokattu niin, että vesiä voi ohjata altaaseen rankkasateella. Yhteensä puistossa voi varastoida 24 000 m³. Kuva oikealla: Täsinge plads on Kööpenhaminan ensimmäisiä tulvarakenteita (valmistunut 2014) ja on saanut paljon huomiota myös kansainvälisesti. Puistossa voi varastoida noin 7 000 m³.

sijoitettu Varissuon valuma-alueelle. Esimerkkiskenaario perustuu ainoastaan maastoanalyysiin ja paikallisia olosuhteita liittyen esimerkiksi maankäyttöön ei ole huomioitu. Alueelle on ensisijaisesti lisätty varastointia tulva-altaiden avulla ja altaat on liitetty yhteen uomilla ja rummuilla. Alueen ulkopuolelle on lisätty allas, josta vesi ohjataan eteenpäin. Skenaarioita voi tarpeen mukaan laatia monia, jolloin päätöksenteossa voidaan vertailla eri mahdollisuuksia.

Kuvassa 6 on lähikuva altaasta ja uomasta, joka on sijoitettu ja mitoitettu maastonmuokkauksen avulla. Maastonmuokkauksen yhteenvedoita käytetään alustaviin kustannusarvioihin (Soil balance)

ja profiilityökalan avulla rakenteiden mitoituksia voidaan muokata.

TULVARAKENTEET VIRKISTÄVÄT KAUPUNKIKUVAA

Tiiviissä kaupunkiympäristössä on haastavaa löytää tilaa tulvavesien hallintaan. Tanskassa on otettu käyttöön muun muassa puistoja, toreja ja parkkipaikkoja tulvien hallintaan. Tämä lisää vaatimuksia tulvarakenteiden ulkonäköön, turvallisuuteen ja toiminnallisuuteen.

Kuva 7 esittelee joitakin Kööpenhaminassa rakennettuja tulvarakenteita. Tulvarakenteiden tarkemmassa suunnittelussa painotetaan kaupunkiympäristön viihtyvyyden parantamista, jol-

loin tulvahallinnan investoinnit tuottavat lisähyötyjä (esim. lisääntynyt biodiversiteetti, virkistys, viihtyvyys ym.).

Jotta kaupunkisuunnittelussa mahdollistetaan lisähyötyjen maksimointi, monitieteellistä yhteistyötä kannatta rohkaista. Tanskassa SCALGO Liveä käytetään eri tieteenaloilla (maisma-arkkitehtuuri, hulevesisuunnittelu, liikennesuunnittelu ym.) ja sovellusta hyödynnetään ideoiden jakamiseen ja alustavaan arviointiin. Parhaimmillaan tulvarakenteet voivatkin virkistää kaupunkikuvaa huomattavasti ja siinä on Tanskassa monesti onnistuttu. **ril**



ALAN YHTEENTOIMIVUUTTA EDISTETÄÄN YMPÄRISTÖMINISTERIÖSSÄ

Rakennettuun ympäristöön liittyy runsaasti yhteiskunnan kannalta tärkeää tietoa, jonka on oltava helposti saatavilla sekä yhteentoimivaa. Yhteentoimivuudella tarkoitetaan sitä, että eri tahot ymmärtävät yhteiset käsitteet samalla tavalla, eikä informaation merkitys muutu, kun tietoa siirretään eri tietojärjestelmien välillä.

Tiedonhallintalaki (HE 284/2018 vp) edellyttää ministeriöitä ylläpitämään yhteentoimivuuden linjauksia omalla toimialallaan. Ympäristöministeriö, joka vastaa lain toimeenpanosta rakennetun ympäristön tiedon osalta, on asettanut joulukuussa 2019 yhteistyöryhmän edistämään tätä työtä. Käytännössä kansalliselle Yhteentoimivuusalustalle (yhteentoimiva.suomi.fi) luodaan yhteiset harmonisoidut tiedon määrittelyt: keskeiset käsitteet kuvataan sanastoissa ja tiedon rakenteet määritellään loogisten käsite- eli tietomallien ja koodistojen avulla.

Rakennetun ympäristön tiedon yhteistyöryhmän tavoitteena on varmistaa, että rakennetun ympäristön tietojärjestelmissä ja prosesseissa liikkuva tieto on yhteentoimivaa. Toisin sanoen tieto pitää ymmärtää samalla tavalla järjestelmästä ja käyttäjästä riippumatta. Tätä kutsutaan semanttiseksi yhteentoimivudeksi.

Toinen tärkeä tekijä on tiedon oikeudellinen yhteentoimivuus. Se tarkoittaa, että lainsäädäntö ei saa estää yhteentoimivuuden toteutumista. Tämä edellyttää, että lain valmistelussa ollaan tietoisia siitä, minkälaisia vaikutuksia säädöksillä on eri tietojärjestelmiin ja niiden sisältöihin. Tätä kautta yhteentoimivuus liittyy myös käynnissä olevaan maankäyttö- ja rakennuslain uudistukseen.

Yhteentoimivat tiedon määrittelyt koskevat myös lainsäädännön käsitteitä. Tavoitteena on, että käsitteet ymmärrettäisiin mahdollisuuksien mukaan samalla tavoin eri lakien puitteissa. Mikäli määrittelyt poikkeavat toisistaan, asia olisi kuvattava selvästi yhteentoimivuusalustan sanastoissa.

Ympäristöministeriö on mukana kehittämässä niin sanottua lakieditoria, joka mahdollistaa tulevaisuudessa koneluettavien säädöstehtien tuottamisen. Lakieditorin avulla

säädöksissä käytetyt termit voidaan linkittää Yhteentoimivuusalustan Sanastot-työkalussa määrittelyihin käsitteisiin, jolloin tieto termin määritelmästä tulee näkyviin lain soveltajille ja loppukäyttäjille.

Yhteentoimivuustyössä sovellettava yhteentoimivuusalusta mahdollistaa sanastojen, koodistojen ja tietomallien yhteiskehittämisen. Ympäristöministeriö on jo muutaman vuoden ajan tuottanut alustalle yhteistyössä alan toimijoiden kanssa rakennetun ympäristön käsitteiden määrittelyjä. Sanastotyön ohella viimeisen vuoden aikana on laadittu myös useita loogisia tietomalleja ja niihin liittyviä koodistoja. Seuraava askel on harmonisointityön aloittaminen, ja se onkin yhteistyöryhmän tärkein tehtävä.

Kun tarvittavat määrittelyt on saatu yhteentoimivuusalustalla harmonisoitua, toimijoiden on helppo varmistaa niiden avulla omien tietojärjestelmiensä ja palveluidensa yhteentoimivuus muiden järjestelmien, kuten valtion hallintoimien rekistereiden kanssa.

Vaikka yhteentoimivuuden määrittely ja harmonisointityö on vielä kesken, toimijat voivat jo nyt käyttää

LISÄTIETOA RAKENNETUN ympäristön tiedon yhteentoimivuudesta ympäristöministeriön verkkosivulla: www.ym.fi/yhteentoimivuus



PILVI NUMMI

arkkitehti, tohtorikoulutettava
Aalto-yliopisto, Insinööritietei-
den korkeakoulu, Rakennetun
ympäristön laitos. Nummi
työskenteli ympäristöminis-
teriössä yhteentoimivuuden
erityisasiantuntijana joulukuun
2019 loppuun asti.

alustan työkaluja omien tietojensa kuvaamiseen laatimalla niin sanotuja soveltamisprofileja, jotka hyödyntävät alustalla olevia rakennetun ympäristön tietokomponentteja ja sanastoa. Tietojen yhteentoimivuus paranee sitä mukaa, kun määrittäviä tuodaan yhteentoimivuusalustalle ja yhteensovittamisen tarpeet nostetaan yhteistyöryhmän käsiteltäväksi.

Rakennetun ympäristön tiedon yhteentoimivuuden yhteistyöryhmässä toteutuu hallinnon rajat ylittävä yhteistyö. Mukana ryhmässä on kuntien ja valtionhallinnon sekä yksityiseltä sektorilta kiinteistö- ja rakentamisan ja maankäytön suunnittelun edustajia. Koska varsinaisen yhteistyöryhmän jäsenmäärä on rajattu, perustetaan sen alaisuuteen teemaryhmiä, jotka ovat avoimia kaikille yhteentoimivuuden kehittämisestä kiinnostuneille. **ril**

RAKENNETUN ympäristön rekisterin ja tietöalustan valmistelun tueksi järjestettiin loppuvuonna 2019 sidosryhmätilaisuuksien sarja. Kierroksella saatiin paljon ideoita, ja juuri yhteentoimivuuden nähtiin muodostavan koko hankkeen ytimen.

Osana info- ja keskustelutilaisuuksia sidosryhmiltä kysyttiin mitä uuden rekisterin ja tietöalustan valmistelussa tulisi huomioida. Ideoita ja kommentteja kaikille avoimelle ideaseinalle kertyi kaikkiaan 250.

Vastaajat ovat yksimielisiä siitä, että rakennetun ympäristön tiedon tulee rakentua yhteisten tietomallien, käsitteiden ja toimivien rajapintojen varaan. Tärkeimmiksi toiminnallisiksi tarpeiksi nähdään luotettavien kaava- ja rakennustietojen saaminen eri toimijoiden käyttöön. Tiedon omistajien tulisi pystyä ylläpitämään tietojaan alustalla, mikä asettaa haasteita muun muassa hallintaperiaatteille ja roolituksille.

Yhteistyötahoiksi vastaajat tunnistavat laajan toimijoukon, kuntien mukanaolo nähdään kriittisen tärkeäksi. Vastaajat toivovat avointa valmistelua ja olemassa olevien yhteistyöryhmien hyödyntämistä. Säännölliset, tiheät tilannekatsaukset koetaan tarpeelliseksi, ja viestintää toivotaan muistakin asioista kuin valmiista tuotoksista.

Teknisesti toivotaan tukeutumista uusimpiin standardeihin ja rajapintateknikoihin. Vastaajat uskovat suurten toimijoiden pystyvän liittämään tietonsa osaksi alustaa, mutta pienien toimijoiden osalta tilanne koetaan haasteellisemmaksi, ja tukea tarvitaan enemmän.

Isoimmiksi kompastuskiviksi vastaajat kokevat edessä olevan työn suuruuden ja keskeisten hyötyjen sivuuttamisen valmistelun alkuvaiheessa. Ratkaisuksi haasteisiin nähdään ketterä eteneminen pienissä palasissa sekä ilmeisimpien hyötyjen ottaminen valmistelun lähtökohdaksi. *Lähde: YM*

TEXT: Jarek Kurnitski, Tallinn University of Technology

NZEB REQUIREMENTS IN NORDIC COUNTRIES



JAREK KURNITSKI

is a Professor at Tallinn University of Technology and at Aalto University. He is the leader of Estonian Center of Excellence in Research ZEBE, Zero Energy and Resource Efficient Smart Buildings and Districts. Kurnitski is internationally known for the preparation of technical definitions for nearly zero energy buildings through many activities in REHVA Technology and Research Committee and contributions to European standards. He has been deeply involved in the work to improve the energy efficiency of the built environment in Estonia and Finland with major contribution in the development of energy calculation frames for present energy performance regulations.

National NZEB (nearly zero energy building) values are challenging to compare because of differences in primary energy factors, energy flows included and input data. A reference apartment building was set up to benchmark NZEB requirements against European Commission's NZEB recommendation. Only one national requirement out of four complied with the recommendation whereas the other ones showed significant deviation by the factor of 1.3–1.7.

DEADLINES for nearly zero energy buildings (NZEB) set in EPBD [1] have practically reached. In public buildings the requirement is already in force and from January 2021 all new build construction should reach the target NZEB as defined at national level. From January 2021 means that the building handed over and getting the use permit should be NZEB. Therefore, NZEB requirements have been applied 1–2 year earlier as national deadlines are connected to building permit application. In the countries analysed, NZEB requirements are in force since the 1st of January 2020.

Since the comparison and assessment of national NZEBs is challenging, the European Commission (EC) published EU 2016/1318 recommendations [2], to ensure that NZEB targets are met by 2020. These reflect the EC concerns regarding unambitious national NZEB targets and the little

time left to deliver NZEB.

The EC stressed the high level of ambition required in the national definitions of NZEB, which should not be below the cost-optimal level of minimum requirements. Similarly, the EC recommended the integration of renewables in buildings and optimal indoor environment to avoid low levels of indoor air quality and comfort for building users. To make easier the achievement of the NZEB ambitions, the EC set benchmarks for NZEB primary energy use in four climate zones for new office buildings and single-family houses, as shown in **Table 1**.

The primary energy values in Table 1 have been calculated from delivered energy without considering on-site renewable energy generation. Net primary energy is obtained when on-site renewable energy generation is subtracted. For Nordic residential buildings

NZEB LEVEL OF ENERGY PERFORMANCE	MEDITERRANEAN Zone 1: Catania (others: Athens, Larnaca, Luga, Seville, Palermo)	OCEANIC Zone 4: Paris (Amsterdam, Berlin, Brussels, Copenhagen, London, Prague)	CONTINENTAL Zone 3: Budapest (Bratislava, Ljubljana, Milan, Vienna)	NORDIC Zone 5: Stockholm (Helsinki, Tallinn, Riga, Gdansk, Tovarene)
Offices, kWh/(m ² a)				
net primary energy	20-30	40-55	40-55	55-70
primary energy	80-90	85-100	85-100	85-100
on-site RES primary energy	60	45	45	30
New single-family houses, kWh/(m ² a)				
net primary energy	0-15	15-30	20-40	40-65
primary energy	50-65	50-65	50-70	65-90
on-site RES primary energy	50	35	30	25

Table 1. European Commission's recommendations for NZEBs in different climate zones [2].

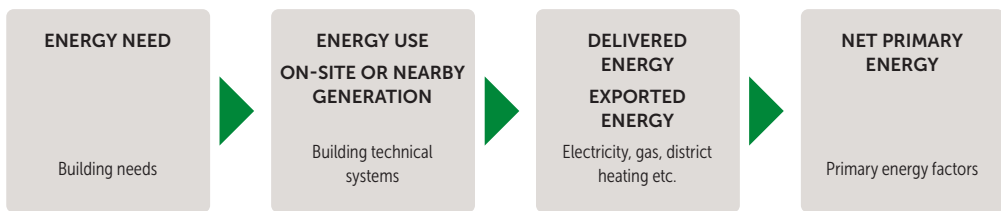


Figure 1. Energy calculation steps to obtain net primary energy EP-value.

	ENERGY FLOWS INCLUDED	NZEB KWH/ (M2 A)	NZEB, HVAC ONLY^a	PRIMARY ENERGY FACTOR
EU Nordic [2]	Heating, DHW, ventilation, auxiliary	65	65	Electricity 2.3 District heating 1.3 Natural gas 1.1
Estonia [4, 5]	Heating, DHW, ventilation, auxiliary, lighting, appliances	105	47	Electricity 2.0 District heating 0.65 Natural gas 1.0
Finland [6]	Heating, DHW, ventilation, auxiliary, lighting, appliances	90	56	Electricity 1.2 District heating 0.5 Natural gas 1.0
Sweden [7]	Heating, DHW, ventilation, auxiliary, facility lighting	85	82	Electricity 1.6 District heating 1.0 Natural gas 1.0
Norway [8, 9]	Heating, DHW, ventilation, auxiliary, lighting, appliances	95	66	-

Table 2. National NZEB requirements and primary energy factors for apartment buildings. EU Nordic primary energy factors are default values from ISO 52000-1:2017 [3].

^a NZEB, HVAC only is the primary energy requirement from which the contribution of appliances (small power plug loads) and lighting is excluded.

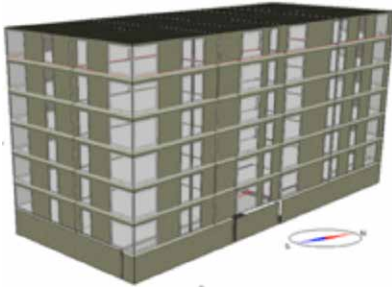


Figure 2. Simulation model of the reference apartment building.

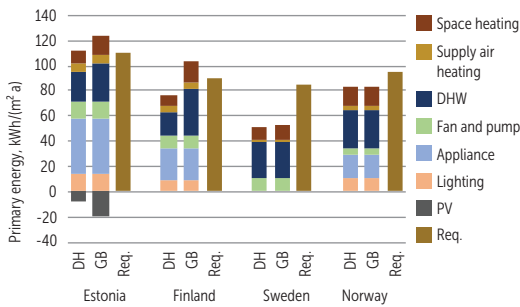


Figure 3. Delivered energy of the reference apartment building calculated with national input data and climate. DH = district heating, GB = gas boiler.

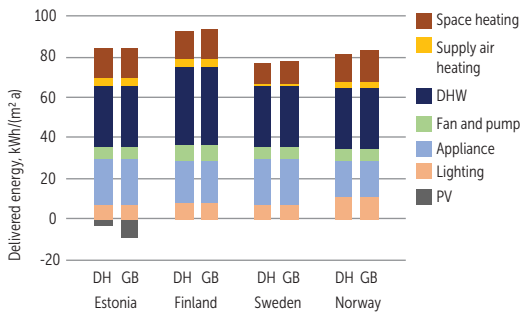


Figure 4. Primary energy of the reference apartment building calculated with national input data and climate. DH = district heating, GB = gas boiler.

the upper limit energy performance (EP) value is $EP=90-25=65$. In this calculation, all on-site renewable energy generation is taken into account, independently is it used in the building or exported. Energy calculation steps needed for the net primary energy calculation are shown in **Figure 1**.

The net primary energy values in Table 1 cannot be directly compared with national NZEB values shown in **Table 2** because of different primary energy factors, input data and energy flows included. aNZEB, HVAC only is the primary energy requirement from which the contribution of appliances (small power plug loads) and lighting is excluded.

VARIATION IN THE REQUIREMENTS

To distinguish the countries with the easiest requirements to the strictest ones, and to assess the compliance with EC recommendations the analyses were performed for the reference apartment building as follows:

1. The reference apartment building was set up so that it closely corresponded to EC primary energy recommendation with standard use input data from the EN 16798-1:2019 [10] including ventilation, appliances and lighting and occupancy schedules;
2. The energy use of the reference building was simulated with the national input data and corresponding climate files of four selected North European countries;
3. The building and system parameters were changed so that as close as possible compliance with the national NZEB re-

	EU	ESTONIA	FINLAND	SWEDEN	NORWAY
Occupant, m2/person	28.3	28.0	28.0	28.0	78.0
Appliances, W/m2	3.0	^a 3.0	4.0	4.4	3.0
Lighting, W/m2	9.0	8.0	9.0	8.0	1.95
Usage time	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00
Ventilation operation hour	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00	0:00-24:00
Lighting usages rate	0.14	0.1	0.1	0.1	0.67
Occupancy usages rate	0.6	0.6	0.6	0.6	0.67
Appliance usages rate	0.6	0.6	0.6	0.6	0.67
Domestic hot water use, kWh/m2 a	25	30	38	29	29.8
Ventilation rate, l/m2 s	0.5	0.5	0.5	0.35	0.33
Heating set point, °C	20	21	21	21	21
Boiler efficiency, gas boiler, -	0.95	0.95	1.0	0.95	0.86
Boiler efficiency, district heating, -	1.0	1.0	0.97	1.0	0.98
Distribution & emission efficiency, -	0.91	0.97	0.85	0.97	0.97
Circulation pump, kWh/(m2 a)	2.0	0.5	2.0	2.0	2.0

Table 3. EN 16798-1:2019 and national energy calculation input data.

^a Internal heat gain value which is divided by factor 0.7 in order to obtain the electricity use

quirements was achieved;

- The national NZEB configurations given at step 3 were used for energy simulations fed with the EN 16798-1:2019 input data and the ISO 52000-1:2017 primary energy factors in order to assess the compliance with the EC recommendation.

A reference apartment building with seven stories as shown in Figure 2 was used. The net floor area, envelope area and windows area were 3071, 2787, and 694 m², respectively. To comply with EC EU Nordic EP=65, the following configuration was used:

- The specific fan power (SFP) was 1.5 kW/(m³/s) and the balanced heat recovery ventilation system with electric reheating coil was operated 24 hours a day;
- The heat recovery tem-

perature ratio was 80 % with a minimum exhaust air temperature limit of 0 °C to avoid frosting;

- The U-value of the external walls, roof, external floor, and internal floor were 0.14, 0.1, 0.12, and 1.5 W/(m² K), respectively;
- Three-glazed windows with a total U-value of 0.9 W/(m² K), and solar heat gain coefficient of 0.45 were used;
- The linear thermal bridge between the external walls and the internal slab, the external walls, the roof, the external slab, windows perimeter, and the roof and the internal wall were 0.06, 0.03, 0.05, 0.05, 0.024 and 0.024 W/(m K), respectively;
- The leakage rate of the building envelope was 1.0 m³/(h m²) at pressure difference of 50 Pa. With this configuration and EU

input data (**Table 3**) the reference building with gas boiler and Estonian TRY climate file resulted in 65.9 kWh/(m² a) primary energy. (**Figure 2**)

The energy calculation input data and systems' efficiencies are shown in **Table 3**. DHW values include typical losses, and for Sweden, an additional heating energy use of 4 kWh/(m² a) of window airing was taken into account according to [7]. A well-validated simulation software IDA-ICE 4.7 was used to perform dynamic whole year simulations. More details of the analyses are reported in [11].

Delivered energy results of the reference building simulated with national input data (**Table 3**) and climate files are shown in **Figure 3**. Swedish and Norwegian slightly lower ventilation rate values, high

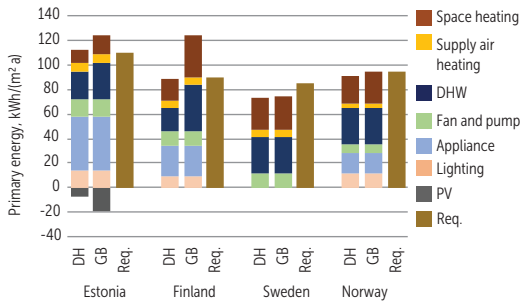


Figure 5. Primary energy in NZEB apartment buildings with changed technical solutions aiming to close compliance with national NZEB requirements.

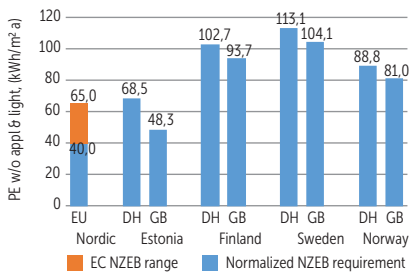


Figure 6. National input data and primary energy normalized national NZEB requirements. Estonian TRY climate file was used for all countries as a reasonable climate normalization within the same climatic zone.

DHW value of Finland and also climate differences explain the difference brought by national input data. In Estonia, it was needed to add on-site electricity generation in order to reach Estonian national requirement. When calculating primary energy, the lowest primary energy factors in Finland and the exclusion of lighting and appliances in Sweden affect the results, **Figure 4**. In Norway, 1.0 factors for all energy carriers were used as primary energy factors are not in use.

Primary energy values in Figure 4 are below national limits for Finland, Sweden and Norway. For Finland, the results with district heating were considered only, because the gas boiler result is rather theoretical as gas networks are almost not existing in Finland. In Estonia, especially with gas boiler, significant amount of photovoltaic has been needed to install in order to comply with national limit. Therefore in Finland, Sweden and Norway there is a room to change some technical solutions in order to end up with primary energy closer to the national NZEB requirements. The following changes were made and the results are shown in Figure 5:

In Finland, Sweden and Norway, the U-value for external wall, external floor and roof were increased to 0.2, 0.17, 0.14 W/(m² K) respectively, and glazing U-value was increased to 1.2 W/(m² K);

In Finland and Sweden, glazing U-value was increased to 1.6 W/m²K and the specific fan power of ventilation system was increased to 1.8 kW/(m³/s);

In Sweden, the heat recovery efficiency was decreased to 0.7. **(Figure 5)**

The results with changed technical solutions show that after Estonia, the Norwegian NZEB requirement can be considered as the second strictest regulation followed by Finland and Sweden, as a lesser number of changes were made in Norway than in the other two countries.

To compare national NZEB requirements with the EC recommendation, the reference building configurations with changed technical solutions (= national NZEB, Figure 5) were simulated with input data from the EN 16798-1 (Table 3) and primary energy factors from ISO 52000-1:2017 **(Table 2)**.

These final results with nor-

malized input data and primary energy factors show that the Estonian NZEB requirement is the only one which complies with EC recommendations, Figure 6. In the other three countries with the district heating the normalized primary energy was higher than the EC recommendation by approximately a factor of 1.3, 1.5, and 1.7, in Norway, in Finland, and in Sweden, respectively. **(Figure 6)**

CONCLUSIONS

The results show that because of differences in primary energy factors, energy flows included and input data, the national values cannot be directly compared, but an energy calculation with a reference building is needed for the comparison.

Benchmarking national NZEB requirements of apartment buildings against European Commission's NZEB recommendation showed that the Estonian NZEB requirement was the only one

complying with the recommendation.

With district heating, the other NZEB requirements were higher than the EC recommendation by a factor of 1.3, 1.5, and 1.7, in Norway, in Finland, and in Sweden, respectively.

The deviation is unexpectedly high in Finland and Sweden. Some explanation is provided by the fact that in these countries the draft regulation was much stricter than the final NZEB requirements. In Finland, very low primary energy factor values, and in Sweden, not including lighting and appliances, are the main technical reasons explaining a low ambition of the requirements. **ril**

REFERENCES [1] Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, 2018. [2] Recommendations - Commission recommendation (EU) 2016/1318 of 29 July 2016 on guidelines for the promotion of nearly zero-energy buildings and best practices to ensure that, by 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings.. [3] ISO 52000-1:2017 Energy performance of buildings – Overarching EPB assessment –Part 1: General framework and procedures. ISO 2017. [4] Hoone energiatõhususe miinimumnõuded, MKM m63, 2019 <https://www.riigiteataja.ee/akt/122082019005> [5] Hoone energiatõhususe arutamise metoodika, MKM m58, 2019 <https://www.riigiteataja.ee/akt/122082019005> [6] Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, 2017 [7] Boverkets byggregler, BBR, BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2017:5 [8] Standard Norge, SN/TS 3031:2016, in: Energy performance of buildings. Calculation of energy needs and energy supply, 2016 [9] Direktoratet for Byggkvalitet, Byggeteknisk forskrift (TEK17), in: 14-2. Krav til energieffektivitet, 2017. [10] EN 16798-1:2019 Energy performance of buildings - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics - Module M1-6. CEN 2019. [11] Kurnitski, J.; Ahmed, K.; Hasu, T.; Kalamees, T.; Lolli, N.; Lien, A.; Thorsell, J.; Johansson, J. (2018). NZEB energy performance requirements in four countries vs. European commission recommendations. Proceedings of the REHVA Annual Meeting Conference, Low Carbon Technologies in HVAC 23 April 2018, Brussels, Belgium. <https://www.rehva2018atic.eu/>



VIERUMÄEN HUVILALLA VIIHDYTÄÄN SUKUPOLVESTA TOISEEN



RILIN jäsenten vapaa-ajanjäseniä kuuluu Vierumäen Urheiluo-
piston läheisyydessä sijaitseva
RIL-Säätion omistama huvila.

Vuonna 2007 käyttöönottettu
huvila on todella suosittu ja sen
käyttöaste on noin 81 %. Noin seit-
semän prosenttia RILin jäsenis-
töstä on hyödyntänyt mökkietua
ja jäsenyytyväisyysselvityksessä kah-
deksan prosenttia vastanneista il-
moitti mökin hyväksi jäseneduksi.

"Käytännössä ainoastaan hiih-
to- ja golfkauden välisenä aikana
on hiljaisempaa, siinä missä esi-
merkiksi kesäaikaan tulee todella
paljon varauksia", RILin hallinto-
päällikkö **Pia Vasko** toteaa.

ARPAONNI VIE HUVILALLE

Huvilan varaukset toteutetaan
kaksi kertaa vuodessa arvonnal-
la. Ajankohdat arvotaan pari kuu-
kautta ennen kunkin kesä- ja tal-
vikauden alkua. Arvontaan osal-
listuva jäsen saa esittää kolme toi-
vomusta mieluisista lomailuajan-
kohdista.

"Arvonta ei suosi ketään, vaan
uudet ja vanhat varaajat ovat sa-
malla viivalla", Vasko muistuttaa.

TILAA ISOLLEKIN SEURUEELLE

Hyvin varustellusta mökissä on
makuupaikat kahdeksalle henki-

lölle ja näiden lisäksi on mahdol-
lista järjestää jopa neljä lisävuo-
detta.

Vasko käy tarkistamassa mökin
ja sen irtaimiston kunnan sään-
nöllisesti, varaa tarvittavat huol-
lot ja hoitaa täydennykset. Kaikki
huvilan varauksista tulleet tuotot
kohdennetaan huvilan ylläpitoon.
Huvila onkin hyvässä kunnossa –
suurempia remonteja ei ole vielä
tarvinnut tehdä, mutta niidenkin
aika tulee vastaan.

"Astianpesukone on hajonnut
kaksi kertaa ja sekin vielä epäon-
nisesti saman käyttäjän huvila-
vuorolla", Vasko kertoo.

Erytyskiitoksen hän haluaa
antaa RILin jäsenille, jotka myös
osaltaan huolehtivat huvilan kun-
nosta.

"Ainoastaan grillin kunnossa
on vähän huomauttamisen varaa",
hän naurahtaa.

Vasko nostaa huvilan hauskak-
si yksityiskohdaksi sen vieraskir-
jan, joka on ollut huvilalla alusta
asti. Vieraskirjasta voi tutkia vuo-
sien kuluu – esimerkiksi joidenkin
perheiden lapsenlasten merkintö-
jä löytyy kymmenen vuoden ajal-
ta.

"Kenties myös vuosikymmenen
erilaiset sääolosuhteet kävisivät
selville vieraiden kuulumisiin sy-
ventymällä", hän pohtii.



Huvilan metsään rajautuva tontti tarjoaa loistavat yhteydet ulkoilumaastoihin ja suunnistusreitteihin. Lisäksi vierailta on käytössään kaksi Jopoa, joiden avulla lähiympäristö tulee helposti tutuksi.

Huvila sijaitsee lähellä Vierumäen Urheiluopiston palveluita. Uusia huviloita rakennetaan, eli alueen kehitykseen uskotaan vahvasti. **ril**

HALUAISITKO huvilalle?

Kesäkaudelle 2020 (4.5.–2.11.) on vielä vapaita aikoja! Ota yhteyttä osoitteeseen pia.vasko@ril.fi ja lue lisää huvilasta: www.ril.fi/vierumaki

MUISTA myös golfetu

RILin jäsenillä on mahdollisuus pelata golfia Vierumäen Cooke-kentällä 50 %:n greenfee-hintaan. Jäsen voi varata käyttöönsä 1–4 kpl RILin monikäyttöpeli oikeutta / päivä. Peli oikeuksien käyttöä ei ole sidottu huvilassa majoittuvien etuoikeudeksi.

Jäsenetuhinnan ja varauksen saa tehtyä esittämällä RILin jäsenkortin tulokortin noutamisen yhteydessä. Peliajat varataan normaalisti caddiemasterilta ja varausta tehdessä tulee mainita RILin jäsenyys.



VIISI VUOSIKYMMENTÄ RIL-SENIOREIDEN AKTIIVISTA TOIMINTAA

RILin jäsenryhmistä niin tapahtuma- kuin osanottajamäärien perusteella aktiivisin jaosto RIL-Seniorit täyttää tänä vuonna 50 vuotta.

16 RILin jäsentä saapui keväällä 1970 kokoukseen silloiseen RILin toimistoon Helsingin Meritullinkadulle. RIL-Senioreiden toiminnan aloittavan kokouksen olivat kutsuneet koolle kolme RILin aktiivijäsentä; Osmo Tanner, Eino Stähle ja Gustaf Thelestam.

Ensimmäisen senioreiden johtoryhmän puheenjohtajana toimineen Matti Janhunen poika, itsekin senioreiden kunniapuheenjohtaja **Petri Janhunen**, arvioi syyksi seniorijaoston perustamiseen 70-luvulla erittäin tiiviin ammatillisen yhteisön halun jatkaa yhteydenpitoa myös eläköitymisen jälkeen.

”Tuntuu, että ihmisillä on tätä nykyä paljon enemmän menoa ja harastuksia, joten muutos työelämästä eläkkeelle oli myös silloin suurempi kuin nykyään. Silloin ajan käyttö oli ehkä myös ammattikeskeisempää”, Janhunen toteaa.

PUOLISOT MUKANA TOIMINNASSA

RIL-Senioreiden tapahtumat voidaan luokitella karkeasti kolmeen ryhmään. Yhden näistä muodostavat moninaiset kulttuuritilaisuudet, kuten esimerkiksi teatteriesitykset,

opastetut taidenäyttely-kierrokset sekä ooppera- ja musiikkiesitykset. Kulttuuritapahtumiin ja ylipäättään lähes kaikkiin senioreiden tilaisuuksiin ovat aina olleet lämpimästi tervetulleita myös senioreiden puoliset sekä lesket, mikä varmasti on osaltaan yksi tapahtumien suosiota ylläpitävistä seikoista.

Osa tapahtumista nojautuu edelleen ammatilliseen mielenkiintoon. Tähän ryhmään kuuluvat yritysreitit ja ekskursiot työmaille. Näihin tapahtumiin voidaan lukea myös perinteiset, noin kerran kuukaudessa Helsingin Suomalaisella Klubilla järjestettävät lounasesitelmät, joiden otsikot kattavat laajan kirjon aiheita poliitikasta tekniikan kehitykseen.

Lisäksi seniorit järjestävät runsaasti matkoja niin Suomen rajojen sisällä kuin ulkomailla. RIL-Senioreiden ensimmäinen ulkomaanmatka tehtiin naapurimaahamme Viroon jo vuonna 1973. Tämän jälkeen ulkomaanmatkat ovat kuuluneet joka vuotiseen toimintaan; tänä vuonna seniorit matkustavat muun muassa Japaniin ja Kroatiaan.

Aiemmin esimerkiksi senioreiden johtoryhmän sihteerinä toiminut **Markku Arvilommi** oli 2000-luvulla mukana järjestämässä useita senioreiden ulkomaanreissuja.

”Tapahtumia muistellessa totesin vain, että kun on näin mieletön määrä tarjontaa, on vaikea palaut-

taa mieleen mitään tiettyä yksittäistä matkaa. Eihän tällaista vastaavaa toimintaa ole käsittäkseni missään muualla järjestötasolla.”

Vuonna 2019 seniorit järjestivät yhteensä noin 60 tapahtumaa, joissa oli yhteensä noin 2 000 osallistujaa.

HISTORIAN TALLENNUS OSANA TOIMINTAA

Janhunen toteaa RIL-Senioreiden toiminnan ensisijaiseksi tavoitteeksi jäsenten hyvinvoinnin lisäämisen. Seniorit ovat myös tehneet runsaasti töitä alan historian kokoamisen ja tallentamisen parissa.

Esimerkiksi vuonna 1984 RILin täyttäessä 50 vuotta julkaistiin RILin ja alan historiaa käsittelevä teos ”50 rakentamisen vuotta”. Kirjan 43 artikkelista 22 oli senioreiden kirjoittamia. Vuonna 2013 senioreiden johdolla julkaistiin alan vientitoimintaa ja kansainvälistymistä käsittelevä teos ”Rakentajat maailmalla – Vientirakentamisen vuosikymmenet”.

Tänä syksynä julkaistaan jälleen senioreiden johdolla tuotettu juhla-vuosikirja ”Laskutikusta virtuaalitekniikkaan – rakennusinsinöörin työn muutos 1960-luvulta 2020-luvulle”. Kirja kuvaa rakennusinsinöörin työroolin, työolojen sekä työvälineiden kehittymistä vuosikymmen-ten aikana.

Alan historiaa on tallennettu senioreiden toimesta merkittävässä



määrin myös niin sanottujen henkilöhistoriikkien muodossa. Vuodesta 1980 lähtien toiminut Historyaryhmä (ent. Historiatoimikunta) pyytää säännöllisesti alan toimijoita kirjoittamaan urastaan vapaamuotoisia kirjoituksia ja arkistoi tekstit talteen. Tähän päivään mennessä henkilöhistoriikkeja on kerätty ja tallennettu kunnioitettavat 195 kappaletta. Historyaryhmä on nimestään huolimatta ajan hermolla; kaikki henkilöhistoriikkien tiivistelmät ja muu kerätty julkinen materiaali siirrettiin viime vuonna RILin verkkosivuille jäsenten tutkittavaksi.

AKTIIVIJÄSENET TOIMINNAN PERUSTANA

RIL-Seniorit pitivät aiempina vuosikymmeninä tiiviisti yhteyttä myös Ruotsin suuntaan, SVR:n*, eli Ruotsin tie- ja vesirakentajien liiton, eläkeläisjaostoon. 80-luvun lopulla alkanut yhteistyö sisarjärjestön kanssa oli säännöllisintä 2000-luvulla, jolloin monipäiväisiä yhteisiä tapaamisia joko Ruotsissa tai Suomessa järjestettiin vähintään joka toinen vuosi.

Yhteydenpito kuitenkin hiipui 2010-luvun alussa.

”Yhteydenpito lopautti Ruotsin puolelta luultavasti siitä syystä, että ruotsalaisten aktiivinen johtohenkilö Lars Wuopio poistui toiminnasta, ja sen jälkeen SVR yhdistyi toiseen järjestöön. Jos Ruotsin päässä olisi

RIL-Senioreiden johtoryhmäläisiä helmikuussa 2020: (vasemmalta oikealle) pj Jaakko Heikkilä, Petri Janhunen, Markku Tuhola, Aarne Jutila, Juhani Katko, Olli-Pekka Poutanen, Heikki Teräsvirta, Kimmo Fischer, Pertti Sandberg, Pauli Haapakoski.

ollut aktiivista porukkaa, voin kuvitella, että yhteistyö olisi jatkunut hedelmällisenä”, Janhunen sanoo.

Vaikka yhteydenpito sisarjärjestön kanssa päättyi, vaikuttaa senioreiden toiminta kaikilla muilla osa-alueilla vain monipuolistuvan. Jäsenmäärä on kasvanut luonnollisesti suurien ikäluokkien eläköidytyä, mutta tapahtumien ja niihin osallistuneiden jäsenten määrä on kasvanut suhteessa enemmän mitä pelkkä senioreiden jäsenmäärän kasvu selittää.

Vaikka RILin toimistolta käsin hoidetaan muun muassa senioreiden tapahtumista tiedottamista ja ilmoittautumisten keräämistä, ei näin laajaa toimintaa olisi mahdollista ylläpitää ilman aktiivisia RIL-Senioreiden jäseniä, jotka käyttävät runsaasti aikaansa tilaisuuksien ideointiin ja järjestämiseen.

Tänä vuonna senioreiden värikäs toiminta huipentuu 29.10. järjestettävään 50-vuotisjuhlailaisuuteen, jota vietetään Helsingissä Vanhalla Ylioppilastalolla. Tilaisuudesta tiedotetaan tarkemmin kaikkia RILin jäseniä myöhemmin keväällä.

*Svenska Väg- och Vattenbyggares Riksförbund

HYVÄ RILin uusi seniorijäsen!

RIL-Senioreihin kuuluvat automaattisesti kaikki 63 vuotta täyttäneet RILin jäsenet ja ne RILin 55 vuotta täyttäneet jäsenet, jotka ovat eläkkeellä. Jos siis olet juuri täyttänyt jommankumman näistä ehdoista, alat saada RIL-Senioreille suunnattuja viestejä.

Tärkein tiedotusvälineemme on neljä kertaa vuodessa ilmestyvä ”Seniorikuulumiset”. Kuulumisista ja Senioreiden toiminnasta yleensä löytyy tietoa RILin sivuilta osoitteesta

www.ril.fi/seniorit

Senioreiden asioita hoitaa RILin toimistossa Jenni Ahola (puh. 050 408 0990, jenni.ahola@ril.fi). Huolehdihan siitä, että Jennillä on ajantasaiset yhteystietosi. Näin varmistat senioreiden tiedotteiden sujuvan saannin.

Löydät varmasti runsaasta ohjelmatarjonnasta itsellesi mieluisat tapahtumat. Tervetuloa joukkoomme!



ALAN NUORI OSAAJA



MIIKA

Ronkainen

IKÄ: 28

KOTI: Espoossa

VALMISTUNUT:

Oulun yliopistosta
DI:ksi vuonna 2016

Lue pidempi juttu
Miikasta Rakennus-
tekniikka-lehden
verkkosivuilta raken-
nustekniikkalehti.fi

Rakennusalan parissa työskentely ei ollut Miika Ronkaiselle opiskeluaikoina selvä valinta. Torniolainen, Oulun yliopistossa tuotantotaloutta opiskellut Ronkainen oli kiinnostunut monesta opetettavasta aiheesta.

”Saatoin jäädä luentojen jälkeenkin juttelemaan luennoitsijan kanssa, kun halusin tietää aiheesta enemmän.”

Erityisen innostavalta tuntui kuitenkin luento, jolla käsiteltiin vastikään Suomen rakennusallalle rantautunutta allianssimallia. Ronkainen kiinnostui Lean-ajattelusta ja sen hyödyntämisestä rakennusallalla - aiheesta, joka tuli yliopistossa tutuksi LCIFIN-ryhmähankkeissa, joiden tutkimusosuudesta tuotantotalouden osasto vastasi.

Kun oli aika päättää diplomityön aihe, Ronkaisen professori Harri Haapasalo otti yhteyttä Visoniin, josta Haapasalo uskoi löytyvän Ronkaiselle sopiva, rakennusprojektien kehittämiseen liittyvä aihe. Ronkaisen Visonille tekemässä diplomityössä käsiteltiin kiinteistö- ja rakennushankkeiden toteutusmuodon valintaa.

Nykyään Ronkainen toimii Visonilla liike-toimintajohtajana. Hän iloitsee siitä, että on

päässyt pienessä organisaatiossa alusta alkaen mukaan hyvin erilaisiin hankkeisiin, ja tekemään erityyppisiä asioita.

”On ollut allianssimalleja ja muita yhteistoimintahankkeita; ratikoita, sairaaloita ja voimalaitoksia. Olen tehnyt toteutusmuotoselvityksiä, ollut tilaajan apuna hankintavaiheessa ja auttanut projekteja kehittämään käytännön toimintaansa Leanimpaan suuntaan.”

Työelämässä Ronkaiselle on tärkeää päästä ideoimaan omaa tekemistään eteenpäin.

”Tämähan on erityisen tärkeää myös Leanissa – kunnioitetaan ihmisiä, otetaan heidät mukaan tekemään, sillä jokainen on itse oman työnsä paras asiantuntija.”

Nykyään Ronkainen keskittyy työssään projektikonsultointiin, valmennuspalveluihin ja näiden kehittämiseen. Ronkaisen kokeilunhalu on valttia kehitystyössä.

”Vuonna 2016 kuulin ensimmäisen keran Villego-simulaatiosta, jolla pystytään mallintamaan yhteistoiminnallista aikataulusuunnittelua ja hukan tunnistamista hankkeissa. Innostuin aiheesta, hankimme pelejä Suomeen, ja nyt olen ollut peluuttamassa jo toistasataa peliä.”



ril

jäsenedyys kannattaa

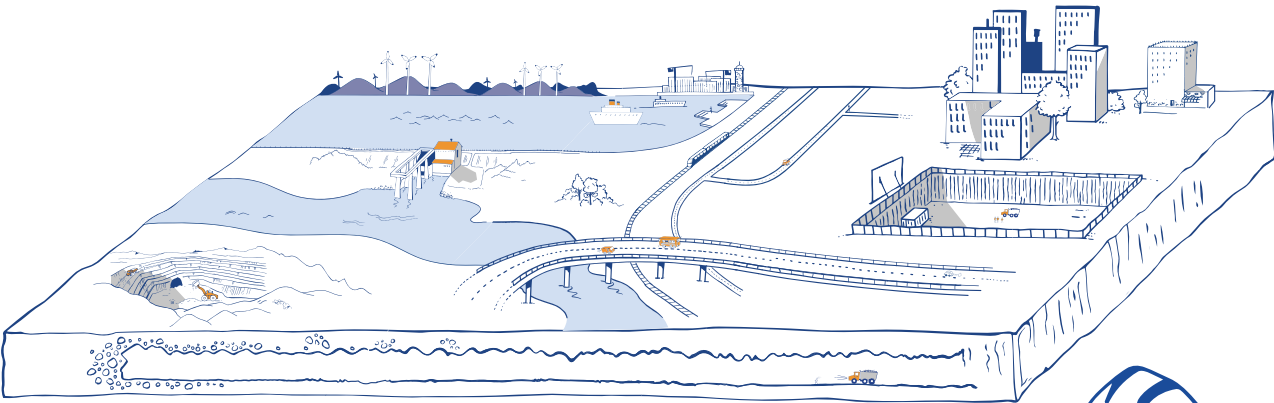
LEHDET Rakennuslehti, Tekniikka ja Talous, Rakennustekniikka **ALENNUKSET** RILin koulutuksista ja julkaisuista, RILin neuvottelemista vakuutuksista ja vapaa-ajan matkustamiseen liittyen **APURAHAT** työharjoitteluun ulkomaila sekä opinnoissaan erinomaisesti menestyneille Palkkasuosituksot teekkareille ja palkkatilastot kaikille jäsenille **MENTOROINTI** eri muodoissaan **AAMIAISTIETOISKUT** ajankohdaisista aiheista **JÄSENTAITOKOULUTUKSET** työelämätaidojen, kuten esiintymistaidon kohentamiseen **VASTUU- JA OIKEUSTURVA-VAKUUTUS JA JURISTIPALVELUT** kinkki-sempiin 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 150 koulutuspäivää!

WWW.RIL.FI/JASENEDUT

Infrarakenteiden automaattinen monitorointi

Ymmärrys ■ Turvallisuus ■ Säästöt



FinMeas
|||||

Valvomme puolestasi

