

RIL 267-2015

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Käyttäjälähtöinen älyrakennus

**– suunnittelu, rakentaminen,
käyttö ja ylläpito**



RILin julkaisuilla on oma kotisivu, joka löytyy osoitteesta www.ril.fi/kirjakauppa ko. kirjan kohdalta. Sinne on koottu tiedot julkaisun painoksista sekä mahdolliset lisäinformaatiot.

JULKAISIJA JA KUSTANTAJA:

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

MYynti:

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
Lapinlahdenkatu 1 AB, 4. krs, 00180 Helsinki
www.ril.fi

ISBN 978-951-758-598-9 (nid.)

ISBN 978-951-758-599-6 (pdf)

ISSN 0356-9403

Painopaikka: Tammerprint Oy, 2015

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi ja saattaminen yleisön saataviin on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman nimenomaista lupaa.

© Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Alkusanat

Viimeisten vuosisatojen aikana on rakentamisessa tapahtunut mullistavia muutoksia. Rakentamisessa on siirrytty luonnontuotteiden käytöstä yhä jalostetuimpiin teollisesti tuotettuihin rakenneosiin ja materiaaleihin, jotka ovat mahdollistaneet rakennuskannan määrän ja tason huimaa nousua. Taloteknisten järjestelmien kehittyminen on ollut vaikuttamassa rakennuksen käyttömukavuuden ja sisäympäristön tason parantamiseen. Seuraava merkittävä kehitysaskel on käyttäjälähtöisten älykkäiden rakennusten yleistyminen. Tässä ollaan vasta kehityksen alkuvaiheessa.

2000-luvun sähkö-, tieto- ja materiaalitekniikan nopea kehitys on antanut rakennus- ja kiinteistöalalle mahdollisuuden nostaa rakennusten ja sen lähiympäristön laatua ja toimivuutta aivan uudelle tasolle, kohti käyttäjän tarpeita vieläkin paremmin täyttävää "älykästä" elinympäristöä. Älykäs rakennus täyttää paitsi käyttäjän kasvavia tarpeita (mukavuus, terveellisyys, turvallisuus, tilatehokkuus, taloudellisuus, energiatehokkuus) myös yhteiskunnan tarpeita liittyen kestävän kehityksen vaatimuksiin (mm. energiatehokkuus).

Älykkään rakennuksen ominaisuuksien laaja ja hallittu käyttöönotto edellyttää alan kaikkien osapuolten osaamisen kehittymistä. Älykkääseen rakennukseen liittyvä kehitystyö kulkee kovaa vauhtia eteenpäin, jolloin uutta tietoa ja sovelluksia tulee jatkuvasti lisää. Tämä tekee aiheesta käsittelevän julkaisun laadinnan erittäin haastavaksi. Tästä syystä julkaisun ensisijaisena tavoitteena on alan asiantuntijoiden voimin kuvata älyrakennuksen yleisiä periaatteita sekä yleisiä suunnittelu-, toteutus- ja käyttötapoja, ei niinkään kaikkia mahdollisia käytännön sovelluksia. Lisäksi on käyttäjälähtöisyyden ja käyttäjäystävällisyyden kuvaamiseen ja hallintaan panostettu voimakkaasti.

Koska rakennuskanta uudistuu hitaasti, pelkästään uudisrakentamisella ei saavuteta kovin laajasti käyttäjälähtöisen älyrakennuksen mukanaan tuomia etuja. Olemassa olevien rakennusten saneerauksissa on potentiaalia käyttäjälähtöisyyden parantamiseen. Haasteena koko alalle onkin kehittää teollisia, taloudellisia ja käyttäjälähtöisiä älykkäitä rakenne- ja talotekniikkajärjestelmiä, jotka parantavat olemassa olevien alueiden sekä rakennusten toimivuutta ja ekotehokkuutta.

Ohjeen päätoimittaja ja pääkirjoittaja on Eino Rantala (Ekosto Oy). Kirjoitustyöhön ovat lisäksi osallistuneet Riika Mäkinen (luku 4.3), Veijo Piikkilä (luku 7, liite 3), Kari Siren (luku 9.6), Kalevi Piira (luku 11.2), Jukka Hast (luku 11.4), Maija Federley ja Anu Seisto (luku 12), Asko Sarja (luku 4.7) sekä RIListä Gunnar Åström.

Työtä on ohjannut ohjausryhmä, jonka jäseninä ovat olleet Janne Aittola, Juha Borenius, Antti Elonen, Jussi Hirvonen, Timo Huhtaluoma, Juuso Hämäläinen, Tomi Karjalainen, Heljä Korkeala, Harri Liukku, Harri Makkonen, Timo Mantila, Esko Matikainen, Jarmo Mäenpää, Jukka Mäkinen, Antti Pekkanen, Tapio Rask, Hannu Savella, Leena Sarell-Kankaanpää, Johan Stigzelius, Timo Tallus, Esa Varho, Tiina Vehviläinen, Eino Rantala ja Gunnar Åström (RIL), pj. Ohjausryhmän jäsenet ovat myös toimittaneet aiheeseen liittyvää materiaalia. RILin puolesta hankkeesta on vastannut Gunnar Åström.

Ohjeen rahoittajia ovat ABB Group, Abloy Oy, Ekonor Oy (Ouman Oy), Ensto Finland Oy, iLOQ Oy, Inspecta Oy, Lakea Oy, MX-electric Oy, Oras Oy, Schneider Electric Finland Oy, Teollisen korjausrakentamisen ryhmä (Cefo Oy, Puustelli Oy, Wareco Oy, Consti Oy, Sweco Oy, Talokeskus Oy, Valvontakonsultit Oy), Inwido Oy, Uponor Suomi Oy, Valopaa Oy ja Vercon Oy.

Ohje on ollut lausuntokierroksella ja saatu palaute on ollut erittäin tärkeä ohjeen viimeistelyssä.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL kiittää julkaisun laatijoita sekä kaikkia työhön osallistuneita henkilöitä, jotka ovat kannanotoillaan ja tiedoillaan vaikuttaneet ohjeen syntymiseen.

Elokuussa 2015

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL ry

Tuomas Särkilahti
puheenjohtaja

Helena Soimakallio
toimitusjohtaja

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	11
1.1	Ohjeen tavoite ja tarkoitus.....	11
1.2	Ohjeen kohderyhmä.....	11
1.3	Käyttäjälähtöisen älyrakennuksen kehitystä edistävät tekijät.....	12
2.	KÄYTTÄJÄLÄHTÖINEN ÄLYRAKENNUS	13
2.1	Yleistä	13
2.2	Älyrakennuksen osajärjestelmien ja niiden integroimisen hyödyt	16
2.3	Älyrakennuksen ja käyttäjän vuorovaikutus	19
2.3.1	Yleistä	19
2.3.2	Käyttäjälähtöisen älyrakennuksen reagointi käyttäjään	20
2.3.3	Käyttäjän roolit ja tarpeet	20
2.4	Käyttäjälähtöisen älyrakennuksen luokitusperiaatteet	20
2.4.1	Yleistä	20
2.4.2	Älyrakennusten luokitus – uudisrakennus.....	22
2.4.3	Älyrakennusten luokitus – olemassa oleva rakennus	24
2.5	Älyrakennuksen suunnittelu ja toteutus tietomallipohjaisesti	26
2.6	Käyttäjälähtöisen älyrakennuksen haasteet ja niiden hallinta	27
3.	ÄLYKÄS KAUPUNKIYMPÄRISTÖ – SMART CITY JA BIG DATA.....	29
3.1	Yleistä	29
3.2	Älykaupunkien kehitystilanne	29
3.3	Älykaupunki ja sen järjestelmät.....	30
3.3.1	Yleistä	30
3.3.2	Älykkään kaupungin palvelut käyttäjälähtöiselle älyrakennukselle	31
3.3.3	Älykkään kaupungin Big Data	32
3.3.4	Käyttäjät mukana alueiden kehittämisessä.....	33
3.3.5	Älykkäiden rakennusten ja alueiden yhdistäminen rakennuskantaan	34
3.3.6	Älykkäiden alueellisten sähköverkkojen vaikutus älyrakennukseen.....	35
4.	ÄLYKKÄÄT TALOTEKNISET JA RAKENNETEKNISET OSAJÄRJESTELMÄT	37
4.1	Yleistä	37
4.2	Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät	37
4.2.1	Yleistä	37
4.2.2	Vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän ohjaus.....	38
4.2.3	Sähkölämmityksen älykäs ohjaus ja säätö	40
4.2.4	Vesikiertoiset järjestelmät	41
4.2.5	Lämmön mittausjärjestelmät.....	42
4.3	Käyttövesijärjestelmät	43
4.3.1	Yleistä	43
4.3.2	Käyttöön liittyvä älykkyys	43
4.3.3	Materiaaleihin, tuotteisiin ja ratkaisuihin liittyvä älykkyys.....	44

4.3.4	Veden laatuun liittyvä älykkyyys	44
4.3.5	Vesivahinkojen estämiseen liittyvä älykkyyys	45
4.3.6	Käyttöveden kulutuksen mittausjärjestelmä	45
4.4	Ilmanvaihtojärjestelmät	47
4.4.1	Yleistä	47
4.4.2	Ilmanvaihdon ohjaus	47
4.4.3	Hybridi-ilmanvaihto	49
4.4.4	Lämmön talteenotto	49
4.5	Valaistus- ja valaisinratkaisut	49
4.5.1	Yleistä	49
4.5.2	LED-valonlähde	50
4.5.3	Valaistus rakennusautomaation yhteydessä	51
4.6	Toimistojen ja liiketilojen sähköenergian jakelu- ja käyttäjärjestelmät	52
4.6.1	Yleistä	52
4.6.2	Pistoliitännäinen sähkönjakeluverkko	53
4.6.3	Sähköenergian mittausjärjestelmä	55
4.7	Rakennetekninen älykkyyys	57
4.7.1	Rakennesuunnitelman älykkyyys	57
4.7.2	Rakennekomponenttien logistinen älykkyyys	59
4.7.3	Rakennuksen käyttöä palveleva rakenteisiin upotettu älykkyyys	60
4.7.4	Rakenneälykkyyden hyödyntäminen rakennuksen käytön optimoivassa ohjauksessa	60
4.7.5	Rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisen hallinnan vaikutus sisäilman laatuun	61
4.7.6	Rakennemassan käyttö rakennuksen sisälämpötilan aktiivisessa hallinnassa	62
4.7.7	Rakenteiden turvallisuus ja kunnan ennakoiva valvonta	63
4.8	Yhdistetyt talo- ja rakennetekniset järjestelmät ja teollinen rakentaminen	66
5.	TURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT	69
5.1	Yleistä	69
5.2	Paloturvallisuusjärjestelmät	69
5.2.1	Yleistä	69
5.2.2	Käyttäjälähtöisesti älykäs palontorjuntajärjestelmä	70
5.2.3	Erittäin aikainen ilmoitus kiinteistönomistajan näkökulmalta	71
5.2.4	Aktiivinen ohjelmoitava ja analysoiva paloilmoitin	71
5.3	Tilaturvallisuusjärjestelmät	73
5.3.1	Yleistä	73
5.3.2	Lukitusjärjestelmät	74
5.3.3	Lukitusjärjestelmien hallinta	76
5.3.4	Joustava kulunvalvonta	76
5.3.5	Integroitu kulunohjausjärjestelmä	78
6.	ENERGIAN TUOTANTO JA VARASTOINTI LÄHIENERGIANA	81
6.1	Yleistä	81
6.2	Maalämpö	81
6.3	Aurinkosähköpaneelit ja lämpökeräimet	82

6.4	Lämmön talteenotto ilmanvaihdon poistoilmasta "energia-akkuun" ..	82
6.5	Käyttöveden lämmön talteenotto lämpövarastoon	83
6.6	Auton lataaminen lähienergian varastoinnissa	83
7.	ÄLYRAKENNUKSEN OSAJÄRJESTELMIEN INTEGROINTI	
	RAKENNUSAUTOMAATIOILLA	85
7.1	Yleistä	85
7.2	Älyrakennuksen rakennusautomaatio- ja ohjausjärjestelmien integrointi	85
7.2.1	Yleistä	85
7.2.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän älykkyys	86
7.2.3	Talotekniikan palveluiden integroimisen periaatteet	86
7.2.4	Vertikaalinen integraatio	88
7.2.5	Horisontaalinen integraatio	89
7.2.6	Rakennusautomaation integraation hallinnolliset portaat	91
7.3	Integraation laajuus ja rakennushankkeen urakkarajat	93
7.3.1	Yleistä	93
7.3.2	Vähäinen järjestelmäintegraatio	93
7.3.3	Rakennusautomaation integrointi	93
7.3.4	Useamman kiinteistön integraatio	95
8.	ÄLYRAKENNUKSEN KÄYTTÄJÄYSTÄVÄLLISET TIETOJÄRJESTELMÄT JA KÄYTTÖLIITTYMÄT	97
8.1	Yleistä	97
8.2	Kiinteistön tietojärjestelmät	97
8.3	Älykkään rakennuksen tietojärjestelmät	98
8.4	Rajapinnat ja integrointi	99
8.5	Käyttöliittymät	99
8.5.1	Yleistä	99
8.5.2	Graafinen käyttöliittymä	100
9.	KÄYTTÄJÄLÄHTÖISEN ÄLYRAKENNUKSEN SUUNNITTELU- JA TOTEUTUSPROSESSI	103
9.1	Yleistä	103
9.2	Käyttäjälähtöisen älyrakennuksen suunnitteluperusteet	103
9.3	Käyttäjälähtöisyys ja älykkäät järjestelmät hankkeen suunnitteluprosessissa	104
9.4	Käyttäjälähtöisen suunnitteluprosessin ohjaus ja vuorovaikutus	105
9.5	Tietomallinnus suunnittelun ja toteutuksen keinona	107
9.5.1	Yleistä	107
9.6	Käyttäjälähtöisen älyrakennuksen suunnittelun ja toteutuksen vaiheet	109
9.6.1	Yleistä	109
9.6.2	Tarveselvitys	111
9.6.3	Hankesuunnittelu	112
9.6.4	Luonnossuunnittelu, yleissuunnittelu	113
9.6.5	Hankinta-aineistojen laatiminen	114
9.6.6	Toteutussuunnittelu	115
9.6.7	Rakentaminen ja valvonta	116
9.6.8	Laadun varmistus (vastaanotto ja testaus)	117

9.6.9	Käyttö- ja ylläpito.....	118
9.6.10	Purku- ja poisto	119
10.	ÄLYRAKENNUKSEN KÄYTTÖ JA HUOLTO	121
10.1	Käyttövaihe	121
10.2	Huolto- ja kunnossapitonäkökulmat suunnittelussa ja toteutuksessa	121
10.3	Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje.....	123
10.3.1	Yleistä	123
10.3.2	Käyttö- ja huolto-ohjeen sisältö	123
10.3.3	Miten käyttö- ja huolto-ohje laaditaan	123
10.3.4	Ennaltaehkäisevä huolto integroidussa kiinteistön hallintajärjestelmässä.....	124
10.4	Käyttäjäpalautejärjestelmä	124
11.	ÄLYKKÄIDEN JÄRJESTELMIEN JA KOMPONENTTIEN KEHITYS- JA KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET LÄHITULEVAISUUDESSA.....	127
11.1	Yleistä	127
11.2	3D/4D/5D-mallien hyödyntäminen rakennuksen käytössä ja ylläpidossa	127
11.2.1	Johdanto.....	127
11.2.2	Hälytysten, vikailmoitusten, laitteiden ja tilojen paikantaminen 4D-mallin avulla	128
11.2.3	3D BIM-rakennusautomaatiojärjestelmätiedon visualisoinnissa	129
11.2.4	Lisätty todellisuus – mahdollisuus uusiin innovatiivisiin käytön ja ylläpidon sovelluksiin	131
11.2.5	3D-pelimootorin hyödyntäminen tiedon visualisoinnissa.....	134
11.3	Teknologian kehitys.....	135
11.3.1	Langaton tiedonsiirto	135
11.3.2	IP-teknologia	135
11.3.3	Hajautettu energiantuotanto	135
11.3.4	Älykäs sähköverkko.....	136
11.4	Toiminnalliset materiaalit – sensorit ja älymateriaalit	136
11.4.1	Painettava elektroniikka	136
11.4.2	Suuren pinta-alan sensoreita	139
11.4.3	Valaistuksen ohjaamisen käyttöliittymä	140
11.4.4	Toiminnallisten materiaalien etuja	141
12.	NÄKYMÄ 2025 – TARINOITA IHMISTEN ELÄMÄSTÄ ÄLYRAKENNUKSISSA	143
LIITTEET		151
Liite 1.	Esimerkkiratkaisuja älykkäistä järjestelmistä eri kohteissa.....	151
Case 1.	Taloteknisten osajärjestelmien yhteistyön toimivuuden parantaminen	151
Case 2.	Käyttövedenmittausjärjestelmä linjasaneerauksessa	152
Case 3.	Huoneistoautomaatio ja mittausjärjestelmä Kalasataman älyrakennuksiin	156

Case 4. Pohjaviemäristä pilvipalveluihin – myös vanha talo voi olla älytalo	159
Case 5. Älyverkko alueellisesti – Pariisin Issy-les-Moulineaux's Seine Ouest	167
Case 6. Sähkömittarin älykkäisyys ikäihmisten hyvinvoinnin ja turvallisuuden parantamiseksi.....	169
Case 7. Lukitusjärjestelmä vaihtuu kerrostalossa älykkääksi	171
Case 8. Ikkunaremontti älykkäästi ilmanvaihtoratkaisulla	173
Case 9. Optinen monitorointi.....	177
Case 10. Valoratkaisu parkkitalossa	180
Case 11. Paloturvallisuusjärjestelmä keskussairaalassa	182
Case 12. Tehdasvalmisteisen asennusseinän käyttö linjasaneerauksessa	191
Liite 2. Määritelmiä ja käsitteitä	170
Liite 3. Sähköverkon ja kiinteistöverkon integraation rajapintastandardointi.....	195
Liite 4. KNX: Maailmanlaajuinen yhteensopivuuden ja käyttäjäystävällisyyden standardi.....	199
Liite 5. Rakennusmääräysten mukainen energialuokitus	203
Liite 6. Standardi SFS-EN 15232 Rakennusautomaation vaikutus energiatehokkuuteen.....	205
Liite 7. Kyberturvallisuus ja sen huomioiminen suunnittelussa	207
Liite 8. Lähdeluettelo ja muuta kirjallisuutta.....	211
Liite 9. Markkinoilla olevia järjestelmiä ja tuotteita.....	215

RAHOITTAJAT

Rahoittajailmoituksia julkaisun lukujen 4 ja 5 välissä sekä julkaisun lopussa.

ABB Group
Abloy Oy
EKONOR Oy
Ensto Finland Oy
iLOQ
Inspecta Oy
Lakea Oy
MX-electric Oy
Oras Oy
Schneider Electric Finland Oy
Teollisen korjausrakentamisen ryhmä
 Cefo Oy
 Puustelli Oy
 Wareco Oy
 Consti Oy
 Sweco Oy
 Talokeskus Oy
 Valvontakonsultit Oy
INWIDO Oy
Uponor Suomi Oy
Valopaa Oy
Vercon Oy
Ympäristöministeriö

ILMOITTAJAHAKEMISTO

Ilmoitukset julkaisun lukujen 4 ja 5 välissä.

Beckhoff Automation Oy
Carlo Gavazzi Oy
Eke-Yhtiöt
Ramboll Finland Oy