

RIL 249-2015

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

**Energiatehokas asuinrakennus
– kohti lähes nollaenergiarakentamista**



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

MYYNТИ:

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

ISBN 978-951-758-602-3 (nid.)

ISBN 978-951-758-603-0 (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

Rakennusten energiatehokkuudella on erittäin merkittävä asema kestävässä kehityksessä ja ilmastomuutoksen torjunnassa. Globaalit, eurooppalaiset ja kansalliset kasvihuonekaasujen rajoitusten ja energiansäästön tavoitteet yhdessä kohoavien energian hintojen kanssa asettavat merkittäviä haasteita rakennusten energiankäytölle. Eurooppalainen rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD 2010) edellyttääkin, että uudet rakennukset ovat lähitulevaisuudessa ”lähes nollaenergiarakennuksia”. Myös vanhojen rakennusten korjausten yhteydessä vaaditaan energiatehokkuuden parantamista.

”Lähes nollaenergia” -käsitteen tarkka sisältö määritellään kansallisesti. Tämä työ on ympäristöministeriössä menossa ja tulokset otetaan käyttöön lähivuosien aikana, mutta yleiset periaatteet sekä käytännön toimintatavat lähes nollaenergiarakennusten aikaansaamiseksi tiedetään jo nyt. Tästä syystä tätä kirjaa voidaan käyttää myös sen jälkeen, kun tarkat määrittelyt ovat tiedossa.

Ohje *RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen. Asuinrakennukset* ilmestyi syksyllä 2009. Julkaisu antoi kaikille alan osapuolille kattavan tietopaketin matalaenergiarakentamisen perusteista ja taustatiedoista uudisrakentamisen, korjausrakentamisen sekä käytön tarpeita ajatellen. Tavoite oli edistää asuinrakennusten matalaenergiarakentamisen (sekä matalaenergia- että passiivitalojen) käyttöönottoa sekä kerrosta pientalorakentamisessa.

Julkaisun käyttö on ollut laajaa ja ohje on saanut hyvää palautetta. Viime vuosien aikana tapahtunut kehitystoiminta sekä muutokset käytännön rakentamisessa ja muutokset määräyksissä ovat puoltaneet ohjeen päivittämistä. Ohjeessa on säilytetty paljon osia, mutta pääosin on tekstiä uudistettu asiantuntijaryhmän toimesta. Pientalojen erityisosoitusta on pienennetty, mutta kaikki kirjan esittämät yleiset periaatteet ovat sovellettavissa myös pientalorakentamiseen.

Energiatehokkuus ja rakennuksen kosteudenhallinta liittyvät kiinteästi toisiinsa. Rakennus paksuilla lämmöneristeillä on jonkin verran alttiimpi kosteusongelmiin kuin perinteinen rakennus, ellei rakentamisen laatuun kiinnitetä erityistä huomiota. Kirjassa on tätä näkökulmaa pyritty vahvasti tuomaan esille.

Päivitetyn julkaisun päätoimittaja ja pääkirjoittaja on Sakari Pulakka. Muita kirjoittajia ovat Kimmo Lylykangas (arkkitehtuuri), Juha Valjus (rakennetekniikka), Erja Reinikainen (talotekniikka) ja Pellervo Matilainen (rakentamisvaihe). Tekstiosuoksia ovat tuottaneet myös ohjausryhmä sekä Päivi Pulakka. RIListä on kirjoitustyöhön osallistunut tekn. johtaja Gunnar Åström.

Alkuperäisen julkaisun sisällöstä vastasi prof. Asko Sarja. Muut kirjoittajat olivat Mii-mu Airaksinen, Pellervo Matilainen, Pekka Korhonen, Juha Valjus, Pekka Leppänen, Vesa Peltonen, Timo Kalema, Sakari Pulakka, Jarek Kurnitski, Mikko Peltokorpi ja Gunnar Åström.

Julkaisun ohjausryhmä on koostunut hankkeen rahoittajista. Ohjausryhmä on aktiivisesti tukenut ohjeen laadintaa. Jäseninä ovat olleet Asso Erävuoma (Finnfoam Oy), Jussi Jokinen (St Gobain Weber), Jyrki Kesti (Rautaruukki Oyj), Tapio Kilpeläinen (ThermiSol Oy), Antti Viitanen ja Pasi Käkelä (SPU Oy), Pellervo Matilainen (Skanska Talotekniikka Oy), Jarmo Mäenpää (Uponor Oy), Susanna Tykkä-Vedder (Paroc Oy) ja Gunnar Åström (RIL, pj),

Kiitämme ohjeen rahoittajaa, kirjoittajia, lausunnonantajia sekä kaikkia muita ohjeen laadintaan osallistuneita tahoja, jotka ovat tiedoillaan ja kannanotoillaan mahdollistaneet tämän päivitetyn ohjeen syntymisen. Uskomme, että ohje tulee olemaan hyödyllinen ja edistämään lähes nollaenergiaperiaatteiden hallittua ja toimivaa käyttöönottoa.

Marraskuussa 2015

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL ry

Tuomas Särkilahti
puheenjohtaja

Helena Soimakallio
toimitusjohtaja

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO	9
1.1	Ohjeen tavoitteet ja käyttö.....	9
1.2	Ohjeen sisältökuvaus	10
1.3	Ohjeen kytkeytyminen RILin muihin ohjeisiin.....	10
1.4	Asuinrakennuskannan energiatehokkuuden parantamiskohteet	12
1.5	Energiatehokkaaseen rakentamiseen liittyviä haasteita ja niiden hallinta.....	14
2.	ENERGIATEHOKKUUDEN PERIAATTEET JA PUITTEET	15
2.1	Johdanto	15
2.2	Rakennusten energiatehokkuusmäärittely.....	15
2.3	Rakennusten energiatehokkuuteen liittyvät kansainväliset vaatimukset.....	18
2.4	Viranomaisohjaus.....	19
2.4.1	Yleistä	19
2.4.2	Viranomaismääräykset ja -säännökset	19
2.4.3	Asemakaavoitus.....	20
2.4.4	Suunnittelun ja rakentamisen ohjaus rakennusvalvonnassa ..	22
2.5	Kansallisten energiamääräysten ja -säädösten soveltaminen	23
2.5.1	Uudisrakentamisen energiamääräykset.....	23
2.5.2	Korjausrakentamisen energiamääräykset.....	26
2.5.3	Energiatodistus ja energialuokitus	27
2.6	Rakennusten tyypillisiä kulutusarvoja ja vaipan teknisiä arvoja	29
2.7	Lähes nollaenergiakonseptit uudisrakentamisessa.....	30
2.8	Käytönaikaisten erityishaittojen estäminen	32
2.8.1	Yleistä	32
2.8.2	Rakennusten kosteusvauriot ja sisäilmaongelmat	32
2.8.3	Pienhiukkasten haitallisuus.....	34
2.8.4	Radiosignaalien läpäisevyys.....	35
2.8.5	Paloturvallisuus.....	36
3.	UUDISRAKENTAMISEN HANKEPROSESSI.....	39
3.1	Yleistä	39
3.2	Hankkeen osapuolet ja niiden tehtävät	39
3.3	Energiatehokkaan rakentamisen ratkaisuperiaatteet ja laadunvarmistus	42
3.4	Rakennushankkeen vaiheet ja vaiheiden pääsisältö	43
3.4.1	Yleistä	43
3.4.2	Suunnitteluprosessin vaiheet ja päätehtävät	44
3.4.3	Rakentaminen ja käyttöönotto	47
3.4.4	Käyttö ja ylläpito.....	47
3.5	Suunnittelun ja rakentamisen laadunvarmistus.....	47
3.5.1	Yleistä	47
3.5.2	Hallinnolliset laatutekijät.....	48
3.5.3	Tekniset laatutekijät.....	48
4.	HANKETAVOITTEIDEN ASETTAMINEN SEKÄ SUUNNITTELUN JA RAKENTAMISEN HANKINTA.....	51
4.1	Yleistä	51

4.2	Hanketavoitteiden asettaminen.....	51
4.2.1	Yleistä	51
4.2.2	Rakennushankkeen yleistavoitteet	51
4.2.3	Energiatehokkuustavoitteet, energianhankinta ja energialaskelmat.....	52
4.2.4	Hankinta- ja elinkaarikustannusten puitteet ja tuottovaatimukset.....	54
4.2.5	Päästölaskennan merkitys ja toteutus	60
4.3	Suunnittelu- ja rakentamispalvelujen hankinta	63
4.3.1	Yleistä	63
4.3.2	Suunnittelun ja rakentamisen hankinta erikseen	63
4.3.3	Suunnittelun ja rakentamisen yhdistetty hankinta.....	65
4.3.4	Julkisten hankintojen hankintalaki.....	66
5.	ENERGIATEHOKKAAN ASUINRAKENNUKSEN SUUNNITTELU	69
5.1	Yleistä	69
5.2	Suunnittelun päätehtävät ja kustannusten hallinta.....	69
5.3	Arkkitehtisuunnittelu	71
5.3.1	Yleistä	71
5.3.2	Lämmitysenergian tarpeen minimointi arkkitehtisuunnittelussa.....	72
5.3.3	Muotokerroin luonnossuunnittelun arvioinnin apuvälineenä ...	74
5.3.4	Aurinkoenergian passiivinen hyödyntäminen.....	75
5.4	Energianhankinta	81
5.4.1	Yleistä energianhankintasuunnittelusta	81
5.4.2	Uusiutuvan omavaraisenergian hankinta.....	83
5.4.3	Lämmitysmuodon valinta	85
5.4.4	Jäähdytysmuodon valinta	92
5.4.5	Paikalla tuotettu sähköenergia.....	95
5.5	Sisäilmaston hallinta	97
5.5.1	Sisälämpötilaan vaikuttavat tekijät	97
5.5.2	Kesäajan sisälämpötilojen hallinta	99
5.6	Lämmitysjärjestelmän suunnittelu	103
5.6.1	Tilojen lämmityksen suunnittelu ja teknisten järjestelmien valinta.....	103
5.6.2	Lämmitystehon tarpeen mitoitus	105
5.6.3	Tilojen lämmönjaon vaihtoehdot	107
5.6.4	Tilojen lämmönjako patterilämmityksellä ja yhdistelmälämmityksellä	107
5.6.5	Tilojen lämmönjako lattialämmityksellä.....	109
5.6.6	Tilojen lämmönjako ilmanvaihtolämmityksellä	110
5.6.7	Märkätilojen mukavuuslattialämmitys	114
5.6.8	Lämmitysjärjestelmien hyötysuhteet.....	115
5.7	Lämmin käyttövesi	116
5.7.1	Käyttöveden kulutus.....	117
5.7.2	Käyttövesikierron häviöt.....	119
5.7.3	Käyttöveden lämmitys.....	120
5.7.4	Lämmön talteenotto jätevedestä.....	121
5.8	Ilmanvaihto.....	121
5.8.1	Ilmanvaihdon periaatevaihtoehdot.....	121

5.8.2	Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto	123
5.8.3	Ilmanvaihdon sähkötehokkuus	126
5.8.4	Ilmanvaihdon mitoitus	127
5.9	Viilennys ja jäähdytys	130
5.9.1	Jäähdytystarpeen määrittely	130
5.9.2	Lämpötilojen hallinta ilman jäähdytysjärjestelmää	130
5.9.3	Kylmäntuotantomuodon valinta	131
5.9.4	Jäähdytysjärjestelmän valinta	132
5.10	Sähkötekniinen suunnittelu	137
5.10.1	Sähkönjakelujärjestelmä	137
5.10.2	Sähköenergian mittarointi	138
5.10.3	Valaistus	139
5.10.4	LVI-järjestelmien sähkölaitteet	141
5.10.5	Muut sähköiset järjestelmät ja laitteet	141
5.10.6	Asukkaan sähkölaitteet	143
5.10.7	Rakennusautomaatio ja älykkäät ohjausratkaisut	145
5.11	Rakennesuunnittelu	147
5.11.1	Rakennusfysikaalisen suunnittelun yleisperiaatteet	147
5.11.2	Rakenteiden lämmöneristävyyden ja tiiviiden suunnittelu	148
5.11.3	Rakenteiden kosteustekniinen suunnittelu	158
5.11.4	Rakennetyyppien suunnittelu	160
5.11.5	Rakenne-esimerkkejä	163
5.11.6	Jäähdytettyjen tilojen kosteudenhallinta	167
6.	RAKENTAMINEN	169
6.1	Yleistä	169
6.2	Toteuttamisen hankinta-asiakirjat	169
6.3	Rakentamisen valmistelu	169
6.4	Suunnitelmien viimeistely ja rakentaminen	170
6.5	Rakentamisen laadun ja toimivuuden varmistus	171
6.5.1	Yleistä	171
6.5.2	Sisäilmaston toimivuuden varmistaminen	172
6.5.3	Järjestelmäkohtaiset varmistukset	173
7.	ENERGIATEHOKKAAN RAKENNUKSEN KÄYTTÖÖNOTTO, KÄYTTÖ JA YLLÄPITO	175
7.1	Käyttöönotto	175
7.1.1	Yleistä	175
7.1.2	Ylläpito-organisaation ja käyttäjän koulutus ja perehdyttäminen	176
7.1.3	Sisäilmaston varmistaminen	176
7.1.4	Energiatehokkuuden varmistaminen järjestelmien käyttöönottossa	177
7.1.5	Vastaanottomenettely	181
7.1.6	Rakennustyyppikohtaisia erityispiirteitä	181
7.2	Käytön opastus ja käyttötottumukset	182
7.3	Ylläpito ja riskien hallinta	186
7.3.1	Ylläpito	186
7.3.2	Isännöinti	186
7.3.3	Kiinteistönhoito ja huoltotoimenpiteet	186

8.	LAAJA-ALAISEN KORJAUSRAKENTAMISEN ERITYISPIIRTEET	191
8.1	Lähtökohdat ja tavoitteet	191
8.2	Energiakatselmukset ja korjausavustuksia	193
8.3	Energiakorjauskonseptit ja -toimet	194
8.4	Laaja-alaisen korjausrakentamisen prosessi	196
8.5	Rakennetekninen suunnittelu	198
8.5.1	Yleistä	198
8.5.2	Kosteudenhallinta suunnittelussa ja työmaalla	199
8.5.3	Tiiviynen parantaminen	200
8.5.4	Alapohjan lisäeristys	200
8.5.5	Ulkoseinän ulkopuolinen lisäeristys	202
8.5.6	Yläpohjan lisäeristys	206
8.5.7	Ikkunoiden uusiminen	207
8.5.8	Parvekelasituksen lisääminen	208
8.5.9	Perustukset ja kellarin seinä	208
8.6	Talotekninen suunnittelu	208
8.6.1	Ilmanvaihtotekninen suunnittelu	208
8.6.2	Lämpötekniikka suunnittelu	210
8.6.3	Sähkötekniikka suunnittelu	211
8.6.4	Vesikalusteiden vaihto	211
9.	ENERGIATEHOKKUUTEEN LIITTYVIÄ KEHITYSNÄKYMÄÄ	213
9.1	Ilmastonmuutoksen torjunta	213
9.2	Teknologiat ja toimintatavat - Suomi vuonna 2030	214

LÄHDEAINEISTO	221
---------------------	-----

LIITTEET	225
Liite 1. Energiatehokkuuteen liittyviä käsitteitä	225
Liite 2. Lähes nollaenergiarakentamisen määräysten uusimisen suuntaviivat	229
Liite 3. Esimerkkejä energiaterähdokkuusvaatimukset täyttävistä toteutusratkaisuista	233
Liite 4. Kohde-esimerkkejä	239
Liite 4.1 Uudisrakentamiskohteita	240
Liite 4.2 Korjausrakentamiskohteita	245
Liite 5. Ympäristövaikutusten laskentaesimerkki	249

ILMOITTAJAHAKEMISTO

Consti Yhtiöt Oy	Suomen Selluvilla-Eriste Oy
Ensto Enervent Oy	ThermiSol Oy
Finnfoam Oy	Vallox Oy
Fläkt Woods Oy	Wise Group Finland Oy
ISS Proko Oy	VTT Expert Services Oy
Karves Yhtiöt Oy	
Kingspan Insulation Oy	
Lumon Suomi Oy	
Motiva Oy	
Pahkataide Oy	
Paroc Oy	

Ilmoitukset julkaisun lopussa.