

RIL 259-2012

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Matalaenergiarakentaminen Toimitilat



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

Palautetta RILin julkaisuista voi antaa RILin kotisivuilta www.ril.fi kohdasta Julkaisut Muut palvelut.

Tämä teos kuuluu Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitran julkaisusarjaan (Sitra 296).

JULKAISIJA JA KUSTANTAJA:

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

MYYNTI:

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

Töölönkatu 4, 00100 Helsinki

Puh. 0207 120 600, fax 0207 120 619, email ril@ril.fi, www.ril.fi

ISBN 978-951-758-538-5

ISSN 0356-9403

ISSN 0785-8388 (Sitra)

Painopaikka: Saarijärven Offset Oy, 2012

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

Kokonaisenergiaan perustuvat ja asteittain tiukentuvat energiamääräykset edellyttävät matalaenergiarakentamisen hallintaa. Tämä merkitsee matalan lämmön, jäähdytyksen ja sähkön kulutuksen varmistavaa yhteistyömuotoista suunnittelua, rakentamista, kiinteistön käyttöä ja ylläpitoa.

"RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen. Asuinrakennukset" muodostaa lähtökohdan tälle ohjeelle. Toimitilojen matalaenergiarakentaminen on kuitenkin haasteellisempaa. Tietotarpeita kasvattavat toimitilojen suhteellisen lyhyiden käyttöaikojen ja mahdollisten käyttäjämuutosten lisäksi pyrkimykset sekä tilatehokkuuden että uusien virtuaalityötapojen kasvattamiseen. Hallittu matalaenergiarakentaminen luo toimitilakiinteistölle taloudellista lisäarvoa ja alentaa elinkaarikustannuksia. Siihen kytkeytyy myös hyvät ja terveelliset sisäolosuhteet merkiten yleensä niiden merkittävää parantamista erityisesti korjausrakentamisen yhteydessä.

Ohjeessa tarkastellaan ensisijaisesti uudisrakentamista, mutta soveltuvin osin myös siihen rinnastettavissa olevaa perusteellista korjausrakentamista. Valtaosa korjaushankkeista jää oheisen ohjeen käsittelyn ulkopuolelle ollen yksittäisiin rakennusosiin tai järjestelmiin kohdistuvia toimenpiteitä, millä ei täytetä varsinaisen matalaenergiarakentamisen tavoitteita.

Ohjeen päätoimittaja on Sakari Pulakka. Ohjeen laadintaan ovat osallistuneet: Miimu Airaksinen, Sanna Forsman, Kimmo Lylykangas, Pellervo Matilainen, Sakari Pulakka, Päivi Pulakka, Erja Reinikainen, Jukka Sulku, Juha Valjus ja Gunnar Åström.

Ohjausryhmän muodostivat: Gunnar Åström (RIL, pj.), Jarek Kurnitski (SITRA), Kirsi Borg (Citycon), Sari Hilden (Helsingin kaupunki/Kiinteistöviraston tilapalvelut), Jussi Jokinen (Saint-Gobain Isover Oy), Markku Koskinen (Helsingin EVL/Tilapalvelut), Petteri Lautso (Ruukki), Arja Lukin (Espoon kaupunki/tilapalvelut), Pellervo Matilainen (Skanska Talotekniikka), Juha Muttilainen (Senaatti-kiinteistöt), Antti Nousiainen (Skanska Talotekniikka), Jukka Forsman (HKR Rakennuttaja), Veli-Pekka Tanhuanpää (Sponda), Juha Vuorenmaa (Vantaan kaupunki/Tilakeskus), Ulla Soitinaho (HKR Rakennuttaja) ja Pekka Wallenius (Vantaan kaupunki/Tilakeskus). Ohjeen rahoittajia olivat ohjausryhmän jäsenten edustamat organisaatiot.

Kiitämme ohjeen rahoittajia, kirjoittajia, lausunnonantajia sekä kaikkia muita ohjeen laadintaan osallistuneita tahoja, jotka ovat tiedoillaan ja kannanotoillaan mahdollistaneet tämän julkaisun syntymisen. Rakennus- ja kiinteistöalan muuttuminen vähemmän energiaa kuluttavaksi on välttämätöntä ja uskomme, että tämä ohje edistää tätä tavoitetta.

Joulukuussa 2011

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL ry

Ralf Lindberg
puheenjohtaja

Helena Soimakallio
toimitusjohtaja

Sisällysluettelo

TAVOITTEET JA SISÄLTÖ	9
1. TOIMITILOJEN MATALAENERGIARAKENTAMISEN YLEISPERIAATTEET	11
1.1 Matalaenergiarakentaminen ja kestävä kiinteistöalous	11
1.2 Matalaenergiarakentamisen hankeprosessi	12
1.3 Matalaenergiarakennusten energiankulutuksen tavoiteasettelu	14
1.3.1 Yleistä	14
1.3.2 Passiivitalo	16
1.3.3 Lähes nollaenergiatalo	17
1.3.4 Nettonollaenergiatalo ja nettoplusenergiatalo	17
1.3.5 Energiankulutuksen jakauma matalaenergiarakennuksessa	17
1.3.6 Energiamuotojen huomioon ottaminen	20
1.4 Energiankulutuksen laskenta ja seuranta	20
1.4.1 Määräykset ja ohjeet	20
1.4.2 Rakentamismääräysten edellyttämä energialaskenta	21
1.4.3 Energialaskenta suunnitteluprosessin osana	23
1.4.4 Tietomallin hyödyntäminen energialaskennassa	27
1.4.5 Energialaskennan lähtötiedot	28
1.4.6 Energialaskennan tulokset	29
1.4.7 Energiankulutuksen mittarointi ja seuranta	31
1.5 Hiilijalanjalan laskenta	33
1.5.1 Päästötavoitteet	33
1.5.2 Hiilijalanjalan laskenta	34
1.6 Kustannus- ja tuottolaskenta	36
1.7 Riskien ja laadun hallinta	38
1.8 Matalaenergiarakentamisen suunnittelu-, toteutus- ja palvelumuodot	40
2. TARVESELVITYS JA HANKESUUNNITTELU	43
2.1 Yleistä	43
2.2 Tarveselvitys	43
2.3 Matalaenergiatavoitteet hankesuunnitelmassa	43
2.4 Muiden tavoitteiden asettaminen	48
2.4.1 Hankkeen yleistavoitteet	48
2.4.2 Kaavoitus ja arkkitehtuuri	49
2.4.3 Tilanhallinta	50
2.4.4 Sisäolosuhteet ja niiden hallinta	51
3. RAKENNUKSEN YLEISSUUNNITTELU	53
3.1 Yleistä	53
3.2 Yleissuunnittelun periaatteet	53
3.2.1 Suunnitteluyhteistyön sisältö	53
3.2.2 Totetusvaihtoehtojen määrittely ja vertailu	54
3.2.3 Matalaenergiakonseptien hyödyntäminen	54
3.3 Arkkitehtisuunnittelu	55

3.3.1	Ympäristön huomioiminen	55
3.3.2	Tila- ja muotoratkaisut	56
3.3.3	Rakennuksen vaippa	57
3.3.4	Muuntojousto	58
3.4	Rakennetekninen suunnittelu	58
3.4.1	Rakennusfysikaalinen suunnittelu	58
3.4.2	Ikkunat	63
3.4.3	Rakennuksen ulkovaipan rakenteet	65
3.4.4	Kylmäsilta-suunnittelu	68
3.5	Energianhankintasuunnittelu	69
3.5.1	Kokonaisenergiatarkastelu lähtökohtana	69
3.5.2	Lämmitysenergia	70
3.5.3	Jäähdytysenergia	75
3.5.4	Paikallinen sähköenergian tuotanto	76
3.5.5	Energian varastointi	78
3.5.6	Investointituet uusiutuviin energiamuotoihin	79
3.6	LVI-tekniinen suunnittelu	79
3.6.1	LVI-järjestelmien merkitys matalaenergiarakentamisessa	79
3.6.2	Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä	81
3.6.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	95
3.6.4	Käyttövesijärjestelmä	111
3.7	Sähkötekniinen suunnittelu	112
3.7.1	Sähkönjakelujärjestelmä	112
3.7.2	Sisävalaistus	114
3.7.3	Ulkovalaistus	120
3.7.4	LVI-järjestelmien sähkölaitteet	122
3.7.5	Sähköiset lämmitykset ja sulatukset	122
3.7.6	Muut sähköiset järjestelmät ja laitteet	123
3.7.7	Käyttäjän sähkölaitteet	125
3.8	Korjausrakentamisen mahdollisuudet ja erityispiirteet	126
3.8.1	Yleistä	126
3.8.2	Rakennetekniikka korjausrakentamisessa	127
3.8.3	Talotekniikka korjausrakentamisessa	131
4.	TOTEUTUSSUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN	133
4.1	Yleistä	133
4.2	Toteutussuunnitelmat ja hankinnat	133
4.3	Teknisten suunnitelmien laadinta	133
4.3.1	Yleistä	133
4.3.2	Rakennetekninen suunnittelu	134
4.3.3	Talotekninen suunnittelu	134
4.4	Tuote- ja tuoteosasuunnittelu	135
4.5	Rakentaminen	135
4.5.1	Rakentamisen valmistelu	135
4.5.2	Suunnitelmien viimeistely	136
4.5.3	Rakentamisen laadun ja toimivuuden varmistus	137
4.6	Vastaanotto ja käyttöönotto	139
5.	KÄYTTÖ JA YLLÄPITO	147
5.1	Käyttö	147

5.1.1	Käytön opastus	147
5.1.2	Vuositakuutarkastukset	148
5.1.3	Käyttäjäpalaute ja auditoinnit	148
5.1.4	Toimitilakohtaiset erityispiirteet	149
5.2	Ylläpito	149
5.2.1	Huoltokirjan laadinta ja laadunhallinta	150
5.2.2	Energiatehokkuuden varmistaminen	151
5.2.3	Kustannusten ja kulutusten ja seuranta	153
5.2.4	Katselmukset ja energiaselvitykset	153
6.	KEHITYSNÄKYMÄT	155
6.1	Yleistä	155
6.2	Toimintaympäristöt ja ilmasto-ohjelmat	155
6.3	Teknologiat ja toimintatavat	160
	Lähdeaineisto	163
	Liite 1. Määritelmiä	165
	Liite 2. Ympäristöluokitukset	171
	Liite 3. Arvonmääritys- ja edullisuusanalyysiesimerkkejä	175
	Liite 4. Kohde-esimerkkejä	179

Ilmoittajat

Ilmoitukset julkaisun lopussa.

Are Oy
 Constin Oy
 ISS Proko Oy
 Motiva Oy
 YIT Rakennus Oy

TAVOITTEET JA SISÄLTÖ

Tämän ohjeen tarkoituksena on esittää toimitilojen matalaenergiarakentamisessa tarvittavia käytännön tietoja, menetelmiä, menettelytapoja ja esimerkkiratkaisuja kaikille rakennushankkeen osapuolille: rakennuttajille, suunnittelijoille, urakoitsijoille, materiaali- ja tuotevalmistajille, valvontaviranomaisille ym. Julkaisu esittää keinot ja mahdollisuudet toimitilarakennusten optimoituun ja elinkaariedulliseen energiatehokkuuteen sekä uudisrakentamisessa että korjauksessa.

Matalaenergiarakentamisella tässä ohjeessa tarkoitetaan määräystasoa huomattavasti parempaa energiatehokkuutta uudisrakentamisessa sekä energiatehokkuuden merkittävää parantamista perusteellisen korjausrakentamisen yhteydessä. Keskeisiä tavoitteita uudisrakentamisessa ovat tällöin esimerkiksi määräysten minimitasoa 25 % alhaisempi E-luku, lähes nollaenergiarakentaminen tai primäärienergiatavoitteet täyttävä passiivenergiatalo. Korjausrakentamisessa tavoitteena on esimerkiksi E-luvun aleneminen vähintään 50 %:lla.

Ohjetta voidaan käyttää toimistorakennusten, liikerakennusten opetusrakennusten, päiväkotien ymv. rakennusten rakennuttamisessa, suunnittelussa, toteutuksessa, ylläpidossa sekä käytössä. Sisältö- ja soveltaminen on esitetty taulukossa 1.

Julkaisun soveltamistapoja ovat mm. toimiminen:

- rakennuttamisen apuvälineenä matalaenergiarakennusten yksityisen ja julkisen omistuksen ja sijoituksen näkökulmista
- suunnitteluohjeena suunnittelualoittain (arkkitehtuuri, rakennussuunnittelu, LVI-suunnittelu, sähkösuunnittelu) ja integroituna kokonaisuuteen
- matalaenergiarakennusten rakentamisen laadunhallinnassa
- matalaenergiarakennuksen ylläpidon ohjauksen ja käytön opastuksen tukena.

Ohjetta on mahdollista hyödyntää myös yritys- ja rakennustuotekehityksessä sekä matalaenergiarakentamisen toteutusratkaisujen tuotteistamisessa. Ohjeen hyödyntäminen kytkeytyy myös tietomallinnus- ja energiasimulointisovelluksiin.

Taulukko 1. Ohjeen sisältö luvuittain.

Lukunumero	Sisältökuvaus	Soveltaminen
Luku 1 Yleisperiaatteet	Matalaenergiarakentamisen yleisperiaatteet kytkeytyen kestäväan kiinteistötalouden kriteereihin ja toimintatapoihin.	Rakennuttaja, käyttäjä ja mahdolliset pääsuunnittelija sekä rakennuttaja- ja energiakonsultit
Luku 2 Tarveselvitys ja hankesuunnittelu	Matalaenergiarakentamisen hankesuunnitteluohjeet kiinteistösijoittajan, kiinteistön omistajan ja rakennuttajan näkökulmasta. Kaavoituksen merkitys matalaenergiarakentamisen mahdollistajana ja puitteiden asettajana.	Rakennuttaja, käyttäjä ja mahdolliset pääsuunnittelija sekä rakennuttaja- ja energiakonsultit
Luku 3 Rakennuksen yleissuunnittelu	Matalaenergiarakentamisen yleissuunnitteluohjeet perustuen eri osapuolten (omistaja, käyttäjä, viranomaiset, konsultit) yhteistyöhön sekä vaihtoehtoisten toteutusratkaisujen tunnistamiseen. Toiminnallisen suunnittelun periaatteiden kuvaaminen. Energialaskentaohjeistus. Korjausrakentamisen erityispiirteet.	Rakennuttaja, mahdolliset rakennuttaja- ja energiakonsultit, suunnittelutiimi, erikoissuunnittelijat
Luku 4 Toteutussuunnittelu ja rakentaminen	Toteutussuunnitelmien viimeistelyohjeet. Rakentamisen käytännöt.	Rakennuttaja, mahdollinen rakennuttajakonsultti, suunnittelutiimi, erikoissuunnittelijat, urakoitsijat
Luku 5 Käyttö ja ylläpito	Rakennuksen käyttöönoton, käytön ja ylläpidon periaatteet.	Omistaja, käyttäjä, ylläpito-organisaatio
Luku 6 Kehitysnäkymät	Määräysten ja sitoumusten kehityskartta. Kehittyvien toimintatapojen, teknologioiden ja liiketoimintamallien sekä niiden vaikuttavuuden kuvaukset.	Tilaaajat, kehityshenkilöstö, koko rakennus- ja kiinteistöala

Ohjeen liitteenä on esitetty sovellettava käsitteistö (liite 1), ympäristöluokitusten periaatteita (liite 2), arvonmääritys- ja edullisuusanalyysiesimerkkejä (liite 3) sekä kohde-esimerkkejä onnistuneesta matalaenergiarakentamisesta (liite 4).