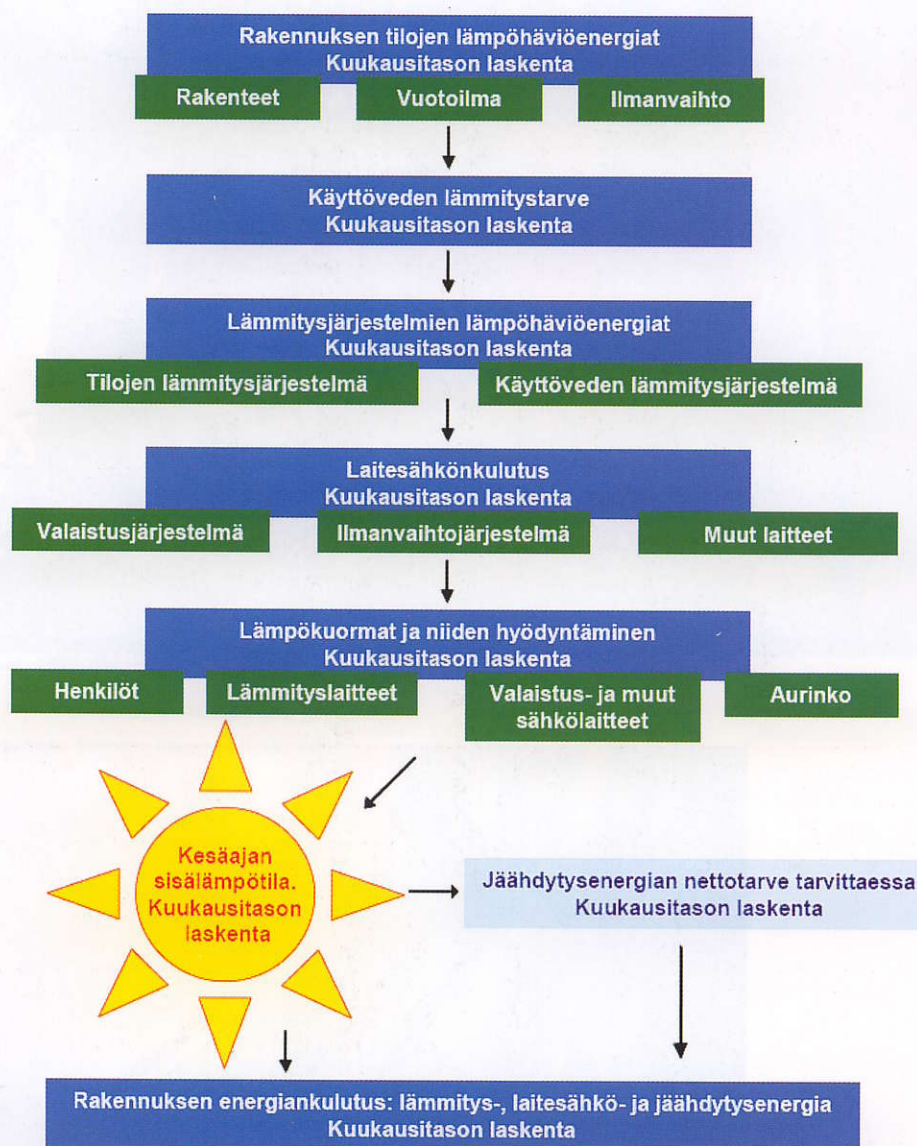


BETONIELEMENTTIRAKENTEIDEN LÄMMÖNERISTYSVAATIMUKSET JA ENERGIAANSÄÄSTÖ

Arto Suikka, diplomi-insinööri,
jaospäällikkö, Betonikeskus ry



1 Rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet.

UUDET ENERGIAMÄÄRÄYKSET RAKENNUKSEN ENERGIAANKULUTUKSEN LASKENTAAN

Vuoden 2008 alussa tulivat voimaan uudet energia- ja lämmöneristysmääräykset:

- RakMk D3, Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2007.
- RakMk C3, Rakennuksen lämmöneristys. Määräykset 2007.
- RakMk D5, Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2007.

Rakennuksen energiankulutus riippuu monista tekijöistä, kuten vaipan lämpöhäviöistä, ilmastovaihdosta, käyttöveden lämmitystarpeesta ja valaistuksesta. Energiankulutus lasketaan D5:n, SFS EN 13790-standardin tai muiden tarkempien laskentamenetelmien mukaan. Kuvassa 1 on esitetty rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet /D5/.

Rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon kokonaislämpöhäviötä rajoitetaan määräyksin. Laskennallinen lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin D3:n mukaan laskettu vertailulämpöhäviö. Lämpöhäviön tasauslaskelmassa voidaan esimerkiksi

- jonkin vaipparakenteen huonompi eristävyys kompensoida toisen vaipparakenteen paremmalla eristävyydellä tai
- rakennuksen vaipan kokonaiseristävyyttä kompensoida parantamalla rakennuksen tiiveyttä tai pienentämällä ilmanvaihdon lämpöhäviöitä (esimerkiksi lämmön talteenotto).

Juuri valmistuneen AISE-tutkimuksen (Asuinrakennusten ilmanpitävyys, sisäilmasto ja energiatalous, AISE 2005 - 2007) mukaan betonirakennusten tiiveydessä voidaan päästä pientaloissa n50-ilmanvuotolukuun 1 l/h ja asuinkerrostaloissa ilmanvuotolukuun 0,5 l/h. Tähän D5:ssä todettuun parhaimpaan tasoon päästään kiinnittämällä huomiota rakenneliitoksiin ja työn huolellisuuteen.

Paremmalla tiiveydellä on erittäin suuri merkitys lämmitysenergian kulutukseen. Jos esimerkiksi keskimääräisestä ilmanvuotoluvusta 4 l/h päästään tasolle 1 l/h, säästyy lämmitysenergiaa 10 - 15 %.

Myös betonirakennuksen terminen massa säästää energiaa. Rakennukseen valaistuksesta, laitteista, ihmisistä ja auringosta kertyvää lämpökuormaa voidaan varastoida rakenteisiin. Terminen massa otetaan huomioon siten, että kevyillä ja ras-
kailla rakenteilla on energialaskennassa erilainen

aikavakio, mikä tarkoittaa rakennuksen sisäpuolisen tehollisen lämpökapasiteetin suhdetta ominaislämpökapasiteettiin. Rakennuksen tehollinen lämpökapasiteetti voidaan laskea esimerkiksi standardin SFS EN 13790 mukaan.

Raskaissa kivirakennuksissa voidaan säästää kevyimpiin rakennuksiin verrattuna lämmitysenergiaa 5-15 % ja jäähdytysenergiaa jopa 50 %. Lisäksi terminen massa tasaa kesäajan sisälämpötiloja leikaten pois korkeimmat epäviihtyisät lämpötilat.

VAIPPARAKENTEET

Uudessa RakMk C3:ssa vaipparakenteiden minimi U-arvoja jonkin verran kiristettiin. Vaatimukset lämpimien rakennusten rakenteille on esitetty taulukossa 1. Lisäksi ikkunalta vaaditaan enintään U-arvoa 1,4 W/m²K. Näitä arvoja huonopiikin eristävyksiä voidaan käyttää, koska koko vaipan eristävyttä voidaan kompensoida enintään 20 % esimerkiksi ilmanpitävyyttä tai lämmöntalteenottoa parantamalla.

Uudet U-arvo vaatimukset johtavat betonielementtirakenteissa taulukon 1. eristepaksuuksiin.

VTT:n tiedotteessa 2210, Betonirakenteiden tuuletus ja lämmöneristävyys vuodelta 2003 esitettyjen laskelmien mukaan sandwich-rakenteessa U-arvoon 0,24 riittää 160 mm mineraalivillaa, kun

- mineraalivillan λ -arvo on enintään 0,037 W/mK,
- käytetään normaali ansastusta sisä- ja ulkokuoren välillä (vaikutus U- arvoon noin 0,01 W/m²K) ja
- uritetun eristeen urat ovat noin 25 x 30 mm c/c noin 200 mm.

Laskelmissa on otettu huomioon ansaiden aiheuttama kylmäsiltaavaikutus sekä eristeen tuuletusurat. Mineraalivillalla valmistetaan 165 mm paksuna, jolloin siinä on 5 mm betonisisäkuoren massan valmistuksessa aiheuttamaa painumavaraa. Ikkunoiden kiinnitys on syytä toteuttaa karmikenkien avulla, jolloin vältetään painekyllästetystä puusta olevan apukarmin eristävyttä heikentävä vaikutus ikkuna-aukon ympärillä.

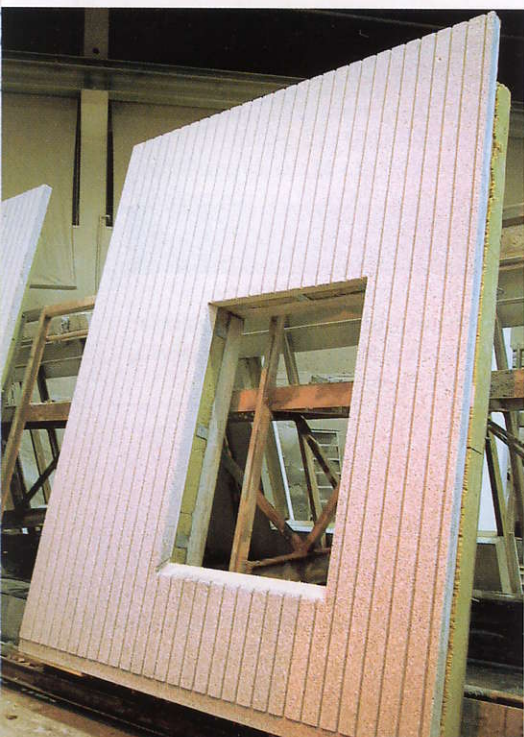
Tuuletusraollisissa seinärakenteissa tulee varmistua, että eristeen pinnalla on riittävästi ilmavirtauksia eristävä tuulensuoja. Tuuletusraolla voi olla vaikutusta eristeen λ -arvoon.

Taulukko 1. Betonielementtirakenteiden lämmöneristeet ja -paksuudet.

Rakenne	C3:n U-arvo (W/m ² K)	Eristettyyppi ja -paksuus, vaihtoehtoja, suluissa eristeen λ -suunnittelu-arvo
Ontelolaatta-alapohja, ryömintätilalla	$\leq 0,19$	Laatan alapuolinen eriste: - EPS 60S 180 mm (0,039) - EPS 60S 190 mm (0,040) - mineraalivilla, esim. Isover OL- E 100 mm (0,037) + Isover RKL - A 60 mm (0,031)
		Laatan yläpuolinen eriste: - EPS 100S 170 mm (0,036) - mineraalivilla, esim. Isover OL- P 170 mm (0,037)
Ontelolaatta-alapohja, ulkoilmaan rajoittuva	$\leq 0,15$	- EPS 60S 230 mm (0,039) - EPS 60S 240 mm (0,040)
Maanvastainen alapohja	$\leq 0,24$	- EPS 100, keskellä 100 mm, reuna-alueilla 150 mm (U-arvo 0,20)
Sandwich-ulkoseinä	$\leq 0,24$	- Paroc COS 5 gt/ggt tai 10 gt/ggt 160 mm (0,036) - Isover OL- E - USL 160 mm (0,037), mineraalivillaeiste valmistetaan 165 mm paksuna painumavaran vuoksi - EPS 60S 170 mm (0,039 ... 0,040) - EPS 100S 160 mm (0,036) - PUR 110 mm (0,027)
Betonisisäkuorielementti + julkisivurakenne tuuletusraolla	$\leq 0,24$	- mineraalivilla, esim. Tyvek-pintainen 160 -170 mm - EPS 100S (0,039) 170 mm - PUR 110 mm (0,027)
Rapattu betoniulkoseinä	$\leq 0,24$	- Paroc FAL1 170 mm (0,041)+ ohutrappaus - Paroc FAS1 160 mm (0,036)+ 3- kerrosrappaus - mineraalivilla 160 mm (0,037) + Parma-rappaus - EPS 60S tai 100S (0,039) 170 mm
Ontelolaattayläpohja	$\leq 0,15$	- mineraalivilla 230 - 240 mm (0,037 - 0,039), esim. Isover OL-TOP- 60/U + OL- P- 170 - EPS 60S 220 mm(0,039) + 30 mm mineraalivilla - EPS 100S 200 mm (0,036) + 30 mm mineraalivilla - puhallusvilla 300 mm, esim. Isover PUH KV - 050
TT-laattayläpohja	$\leq 0,15$	- mineraalivilla 240 - 250 mm (0,037 - 0,039), esim. Isover OL-TOP-70/U + OL- P-180 - EPS 60S 230 mm (0,039) + 30 mm mineraalivilla - EPS 100S 210 mm (0,036) + 30 mm mineraalivilla - PUR Kattolevy 170 mm (0,025)



Valokuvat: Arto Suikka



2, 3, 4

Seinärakenteissa tulee minimoida kylmäsilat ja vuoto-
kohdat. Nostolenkit katkaistaan ennen saumausta, valu-
purseet poistetaan, painekyllästetty apukarmi korvataan
vähemmän kylmäsiltaa aiheuttavilla teräsoilla ja ele-
menttisaumat tiivistetään huolellisesti.

MATALAENERGIARAKENTAMINEN JA MINIMITASOA PAREMPIEN RAKENTEIDEN KEHITTÄMINEN

Nyt ja erityisesti energiamääräysten edelleen kiris-
tyessä tulee betonielementtirakenteissa kiinnittää
huomiota muun muassa alla lueteltuihin tekijöihin:

- *Kiinnikkeiden ja rankarakenteiden kylmäsilta-
vaikutukset tulee minimoida.* Nyt tämä onnistuu
parhaiten ehkä rapatuissa seinärakenteissa,
joissa ulkokuoren paino on ripustettu eristeen
tartunnalla ilman ansaita sisäkuoreen.
- *Seinärakenteissa ikkunat ja ovet heikentävät
kokonaisuuskestävyyttä.* Ikkunan U-arvoa karmira-
kenne mukaanluettuna tulee parantaa. Myös
paineekyllästetyistä apukarmeista tulee luopua
ja käyttää mm. teräksisiä karmikenkiä tms. ik-
kunan kiinnittämiseen tai valaa karmit tehtaal-
la suoraan kiinni betonirakenteeseen.
- *Vaipan tiiveyttä tulee parantaa saumojen ja
liittymien kittauksella tai kumitiivisteillä.* Ala-
pohjan, seinän ja yläpohjan liittymissä tehdään
edelleen paljon virheitä, jotka aiheuttavat
ilma- ja äänivuotoja. Erilaisiin läpivienteihin
(ilmastointiventtiilit, kattoluukut jne.) on kehi-
tettävä teolliset vakioratkaisut. Ikkunan liitty-
mä seinärakenteeseen voidaan tiivistää elasti-
sella kittauksella, kumitiivistein ja PUR-vaah-
dotuksella.
- *Lämmöneriste tulee suojata* niin, että se ei
pääse kastumaan rakentamisen tai käytön ai-
kana, koska silloin sen eristävyys heikkenee.
- *Lämmöneristelevy tulee saada tiiviisti toisiaan
vasten.* Eristelevyt voivat olla pontattuja tai
eristeros ladotaan useammasta kerroksesta
ristiin. Esimerkiksi ryömintätalissa alapoh-
jissa eristeiden saumat tulisi saada tiiviiksi
esimerkiksi mineraalivillaa tai PUR-vaahtoa
käyttäen.

Vaipparakenteen lämmöneristystasoa voidaan pa-
rantaa joko nykyistä eristettä paksuntamalla tai
vaihtamalla tilalle joko kokonaan tai osittain pa-
rempi eriste. Tällöin tulevat kyseeseen lähinnä eri-
laiset umpisoluiset eristeet, kuten polyuretaani.

Betonirakenne tarjoaa kuitenkin runsaasti myös
 muita vaihtoehtoja kuin pelkkä U-arvon parantami-
nen. Rakennuksen energiankulutusta tuleekin tar-
kastella kokonaisuutena. Esimerkiksi rakenteiden
massiivisuuden hyödyntäminen lattialämmityksen
4 kautta, jäähdytysputkistojen sijoittaminen betoni-

rakenteen sisään, rakenteiden yöjäähdytys viileällä
ulkoilmalla esimerkiksi ontelokanaviston kautta, ik-
kunoiden suuntaaminen etelään ja auringon ilmais-
lämmön hyödyntäminen tai aurinkopaneelin sijoit-
taminen osaksi varaavaa integroitua seinä- tai kat-
torakennetta ovat kaikki jo tämän päivän tekniikal-
la toteutettavissa.

Kivitalo antaa erinomaiset mahdollisuudet to-
teuttaa sekä matalaenergia- että passiivitaloja
myös talotekniikkakustannuksissa säästään.

HEAT INSULATION REQUIREMENTS FOR PRECAST CONCRETE STRUCTURES FROM POINT OF VIEW OF ENERGY EFFICIENCY

New energy and heat insulation regulations were enfor-
ced in Finland at the beginning of 2008: Energy-efficiency
of buildings (D3), Heat insulation of buildings (C3) and
Calculation of energy consumption and heating energy
demand of buildings (D5).

The energy consumption of a building depends on
many factors, such as the heat losses of the envelope,
ventilation, the use of energy for heating of domestic wa-
ter, and lighting. Total heat losses through the building
envelope, leakage air and ventilation are restricted by
means of regulations.

Improved tightness plays a significant role in energy
consumption. The tightness of concrete buildings enables
an air leakage index of 1 l/h for small houses and 0.5 l/h
for apartment buildings.

The thermal mass of a concrete building also contri-
butes to lower energy consumption. The heat loads indu-
ced by lighting, appliances, people and sun can be stored
in the structures. In heavy stone buildings the consump-
tion of heating energy can be 5-15% lower and the con-
sumption of cooling energy up to 50% lower than in ligh-
ter buildings. The thermal mass also equalises interior
temperatures in the summer and eliminates the highest,
most uncomfortable temperatures.

The new C3 regulation sets slightly tighter require-
ments for the minimum thermal transmittance values of
envelope structures than before.

As energy regulations become stricter, more attention
shall be paid in precast concrete structures to minimising
the cold bridge impact of fasteners and frame structures,
for example. Windows and doors impair the total insula-
tion capacity of walls, and for this reason the thermal
transmittance value of windows shall be improved. The
tightness of the envelope, on the other hand, has to be
improved by applying putty or rubber seals on seams and
joints. Heat insulation has to be protected against moistu-
re during construction and use. The heat insulation boards
must be installed tight against each other.

The heat insulation level of the envelope structure can
be improved either by making the existing insulation
thicker or by replacing it completely or in part with better
insulation.