TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

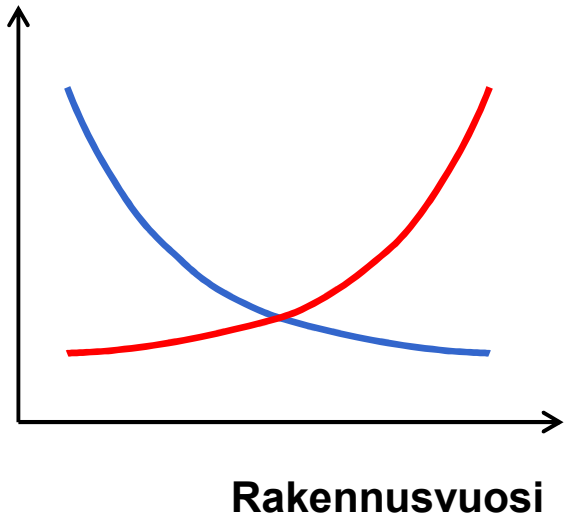
RAKENNUSTEN ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEN HAASTEITA – TEORIA JA KÄYTÄNTÖ

20.9.2016

Prof. Juha Vinha

TTY, Rakennustekniikan laitos

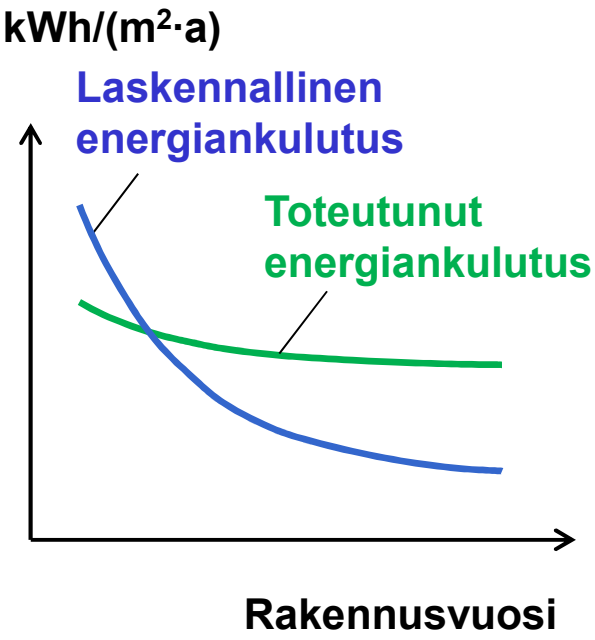
RAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUKSEN VÄHENTÄMISEN HAASTEET



Muut vaikutukset

- Huomioon otettavien tekijöiden määrä kasvaa ja vähennykset syntyvät yhä pienemmistä osatekijöistä. Kokonaisuuden hallinta monimutkaistuu.
- Tavoitellun lopputuloksen aikaansaaminen edellyttää huolellisempaa ja virheettömämpää rakentamista.
- Yhä useampiin rakentamiseen ja rakennuksen käyttöön liittyviin asioihin syntyy haasteita ja ongelmia energiankulutuksen vähentämisestä:
  - **monien rakenteiden kosteustekninen toiminta heikkenee** vaipan ulko-osien viilentyminen, rakenteiden ja toteutustapojen muutokset, korjausrakentaminen
  - **sisäilman laatu voi heikentyä** haitallisten aineiden tulo sisäilmaan voi lisääntyä paine-erojen kasvaessa, ylilämpeneminen kesällä ja jäähdytystarpeen lisääntyminen, ilmanvaihdon väärä toiminta
  - **tekniset järjestelmät monimutkaistuvat ja niiden toiminta tai viat voivat aiheuttaa energiankulutuksen lisäystä tai kosteusriskejä rakenteisiin** järjestelmien määrä kasvaa ja hallinta monimutkaistuu, sähkötehon hallinta korostuu, automaation tarve kasvaa, huollon ja ylläpidon tarve lisääntyy, kosteuslisän ja paine-erojen vaikutukset rakenteiden toimintaan
  - **esteettisten ja toiminnallisten tavoitteiden toteuttaminen vaikeutuu** ikkunoiden määrä ja sijoittelu, tilaratkaisut, ulkonäkö, viihtyisyys
  - **kasvihuonekaasupäästöt eivät alene tavoitellusti tai voivat jopa lisääntyä** energiatehokkaamman rakentamisen synnyttämä hiilijalanjälki, uusimis-, korjaus- ja purkamistarpeen mahdollinen lisääntyminen, uusiutuvan energian etätuotannon ja lähialueen energiaratkaisujen huomioon ottaminen tärkeätä
  - **kustannukset lisääntyvät ja taloudellisuus heikkenee** rakentaminen kallistuu entisestään, yhä suurempi osa ratkaisuvaihtoehdoista on taloudellisesti kannattamattomia

TOTEUTUNUT JA LASKENNALLINEN ENERGIANKULUTUS EROAVAT TOISISTAAN



Vanhoissa taloissa toteutunut kulutus on usein pienempi

- Ilmanvaihdon määrä on ohjearvoja pienempi.
- Sisäilman lämpötila on usein ohjearvoja alhaisempi.
- Massiivirakenteiden varaamaa lämpöä ei ole otettu huomioon oikealla tavalla laskelmissa.

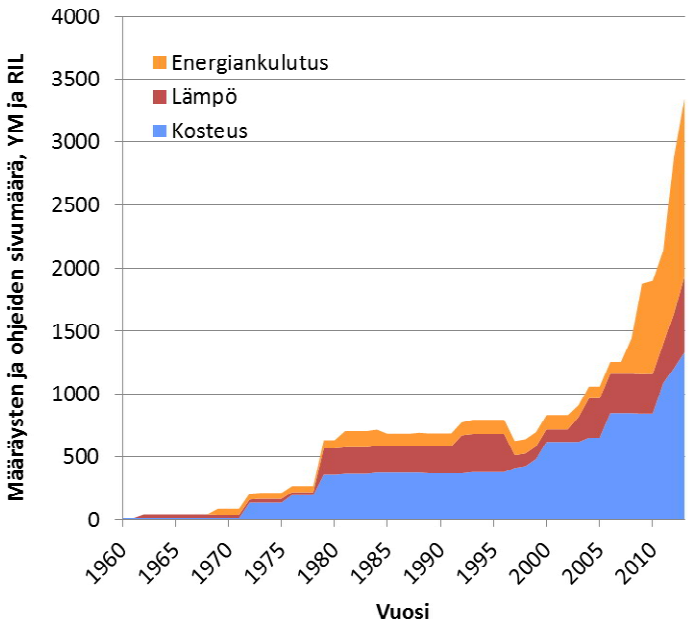
Uusissa taloissa toteutunut kulutus on usein suurempi

- Talotekniset järjestelmät toimivat puutteellisesti tai väärin.
- Sähkölaitteiden aiheuttama kulutus on usein laskennallisia arvoja suurempi.
- Puhalluseristeillä toteutettujen yläpohjien lämmöneristys on laskennallisia arvoja heikompi.
- Ylilämmöt ovat suurempia johtuen mm. suurista ikkunoista, puutteellisesta auringonsuojauksesta, lisääntyneestä sähkönkulutuksesta ja tehokkaasta lämmöneristyksestä.

  → Koneellinen jäähdytys lisääntyy
  → Asuinrakennuksiin asennetaan jälkikäteen ilmalämpöpumppuja
- **Energiaa kuluttavilla käyttötottumuksilla on suurempi suhteellinen vaikutus.**

RAKENNUSFYSIIKKAAN LIITTYVÄT MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

YM:n ja RIL:n voimassa olevien julkaisujen sivumäärä



Rakennusten lämmöneristys- ja energiatehokkuusmääräysten ja -ohjeiden muutokset viime vuosina

- 2003 lämmöneristys
- 2008 energiatodistus
- 2008 lämmöneristys ja energiatehokkuus
- 2010 lämmöneristys ja energiatehokkuus
- 2012 lämmöneristys ja energiatehokkuus
- 2013 korjausrakentamisen lämmöneristys ja energiatehokkuus
- 2013 uusi energiatodistus

YM = ympäristöministeriö
RIL = Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry

Lisäksi suuri määrä eri yhdistysten ja yritysten julkaisuja (Rakennustieto, BY, Kattoliitto jne.)

- **Ohjeiden yhtenäisyys ja päivittäminen** erittäin tärkeätä.
- Rakennusalalla tarvitaan **paljon lisää koulutusta** varsinkin työelämässä oleville.
- Uusi tieto leviää kentälle hitaasti.

RAKENTAMISEN KEHITTÄMISEN PERIAATTEET

Tutkimus → Ohjeet → Koulutus → Kokemukset → Määräykset

Nykyinen rakennusten energia-tehokkuuden kehittämisperiaate

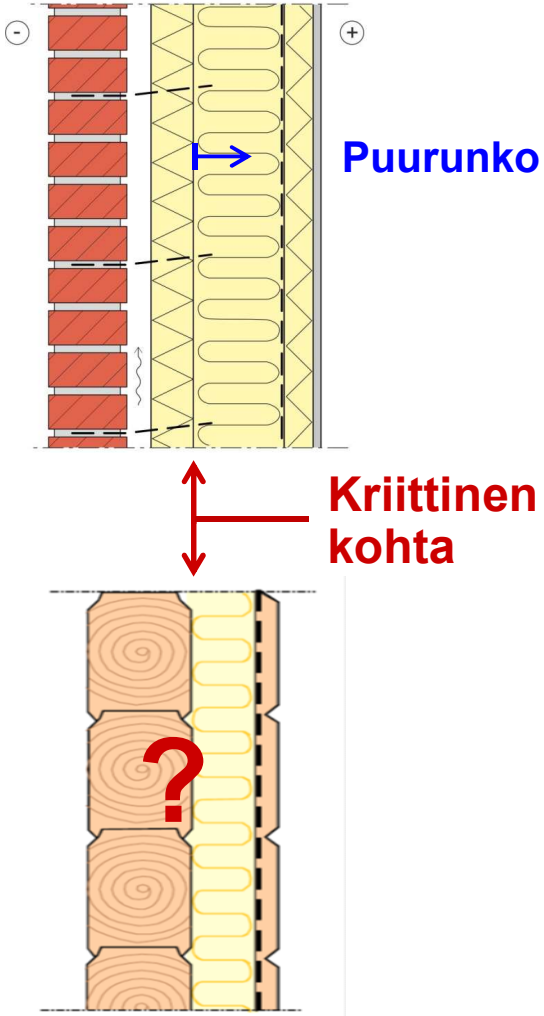
Määräykset → Tutkimus → Ohjeet → Koulutus → Kokemukset

?

EHDOTETTUJEN ENERGIATEHOKKUUSVAATIMUSTEN TODELLINEN MUUTOS PROSENTTEINA 2012-TASOON NÄHDEN RAKENNUSTEN ERI KÄYTTÖTARKOITUSLUOKISSA

Lämpöenergian lähde	Sähkö	Kauko-lämpö	Uusiutuvat	Fossiiliset
Käyttösähkön osuus ostoenergian kulutuksesta	30 %	30 %	30 %	30 %
Käyttötarkoitusluokka				
Erillinen pientalo ja ketjutalo, 85 m^2 tai enemmän	-3	-3	**-17**	-22
Rivitalo ja enintään kaksikerroksinen kerrostalo	-13	-14	**-26**	-30
Kerrostalo, vähintään 3 kerrosta	-11	-11	**-24**	-28
Toimistorakennus, terveyskeskus	**-47**	**-47**	**-54**	-57
Liikerakennus, museo	**-40**	**-41**	**-49**	-52
Majoitusliikerakennus, vanhainkoti	**-24**	**-24**	**-35**	-39
Opetusrakennus ja päiväkoti	**-37**	**-37**	**-46**	-49
Liikuntahalli	**-32**	**-32**	**-42**	-45
Sairaala	-7	-7	**-20**	-25

LÄMMÖNERISTYKSEN LISÄYKSEN VAIKUTUKSET RAKENTEIDEN KOSTEUSTEKNISEEN TOIMINTAAN

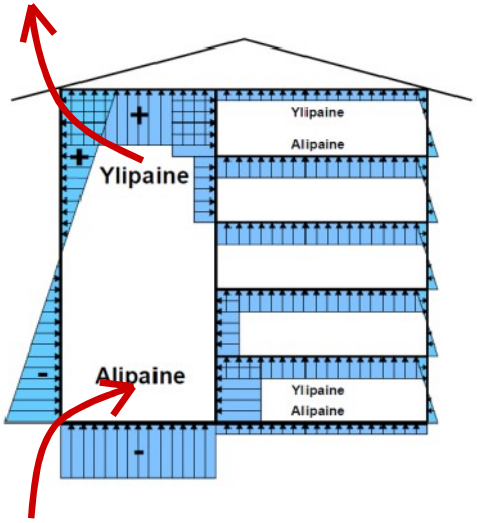


- Lämmöneristyksen lisääminen heikentää monien vaipparakenteiden kosteusteknistä toimintaa:
  - **Ulko-osat viilenevät**, jolloin kosteuden kondensoituminen ja homeen kasvulle suotuisat olosuhteet lisääntyvät rakenteissa.
  - Rakenteiden **vikasietoisuus heikkenee** samasta syystä. Yhä pienemmät kosteusvuodot ulkoa tai sisältä voivat saada aikaan kosteusvaurion.
  - Rakenteita korjattaessa **sisäpuolinen lisäeristys heikentää** rakenteen kosteusteknistä toimintaa. Alkuperäinen rakenne viilenee ja homeen kasvulle otolliset olosuhteet lisääntyvät.
- **Rakenteiden toteutusratkaisujen muutokset ja uudet materiaalit** voivat myös lisätä rakenteiden kosteusriskejä.
- **Vaipparakenteet saadaan kuitenkin oikein suunniteltuina ja toteutettuina toimiviksi myös jatkossa.** Eniten muutoksia tarvitaan puurakenteissa.
- Rakenteita korjattaessa on otettava huomioon **alkuperäisen rakenteen asettamat rajoitteet**, jotka voivat olla suuria. Tarvittaessa voidaan joutua käyttämään apuna myös teknisiä laitteita (lämmitin, kuivain, ohjattu koneellinen ilmanvaihto). **Rakenne itsessään tulee kuitenkin pyrkiä saamaan toimimaan kosteusteknisesti turvallisesti.**

Myös ennustettu **ilmastonmuutos** heikentää rakenteiden kosteusteknistä toimintaa monella eri tavalla.

PAINE-EROJEN VAIKUTUKSET JA HALLINTA TIIVIIN VAIPAN KANSSA

Kosteutta rakenteisiin



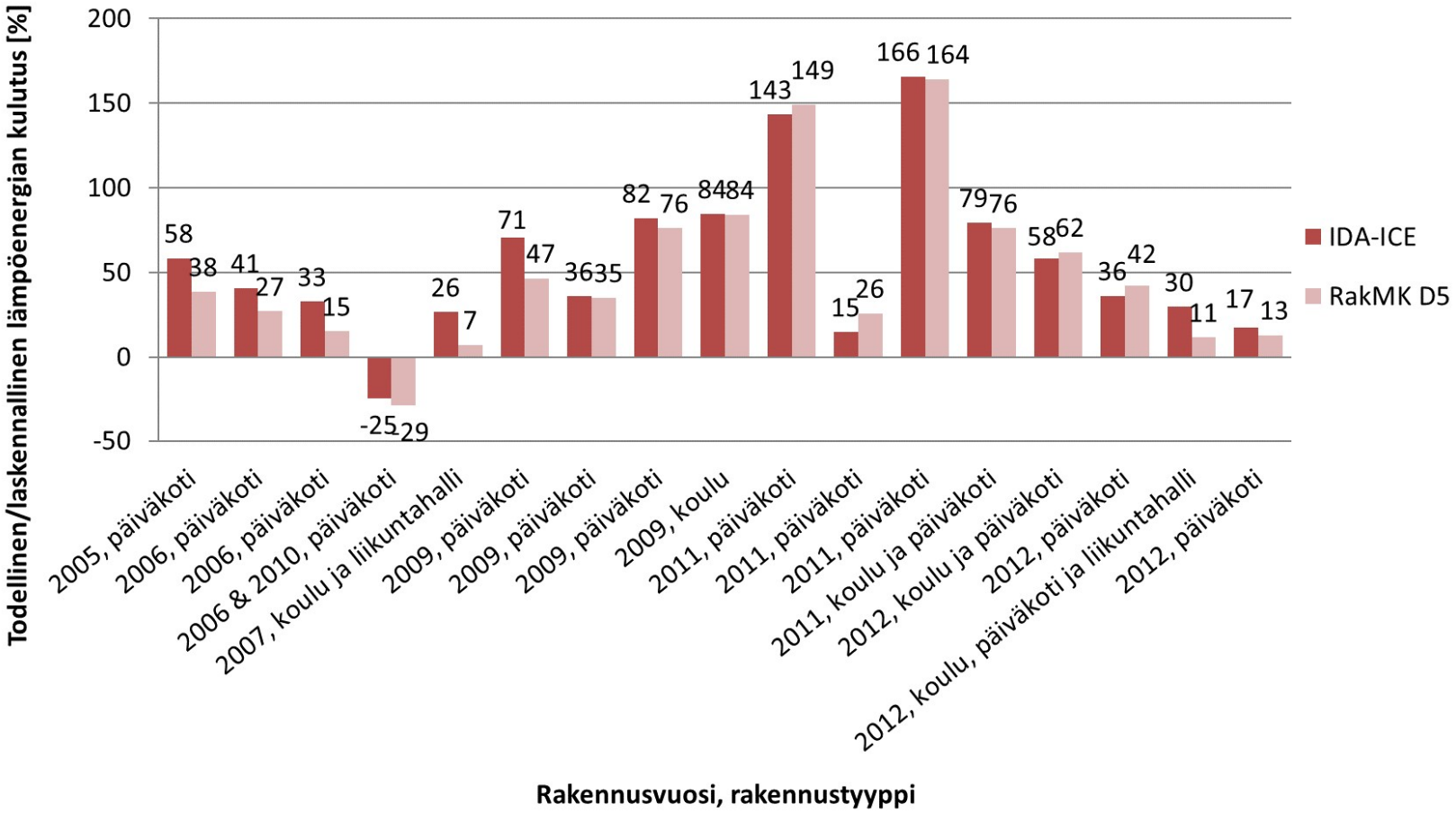
Haitallisia aineita sisäilmaan

Tehokkaasta ilmanvaihdosta ei ole tavoiteltua hyötyä, jos ilmaa otetaan rakennukseen vääristä paikoista!

- **Hyvin ilmatiivis rakennuksen ulkovaippa voi nostaa ilmanvaihdon synnyttämät paine-erot suuriksi,** jolloin syntyy ongelmia niihin vuotokohtiin, joita vaipparakenteisiin aina jää.
- **Ilmanvaihto tulee säätää oikein!** Tavoitteena on pieni alipaine rakennuksen sisällä (enintään -5 Pa).
- Jos vaipparakenteissa on homevaurioita, mikrobit ja niiden aineen-vaihduntatuotteet pääsevät isomman paine-eron seurauksena helpommin sisäilmaan, ellei vaippaa **korjata ja/tai tiivistetä luotettavasti** korjauksen yhteydessä. **Käytännössä tiivistysten tekeminen luotettavasti on osoittautunut hyvin haasteelliseksi!**
- Palvelurakennuksissa pääilmanvaihto säädetään usein pienemmälle poissaoloaikoina. Likaisten tilojen kohdepoistot jäävät kuitenkin päälle, jolloin alipaine sisällä kasvaa ja voi aiheuttaa saman ongelman.

  → Sisäilman laadun kannalta ongelmana ei usein olekaan ilmanvaihdon vähäisyys, vaan **liiallinen alipaine ja ilmaa vuotavat vaurioituneet rakenteet sekä likaiset korvausilmareitit.**
- Ilmanvaihdon toimintaan on kiinnitettävä suurta huomiota (seuranta- ja hälytyslaitteet, suodattimien vaihto, sulatusjaksot, automaattisesti säätyvät järjestelmät)
- **Vaipan hyvä ilmatiiviys (q_{50} = 0,5–1,0 $m^3/(m^2h)$) on riittävä.**

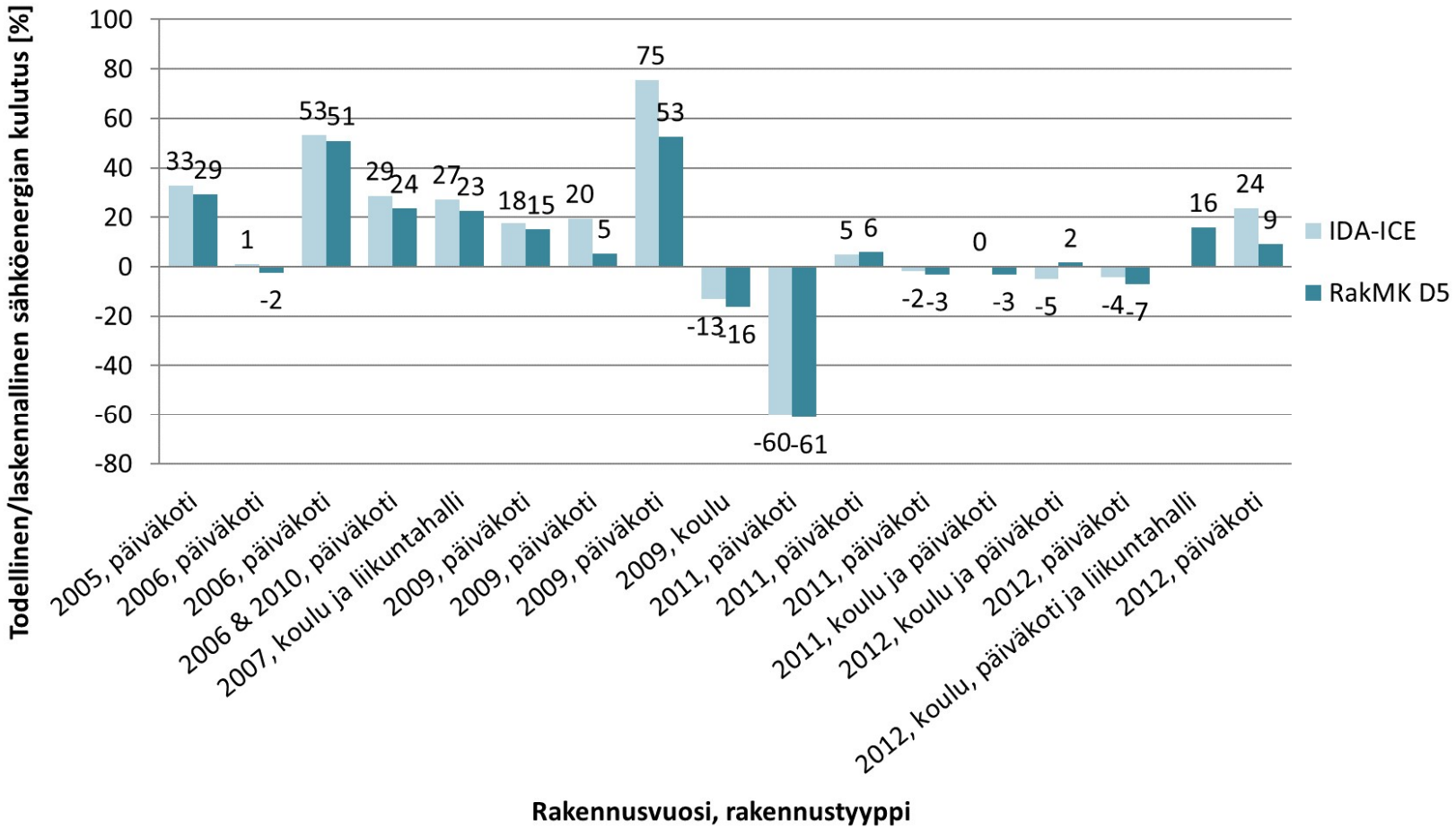
TODELLISEN JA LASKENNALLISEN LÄMPÖ-ENERGIAN KULUTUKSEN ERO UUDEHKOISSA KOULUISSA JA PÄIVÄKODEISSA



Otoksessa Tampereen, Helsingin ja Oulun kouluja ja päiväkoteja.

COMBI-tutkimus

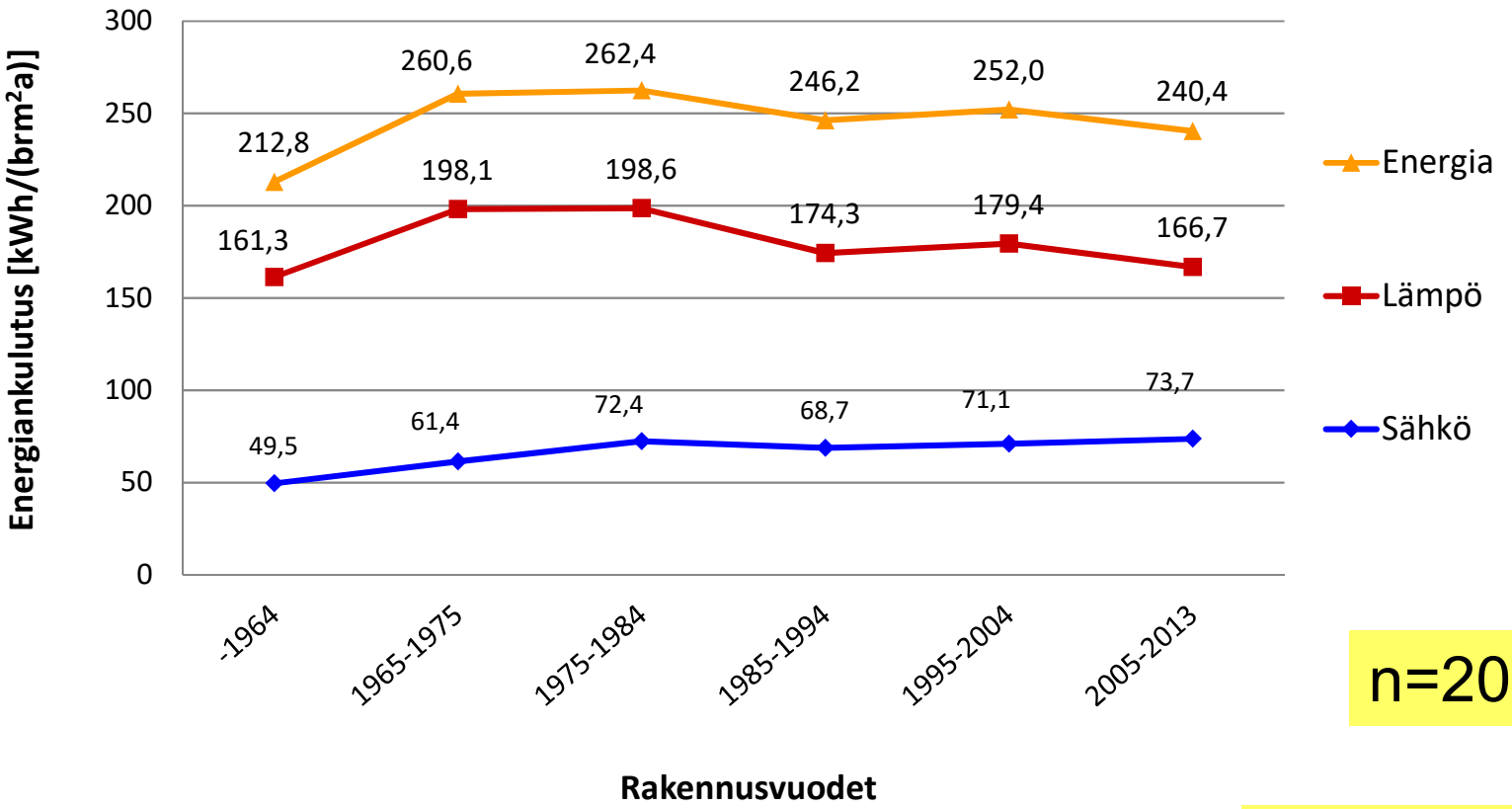
TODELLISEN JA LASKENNALLISEN SÄHKÖ-ENERGIAN KULUTUKSEN ERO UUDEHKOISSA KOULUISSA JA PÄIVÄKODEISSA



Otoksessa Tampereen, Helsingin ja Oulun kouluja ja päiväkoteja.

COMBI-tutkimus

KOULUJEN JA PÄIVÄKOTIEN NORMEERATTU ENERGIANKULUTUS (Tampere ja Helsinki)



n=207

COMBI-tutkimus

RAKENNUSTEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMINEN

Laskennallisen energiankulutus-tarkastelun kehittäminen

Laskennallisen energiankulutustarkastelun rinnalla on kehitettävä myös **käytännön rakentamista ja muita päästöjä ehkäiseviä keinoja!**

Nykyisiä energia-tehokkuusmääräyksiä **ei tule merkittävästi tiukentaa** ennen kuin muut asiat ovat riittävästi hallinnassa!

Kustannustehokkaat ja taloudelliset ratkaisut

Laskennallinen energiankulutus
- Lähtötietojen ja laskennan täydentäminen
- Standardikäyttöarvojen korjaus

- Rakennuslupalaskelmien yksinkertaistaminen
- Tarkempien energian tavoitekulutuslaskemien tekeminen pakolliseksi

Rakennusten käytännön toteutus ja toiminta
- Tutkimukset toteutetuissa kohteissa (rakenteet ja talotekniikka)
- **Yhtenäiset ohjeet ja riittävä koulutus!!** (ARK, RAK, TATE)
- Ammattitaitoinen suunnittelu, toteutus, valvonta, käyttö ja ylläpito
- Rakennushankeen osapuolten välisen **yhteistyön** lisääminen
- Järjestelmien ja olosuhteiden seuranta

Todelliset kasvihuonekaasupäästöt
- Hiilijalanjäljen huomioiminen elinkaaritarkasteluissa ja määräyksissä
- Yksinkertaiset ja kestävät rakenne- ja järjestelmäratkaisut
  → Korjaus- ja uusimistarpeen vähentäminen
- **Kestävät ja turvalliset ratkaisut ovat oleellisia myös rakennuksen käyttäjien terveyden kannalta!**

Rakennuksen käytön ohjauskeinot
- Valistus ja ohjeistus (järjestelmien käyttöohjeet näkyville)
- Taloudelliset porkkanat ja sanktiot (vaikutus esim. kiinteistöveroon)
- Rakennusten toimivuuden ”katsastusmenettely”
- Energiankulutuksen havainnollistaminen käyttäjille (näyttötaulut/netti: lukuarvot, grafiikat, värit, vertailut)

2018