



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto



TAMPEREEN
TEKNILLINEN
YLIOPISTO



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

Tekes

COMBI-HANKE

26.1.2017

Prof. Juha Vinha

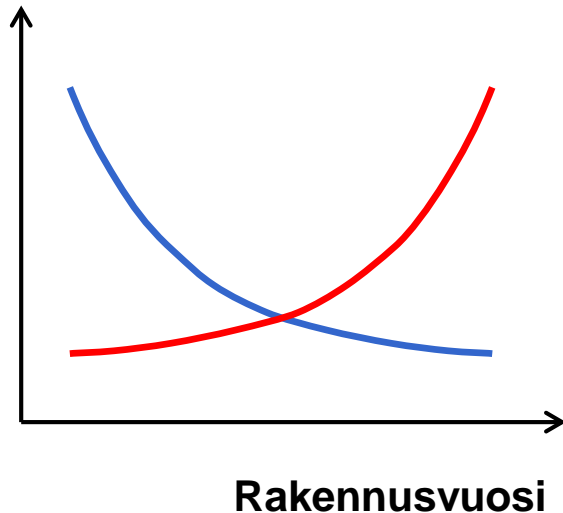
TTY, Rakennustekniikan laitos

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, ylälämpeneminen kesällä ja jäähdystarpeen 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 tärkeitä
 - **kustannukset lisääntyvät ja taloudellisuus heikkenee** rakentaminen kallistuu entisestään, yhä suurempi osa ratkaisuvaihtoehdoista on taloudellisesti kannattamattomia

Energiankulutus
kWh/(m²·a)

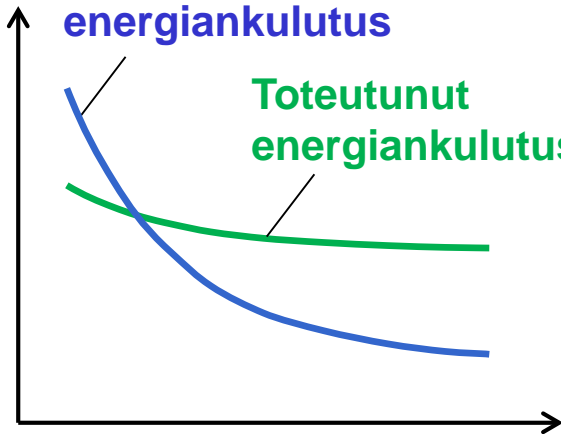


TOTEUTUNUT JA LASKENNALLINEN ENERGIANKULUTUS EROAVAT TOISISTAAN

kWh/(m²·a)

Laskennallinen
energiankulutus

Toteutunut
energiankulutus



Rakennusvuosi

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 käytötottumuksilla on suurempi suhteellinen vaikutus.**



COMBI-HANKE: TAVOITTEENA KORKEALAATUISET ENERGIATEHOKKAAT PALVELURAKENNUKSET

Kokonaisuuden tarkastelu

Tavoitteet:

- korkealaatuinen
- terveellinen
- riskitön
- kosteusturvallinen
- taloudellinen
- energiatehokas
- viihtyisä
- helppokäyttöinen
- muunneltava
- ympäristöystävällinen
- huollettava
- pitkäaikaiskestävä

Työkalut ja ratkaisut:

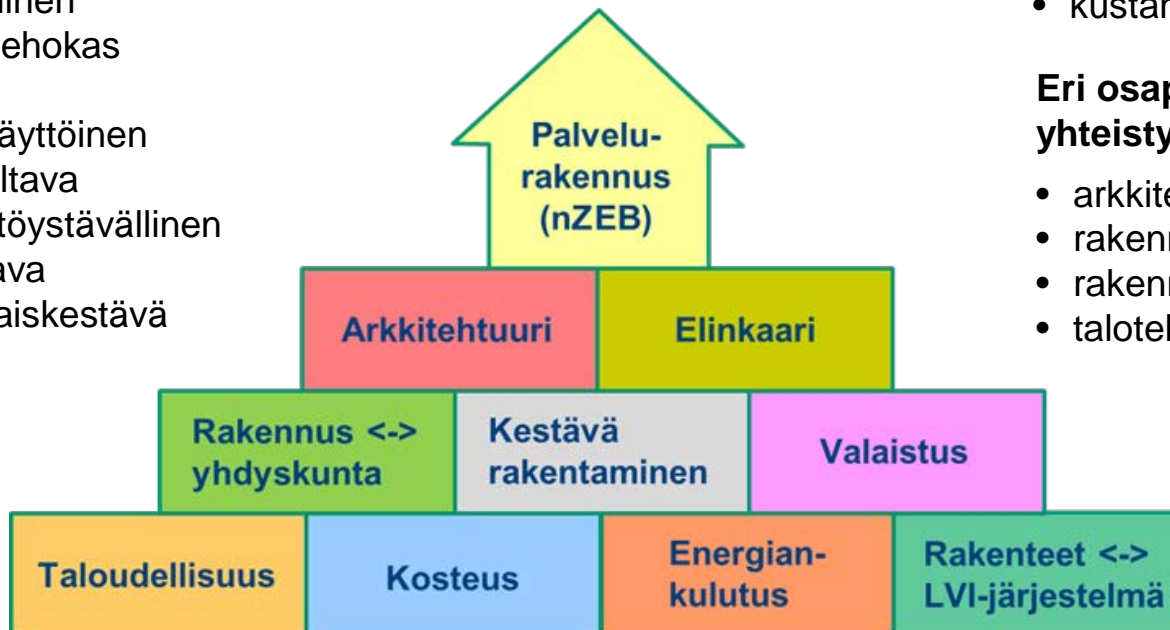
- ohjeet ja toimintamallit
- suunnittelu- ja laskentamenetelmät
- optimointi- ja valintamenetelmät
- koulutuspaketit

Mahdollisuudet ja hyödyt:

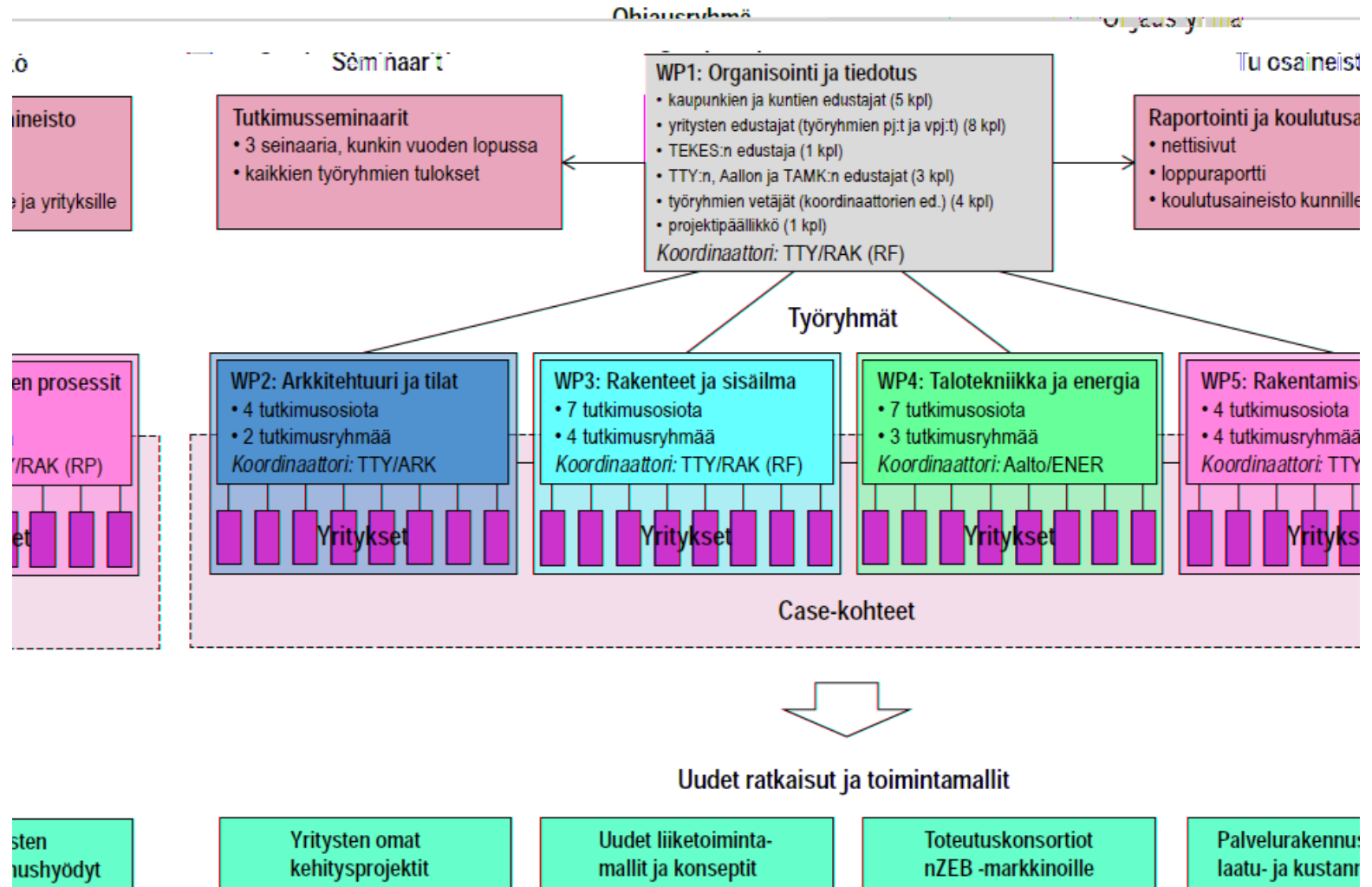
- uusi liiketoiminta
- innovaatiot
- kilpailuetu
- laadun parantuminen
- kustannussäästöt

Eri osapuolten välinen yhteistyö:

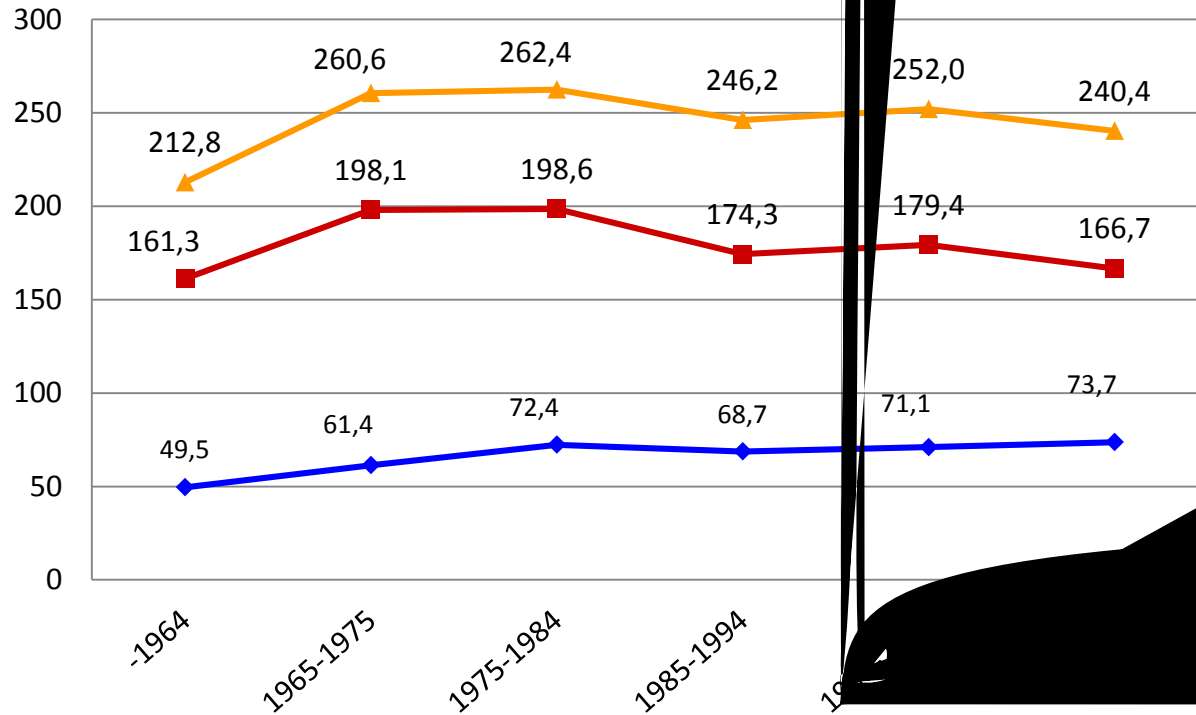
- arkkitehti
- rakennesuunnittelija
- rakennusfysiikkasuunnittelija
- talotekniikkasuunnittelija



COMBI-HANKKEEN ORGANISAATIO JA TYÖPAKETIT



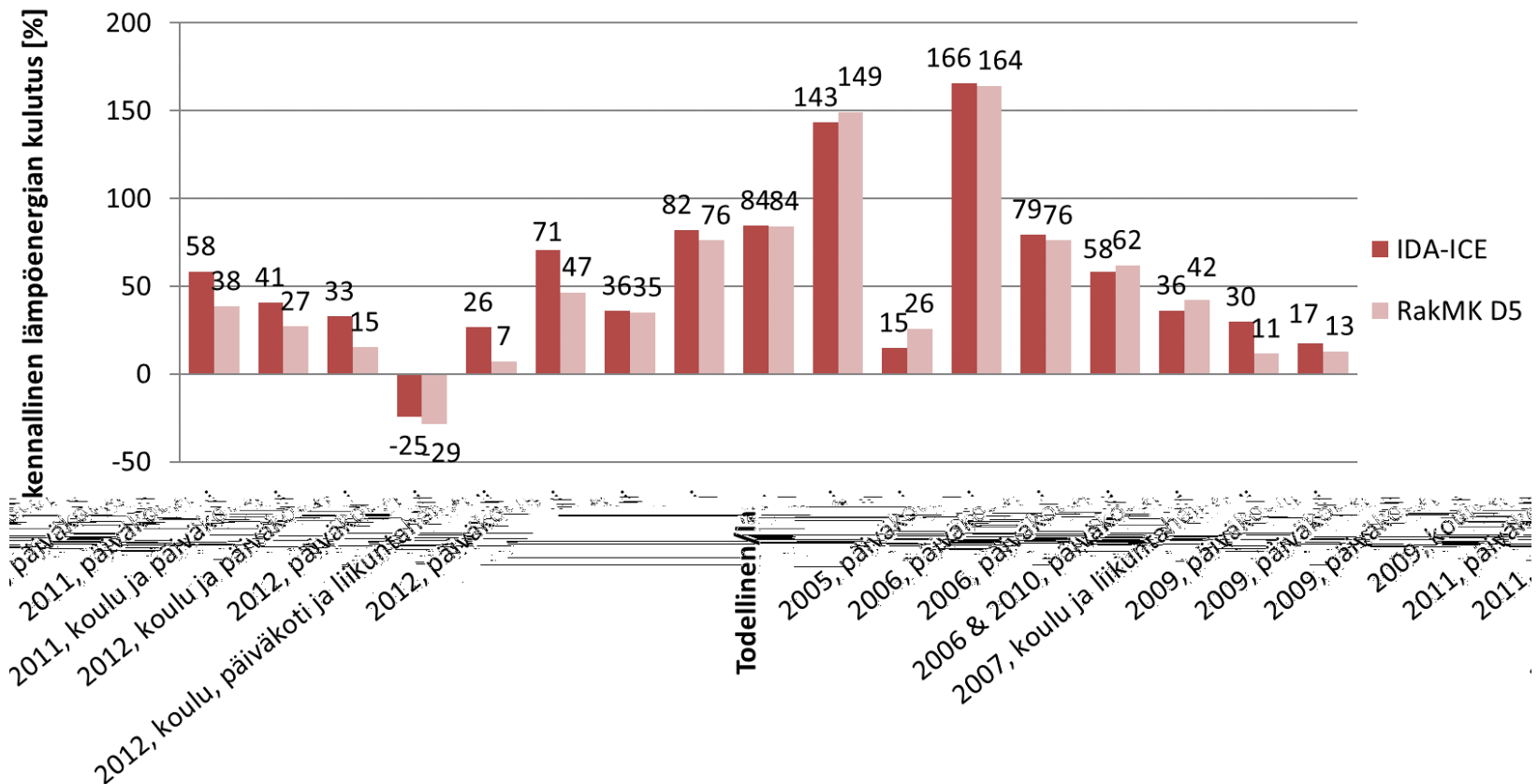
KOULUJEN JA PÄIVÄKOTIEN NORMMEERATTU ENERGIANKULUTUS (Tampere ja Helsinki)



COMBI-tutkimus



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



ennustyyppi

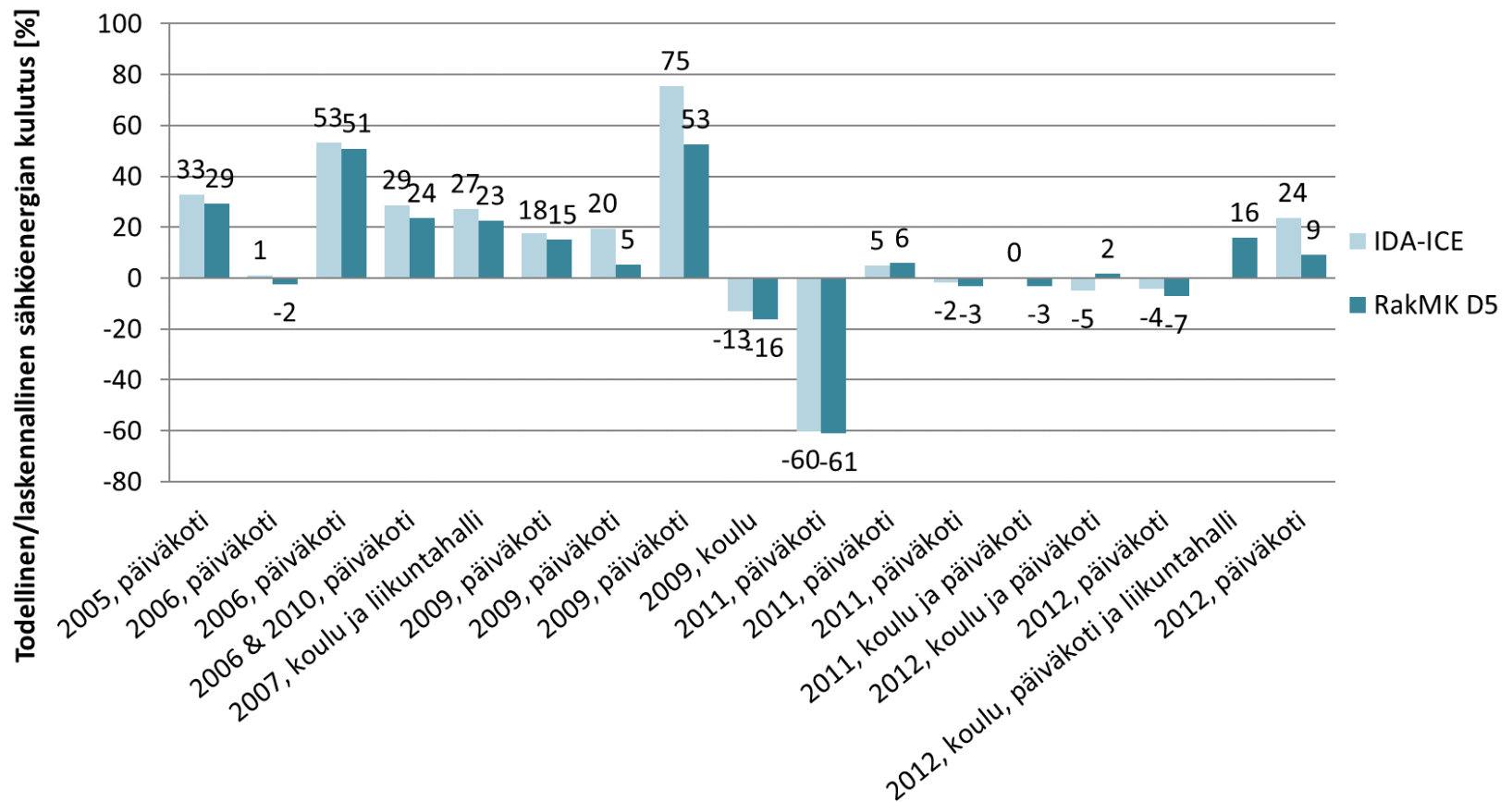
Rakennusvuosi, rak

Otoksessa Tampereen, Helsingin ja Oulun kouluja ja päiväkoteja.

COMBI-tutkimus



TODELLISEN JA LASKENNALLISEN SÄHKÖENERGIAN KULUTUKSEN ERO UUDEHKOISSA KOULUISSA JA PÄIVÄKODEISSA



Rakennusvuosi, rakennustyyppi

Otoksessa Tampereen, Helsingin ja Oulun kouluja ja päiväkoteja.

COMBI-tutkimus



COMBI-EXCURSIO 6.-10.6.2016

- Excursion tavoitteena oli tutustua ja saada uusia näkökulmia energiatehokkaiden palvelurakennusten rakentamiseen.
- Excursion vierailukohteet sijoittuivat Norjaan ja Hollantiin. Varsinkin Norjassa on panostettu vähäpäästöiseen rakentamiseen ja siellä on Euroopan johtava tutkimuskeskus tällä alueella.
- Laajempi esitys ekskursiosta löytyy COMBI-hankkeen kotisivuilta www.tut.fi/rakennusfysiikka/combi
- Vierailukohteita olivat:
 1. ZEB Research Centre (Norja, Trondheim)
 2. Moholt 50/50, opiskelijakylä ja päiväkotikoti CLT:stä (Norja, Trondheim)
 3. LINK arkkitektur ja Erichen & Horgen, energiakonsultti ja arkkitehdit esittelivät yhdessä tekemiään energiatehokkaita kohteita (Norja, Oslo)
 4. Powerhouse Kjørbo, plusenergiakorjauskohde (Norja, Oslo)
 5. Brynseng skole, nollaenergiatasoisen koulun työmaa (Norja, Oslo)
 6. Bjørnsletta skole, energiatehokas koulu (Norja, Oslo)
 7. Kinderkorten Fagerborg, energiatehokas päiväkotikoti (Norja, Oslo)
 8. IKC Zeeburgereiland -koulu, Energianeutraalit koulut ja toimistot (NESK) – projektin esittely (Hollanti, Amsterdam)
 9. Pohjois-Hollannin aluetoimiston korjaushankkeen esittely (Hollanti, Haarlem)
 10. Plein Oost, energiatehokas koulu (Hollanti, Haarlem)
 11. Brede School Houthavren, energiatehokas koulu (Hollanti, Amsterdam)
 12. Paul De Ruiter Architects, energiatehokkaiden kohteiden esittely (Hollanti, Amsterdam)

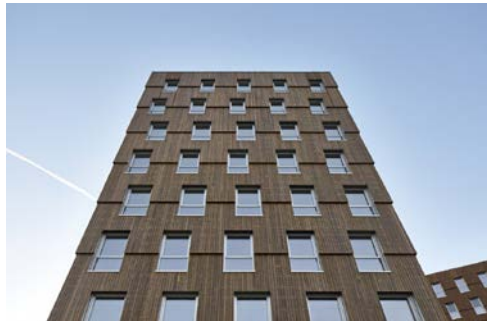


EXCURION ANTIA ARKKITEHTUURIN NÄKÖKULMASTA

- Norjassa kokonaisvaltainen tarkastelu
 - Energiatehokkuus on vain yksi osa kokonaispäästöjen vähentämisessä
 - ZEB = *Zero Emission Buildings* vs. *Zero Energy Buildings*
 - Arkkitehtuuri viestii vihreistä arvoista (materiaalit, muotokieli, aurinkopaneelit)
- Hollannissa energiaterhokkuustarkastelut eivät ole niin yksityiskohtaiset kuin Suomessa
 - Innovatiivisia luonnonvalo- ja varjostusratkaisuja (valohyllyt, ulkoiset pystyvarjostukset, valokuilu)

Pienen hiilijalanjäljen tavoittelu otetaan huomioon koko rakennushankkeessa

- Esim. parkkipaikkojen vähyyys, jolla pyritään ohjaamaan julkisten kulkuvälineiden käyttöön



EXCURION ANTIA RAKENNUSTEKNIIKAN NÄKÖKULMASTA



- Norjassa puu usein rakennusmateriaalina energiatehokkaissa rakennuksissa
 - Puun pitkäaikaiseen suojaukseen julkisivuissa kiinnitetään huomiota (Kebony, Accoya, poltettu pinta)
 - Rakennuksissa käytetään myös muita pienemmän hiilijalanjäljen aiheuttavia rakennusmateriaaleja (esim. vihreä betoni, kierrätysteräs)
- Norjassa pieneen hiilijalanjälkeen pyrkivässä rakentamisessa lämmöneristyksen määrä samaa luokkaa kuin nyt Suomessa.
- Hollannissa ilmasto on erilainen, joten rakenteiden U-arvot suurempia kuin Suomessa.
- Sekä Norjassa että Hollannissa aurinkokeräimien suunnitteleminen energiatehokkaan rakennuksen yhteyteen on itsestäänselvyys
 - Keräimiä yleensä katolla tai julkisivupaneeleissa
- Norjassa rakennusten ilmatiiviys suuremmassa roolissa kuin Hollannissa.
- Kummassakaan maassa ilmanvaihtoa ei pyritä säätämään alipaineiseksi. Hollannissa paljon painovoimaisella ilmanvaihdolla toimivia rakennuksia.
- Kummassakaan massa rakennusten kosteusvauriot ja homeongelmat eivät tuntuneet olevan yhtä paljon esillä kuin Suomessa.

EXCURION ANTIA TALOTEKNIIKAN NÄKÖKULMASTA

1. Hiilineutraalisuus on päätavoitteena niin Norjassa kuin Hollannissakin (energiatehokkuus on mukana vain osana sitä)

- Aurinkoenergian hyödyntäminen itsestäänselvyys (paneelit ja keräimet)

2. Ikkunoiden avaamismahdollisuus koetaan tärkeäksi muustakin kuin iv-tarpeesta lähtien (kontaktointitarve ympäristön kanssa, jopa automatisoituja avauksia)

3. Päivänvalosuunnittelu on merkittävässä osassa sekä automaattiset verho/kaihdin/markkiisiratkaisut olivat arkipäivää.

- Päivänvalon ohjaukseen käytettiin myös muita rakenteita ja mm. häikäisyn estäviä ikkunaratkaisuja

4. Olosuhteiden näkyväksi tekeminen oli tavoitteena niin uusissa rakennuksissa kuin saneerauksissa (olosuhteet, energia CO2 jne.)

5. LVI-teknisesti hyvin paljon samanlaisia ratkaisuja kuin Suomessakin paitsi kangaskanavien hyödyntäminen Hollannissa, jossa muutoin ilmanvaihtoon oli panostettu vielä vähän, kuten Norjassakin.



RAKENNUSTEN KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMINEN

Laskennallisen energiankulutus-tarkastelun kehittäminen

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



COMBI-HANKKEEN JULKAISUT

1. **Tulosseminaarit** (kerran vuodessa 1/2016, 1/2017, 1/2018, 1/2019?)
2. **Osatutkimusten raportit** (opinnäytetyöt, tutkimusraportit)
3. **Tuloskortit** (2 sivun esite jokaisesta osatutkimuksesta, viittaukset tutkimuksiin)
4. **Koulutusaineisto** (PP-kalvot kustakin osatutkimuksesta, joissa esitellään keskeiset tulokset)
5. **Julkaisujen jaottelu** (tuloskortit, tutkimusraportit ja koulutusaineisto) netissä rakennushankkeen eri vaiheiden mukaisesti
6. **Yhteenvetojulkaisu** (yhteenveto-osuus + tuloskortit, tuloskortit jaoteltu julkaisussa samalla tavalla kuin netissä rakennushankkeen eri vaiheisiin)
7. **Kansalliset julkaisut** (seminaariartikkelit esim. rakennusfysiikka- ja sisäilmastoseminaareissa)
8. **Kansainväliset julkaisut** (referee lehti- ja konferenssiartikkelit eri osatutkimuksista)



COMBI-HANKKEEN TULOSPANKKI

- Julkaisut on tarkoitus sijoittaa taulukkoon, joka kuvaa rakennushankkeen eri vaiheita.
- Taulukko löytyy COMBI-hankeen kotisivuilta www.tut.fi/rakennusfyiikka/combi
- Tällä hetkellä julkaisut löytyvät vielä kunkin työpaketin alta

	Tilaaminen	Suunnittelu	Toteutus	Käyttöönto	Käyttö ja huolto	Koko rakennushanke	Määräykset ja sovellusohjeet
ARK		7	3			5	3
RAK	1	12	6	1	2		
TATE	2	7	5	4	6		



KIITOS!

