

The logo for SITRA, consisting of the word "SITRA" in a bold, white, sans-serif font on a dark purple rectangular background.

Energiatehokas talo vuosimallia 2020

1.2.2011 Jarek Kurnitski

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra

ERA17 kansallinen toimintaohjelma:

yksi keskeinen toimenpide seuraavan 10 vuoden rakentamismääräysten tiekartan laatiminen kehityksen ennakoinnin helpottamiseksi

www.era17.fi

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD recast:

Kaikki uudet julkiset rakennukset ovat 31.12.2018 jälkeen lähes nollaenergiataloja

Kaikki uudet rakennukset ovat 31.12.2020 jälkeen lähes nollaenergiataloja

<http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2010:153:SOM:FI:HTML>

<http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ%3AL%3A2010%3A153%3ASM%3AEN%3AHTML>

Direktiiviä toimeenpanevien kansallisten säädösten tulee olla annettu ja julkaistu viimeistään 9.7.2012

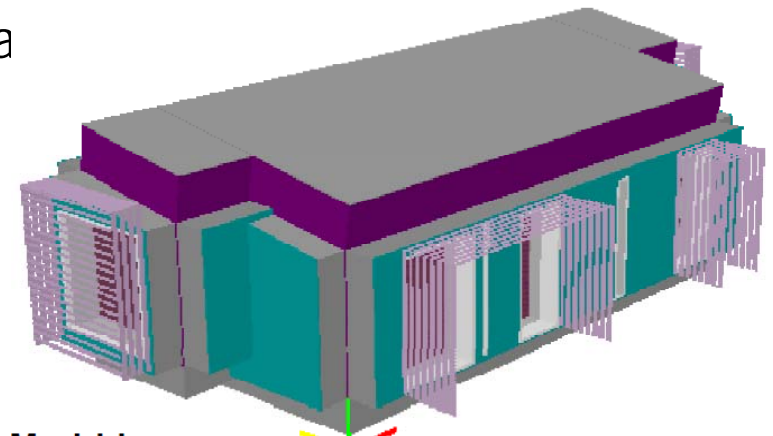
EPBD recast – Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin uusinta 19.5.2010

- Setting of minimum energy performance requirements for **major renovation**:
 - The threshold of 1000 m² is deleted
 - The definition of 'major renovation' is by the investment that should be more than 25% of the whole buildings value, excluding the land, e.g. the actuarial value, or more than 25% of the building envelope undergoes structural renovation
- Setting of requirements in respect of the overall energy performance, the proper installation, and the appropriate dimensioning, adjustment and control of the technical building systems which are installed in existing buildings
- Setting of minimum energy performance requirements based on calculation of **cost-optimal** levels :
 - The Commission shall establish by 30 June 2011 a comparative methodology framework
 - Member states shall report by 30 June 2012
- By 31 Dec 2020, all new buildings are **nearly zero energy** buildings
- After 31 Dec 2018, public authorities that occupy and own a new building shall ensure that the building is a nearly zero energy building
- The role of the recommendations of the **energy performance certificate** is strengthened and clarified (incl. cost-effectiveness)

Luukku house: suomalainen plusenergiatalo Solar Decathlon 2010 kilpailussa Madridissa



Aalto yliopiston tiimi Kimmo Lylykankaan johdolla

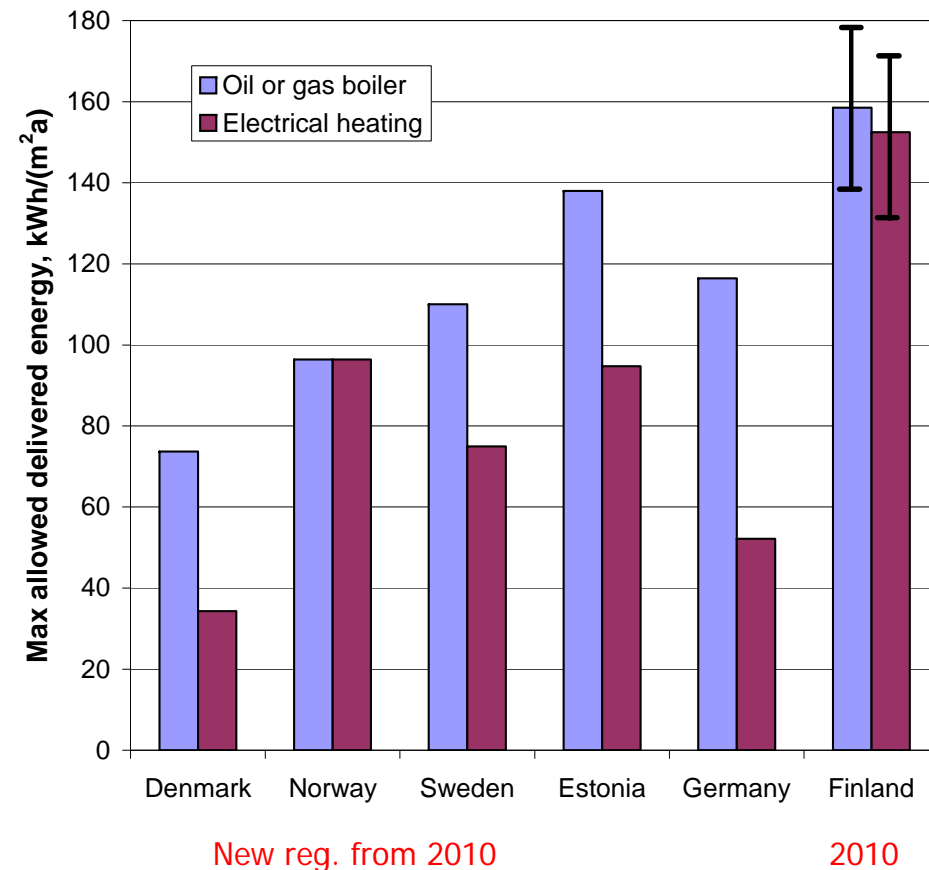


Jarek Kurnitski 1.2.2011

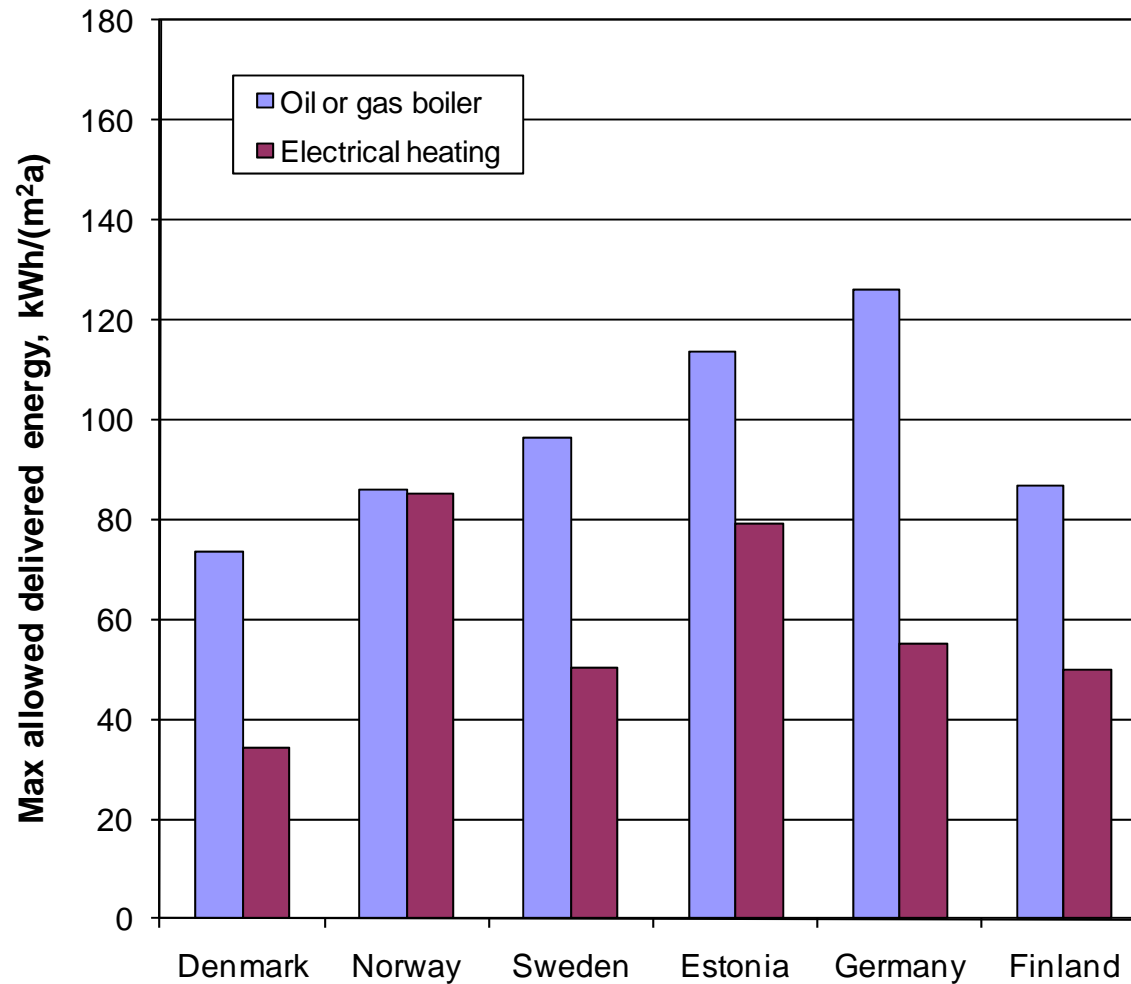
EP-value comparison, 2008 data

Source: Kurnitski J. Contrasting the principles of EP requirements and calculation methods in EU member states. *REHVA journal*, December 2008, 22–28.

- The figure shows maximum allowed **delivered energy without household electricity** (i.e. delivered energy to heating, hot water and ventilation systems) in each country for fossil fuel or electrical heating
- In the comparison, the degree-day corrected data is used, all values are corrected with 17°C degree-days to Copenhagen
- Component-based regulations causes significant penalties for Finland
- The data represents the situation in 2008, and is not up to date, due to regulation changes at least in Sweden and Finland



2008 data, but Sweden 2010 and Finland 2012



2012 Energiapaketti

<http://www.withouthotair.com/>

*"if everyone does a little,
we'll achieve only a little"*

*... suurin muutos rakentamismääräysten
antamisesta 1976 ...*

Kokonaisenergiavaatimus – E-luku

- Keskeinen ohjaava vaatimus kokonaisenergiavaatimus = vaatimus lopputuloksen energiatehokkuudelle
- Esitetään E-lukuna kWh/(m² a), jossa järjestelmät ja energiamuodot mukana
- Keinot energiatehokkuuden saavuttamiseksi vapaat
- Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus (tasauslaskelma vertailuarvoilla, ei muutoksia) toimi perälauta-arvona, ei ole yleensä ohjaava, myös kompensatorajoitukset poistuneet

Kokonaisenergiatarkastelun aiheuttama rakenteellinen muutos

- "Mahdollistavat" määräykset
- Avoin laskentamenetelmä – kv. uutuusarvoakin!
- Läpinäkyvyyden varmistaminen:
 - Pakolliset laskennan lähtötiedot rakennustyyppin standardikäytön määrittelemänä (sisäilmasto, lämpökuormat, käyttöajat, ym. D3)
 - Laskentasäännöt siitä, mitkä asiat otetaan laskennassa huomioon (läpinäkyvyys, yksinkertaistukset, ei ylimonimutkaisteta, D3)
- Markkina- ja kehityshenkisyys:
 - Vaatimukset laskentatyökaluille (D3)
 - Ei ole virallista, uusia innovatiivisia ratkaisuja rajoittava menetelmää (kaupalliset laskentatyökalut)

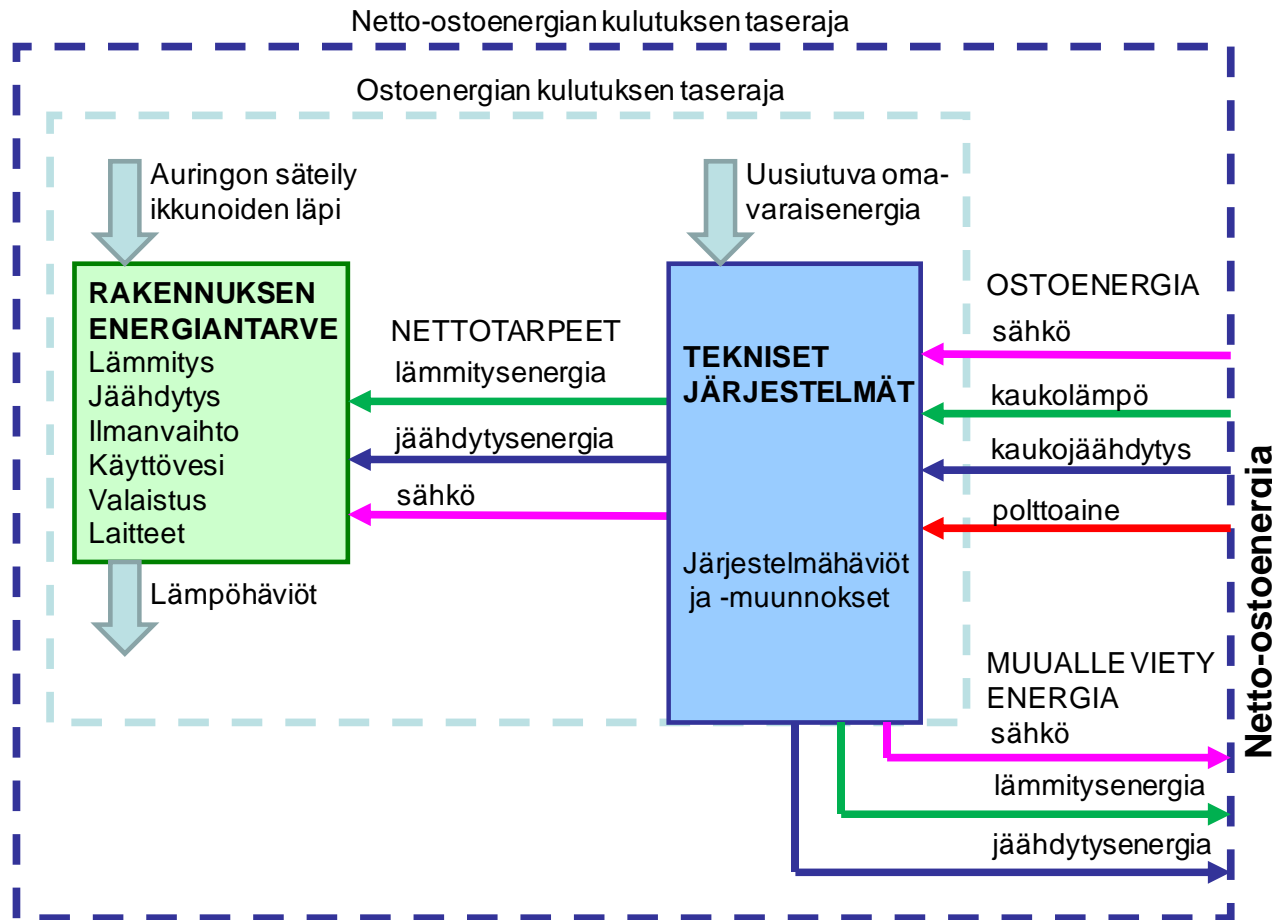
Riittäkö osaaminen?

- Lähes kokonaan uusitut laskentaohjeet (D5)
 - Suunnittelulähtöisyys ja EPBD/EN -yhteensopivuus
 - Kuukausitason laskentamenetelmä (EN 13790) edelleen ohjeistettu
 - Kesäaikaisen huonelämpötilan dynaaminen tarkastelu, pientaloille ehdot, jolloin ei tarvitse laskea
 - Tiivistettyjen ja entistä suppeampien laskentaohjeiden tarkoitus kannustavaa hyvää suunnittelukäytäntöä kuvaavien laskentaoppaiden käyttämiseen – määräysvalmistelun projektien oppaiden lisäksi jatkossa myös alan järjestöjen valmistelevana (esim. SFP-opas)
- Uusia laskentaoppaita

2012 määräysvalmistelussa käynnistettyjä kehityshankkeita Ympäristöministeriön ja Sitran Energiaohjelman rahoittamana

1. Energiamuodon huomioon ottaminen määräyksissä: päästö- ja primäärienergiakertoimien taustaselvitys
2. Laskennassa käytettävien säätietojen tarkistaminen: uuden energialaskennan testivuoden kehittäminen
3. Kylmäsiltojen huomioon ottaminen määräyksissä taulukkoarvoilla + yksityiskohtaisempi laskentaopas
4. Lämmitys- ja LKV- järjestelmien hyötysuhteiden taulukkoarvojen päivitys + yksityiskohtaisempi laskentaopas
5. Aurinkolämmön ja -sähkön laskentaohjeet + laskentaopas
6. Lämpöpumppujen laskentaohjeet + laskentaopas
7. Jäähdytysjärjestelmien laskentaohjeet + laskentaopas
8. Määräysvalmistelun projektisihteeri
9. 2012 E-lukujen vaatimustasojen laskenta

Energiatehokkuuden määritelmät kokonaisenergiatarkastelua varten



- Nettotarve (huone-
lämpötilan ylläpito)
- Kulutus (järjestelmät)
- Kiinteistökohtainen
tuotanto
- Ostoenergia
(järjestelmien kulutus
katetaan ostoenergialla)
- Muualle viety energia
- Netto-ostoenergia
- Energiamuotojen
kertoimet
- Energialuku

(sähkö, kaukolämpö, kaukojäähdytys, polttoaineet)

Netto-ostoenergia



Vaatimukset laskentatyökaluille

Laskentamenetelmät:

- Rakennusten, joissa ei ole jäähdytystä tai jäähdytystä on vain yksittäisissä tiloissa, energialaskenta voidaan suorittaa **kuukausitason laskentamenetelmillä**. Kaikkien muiden rakennusten energialaskenta pitää suorittaa **tuntitason laskentamenetelmillä**.
- Kesäajan huonelämpötilan laskenta pitää suorittaa tuntitason laskentamenetelmällä.

Laskentatyökalut:

- Kuukausitason laskentamenetelmää käyttävän laskentatyökalun pitää noudattaa rakentamismääräyskokoelman osan **D5 tai SFS-ISO 13790** laskentamenetelmää
- Tuntitason laskentamenetelmää käyttävän laskentatyökalun pitää olla **validoitu** asianmukaisten EN, CIBSE tai ASHRAE standardien tai vastaavien kansallisten standardien tai IEA BESTEST testitapausten mukaisesti, lämmitys- ja jäähdytysenergian testitapausten osalta:
 - Tuntitason laskentatyökalu täyttää kelpoisuusvaatimuksen mikäli se on läpäissyt jonkin edellä mainitun testitapausten ja laskentatyökalun levittäjällä on esittää siitä raportti

D3 kokonaisenergiankulutuksen vaatimus

2.1.4

Uudisrakennuksen E-luku ei saa ylittää seuraavia arvoja:

Luokka 1 Erillinen pientalo, rivi- ja ketjutalo

$$182 - 0,15 \cdot A_{\text{netto}} \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

$$\text{kun } A_{\text{netto}} < 150 \text{ m}^2$$

$$\text{ja } 170 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}} \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) \text{ kun } A_{\text{netto}} = 150 \text{ m}^2$$

$$\text{Hirsitalo } 202 - 0,15 \cdot A_{\text{netto}} \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$$

$$\text{kun } A_{\text{netto}} < 150 \text{ m}^2$$

$$\text{ja } 190 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}} \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a}) \text{ kun } A_{\text{netto}} = 150 \text{ m}^2$$

Alle 100 m² loma-asunto ei E-luku vaatimusta;

Luokka 2 Asuinkerrostalo

$$140 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a});$$

Luokka 3 Toimistorakennus

$$190 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a});$$

Luokka 4 Liikerakennus

$$270 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a});$$

Luokka 5 Majoitusliikerakennus

$$280 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a});$$

Luokka 6 Opetusrakennus ja päiväkot

$$190 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a});$$

Luokka 7 Liikuntahalli (pois lukien uima- ja jäähalli)

$$180 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a});$$

Luokka 8 Sairaala

$$500 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a});$$

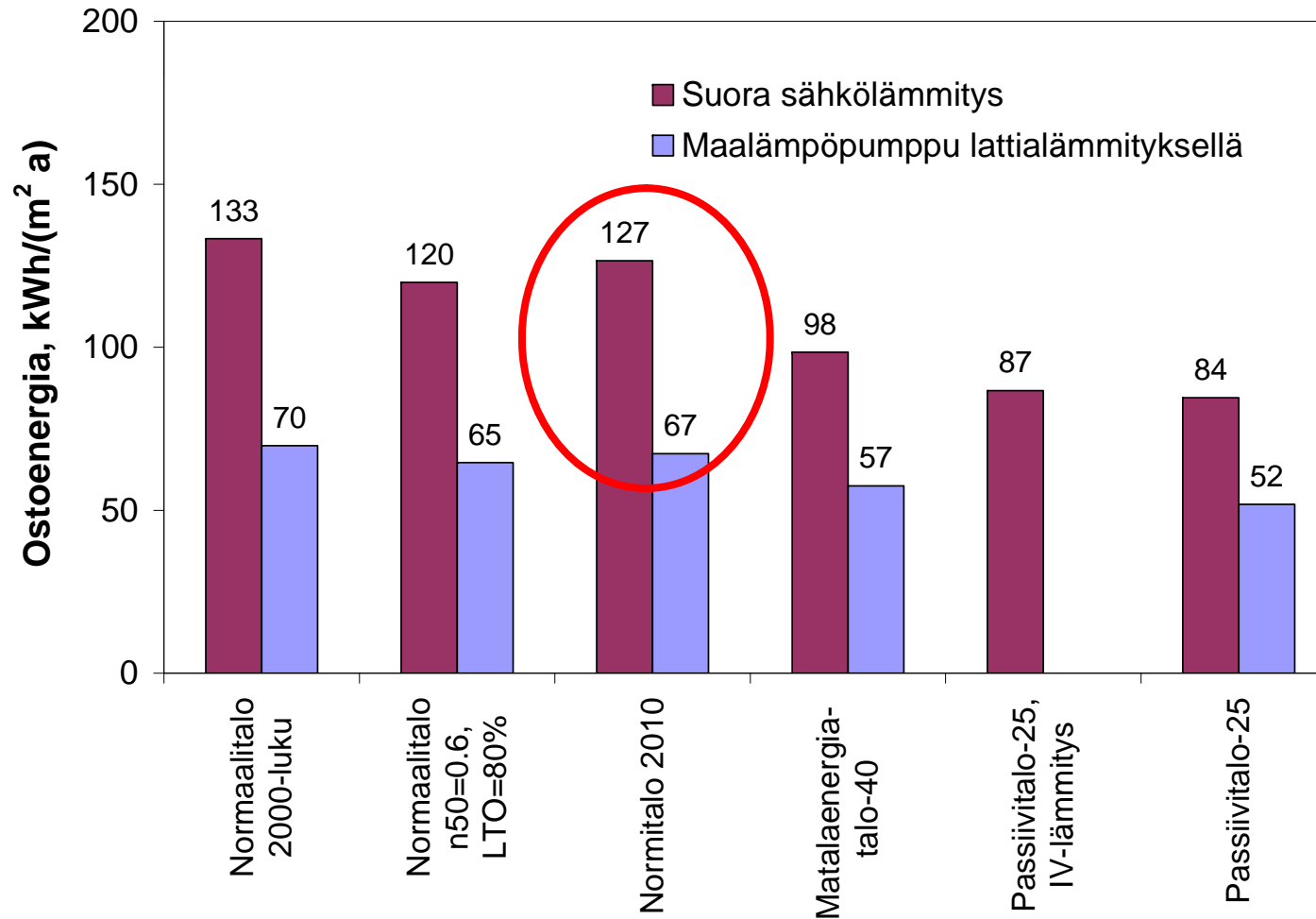
Luokka 9 Muut rakennukset ja tilapäiset rakennukset

ei E-luku vaatimusta.

2012 vaatimustason kiristäminen

- Energiatehokkuusvaatimusten 20 %:n kiristyksen ajatellaan tapahtuvan ensisijaisesti niin, että nykyisiä rakennuksen vaipan ja ilmanpitävyyden vertailuarvojen vaatimuksia ei tarvitse muuttaa. Kokonaisenergiatarkastelu mahdollistaa kokonaisvaltaisen suunnittelun, jolla energitehokkuutta voidaan parantaa muilla keinoilla. Sellaisia muita keinoja ovat muun muassa:
 - rakennuksen massoittelu ja aukotus
 - tarpeenmukaisesti ohjattujen teknisten järjestelmien käyttäminen
 - uusiutuvan omavaraisenergian hyödyntäminen
 - energiamuotojen valinta
 - kylmäsiltojen minimointi
 - passiiviset auringonsuojauksratkaisut ja muut luonnonilmiöitä hyödyntävät ratkaisut
 - suunnitteluratkaisujen kokonaisoptimointi

RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen, esim. s.185-193



2012 vaatimustenmukaisuus (E-luku n. $2,0 \cdot 80 = 160$)

- Noin puolet 2000-luvulla rakennetuista taloista täyttävät 2012 vaatimukset helposti...
- Sähkölämmitteisessä passiivitalossa tarvitaan jatkossa aurinkokeräin

2012 energiatehokkuuskonseptit pientaloissa

Yleisesti kaksi konseptia:

- Lämpöpumppukonsepti 2010 ratkaisulla
- Passiivitalokonsepti, jossa voi olla sähkölämmitys, jolloin uusiutuvien osuus aurinkokeräimellä (LKV)

RIL 249-2009 Matalaenergiarakentaminen, esimerkki:

Lisäinvestointi suhteessa edullisimpaan ja maksuaika 3 %:n korolla											
	Normaalitalo			Normitalo 2010		Matalaenergiatalo-40		Passiivitalo-25			
	Sähkö- lämmitys	Maalämpö	Maalämpö <small>n₅₀=0.6, LTO=0.8</small>	Sähkö- lämmitys	Maalämpö	Sähkö- lämmitys	Maalämpö	Sähköinen IV-lämmitys	Sähkö- lämmitys	Maalämpö	Sähkö-IV-lämm. +aurinkokeräin
Lisäinvestointi, €	-4900	4150	7100	0	6800	5300	12000	12000	18000	24500	19400
Kustannuslisä, %	-1.6	1.3	2.3	0.0	2.2	1.7	3.9	3.9	5.8	7.9	6.3
Ostoenergia ja takaisinmaksuaika sähkön hinnalla 0.1002 eur/kWh											
Ostoenergia, €/a	2110	1064	970	2071	1060	1589	911	1454	1402	835	1186
Maksuaika, a	-	5	8	0	8	14	13	30	yli 40	31	37
Ostoenergia ja takaisinmaksuaika sähkön hinnalla 0.15 eur/kWh											
Ostoenergia, €/a	3159	1593	1452	3100	1587	2379	1364	2177	2099	1250	1775
Maksuaika, a	-	3	5	0	5	9	8	17	26	18	20
Ostoenergia ja takaisinmaksuaika sähkön hinnalla 0.20 eur/kWh											
Ostoenergia, €/a	4212	2124	1936	4134	2116	3172	1818	2902	2799	1666	2367
Maksuaika, a	-	3	4	0	4	7	6	12	18	12	14

2010 sähkölämmitystalon verrattuna:

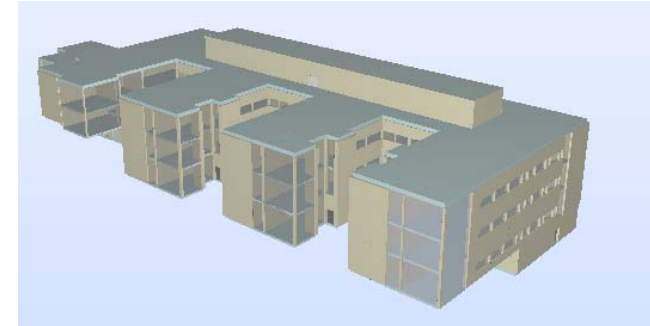
- 1,3% kustannuslisä halvin, joka täyttää 2012 vaatimukset
- Passiivitalon takaisinmaksuaika on sama lämpöpumpulla tai ilman

2012 energiatehokkuuskonseptit toimistoissa

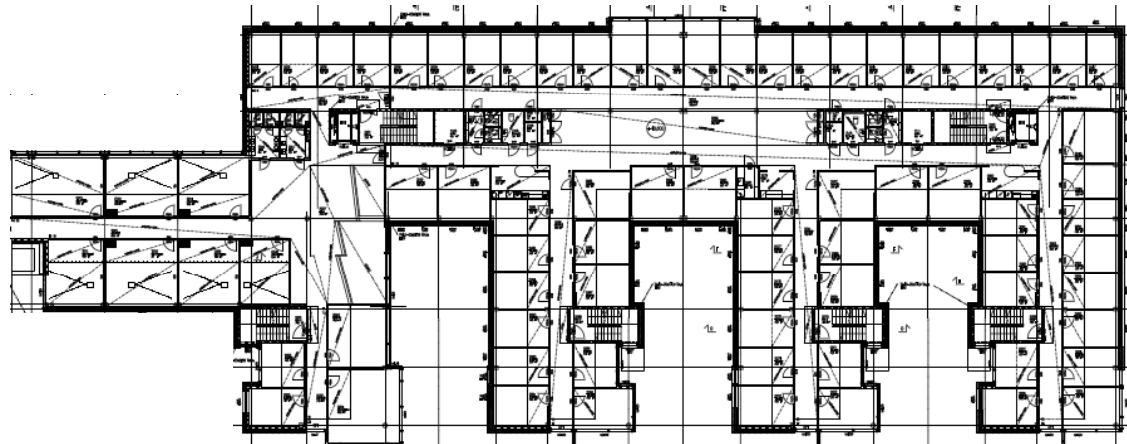
- 2010 vaipan umpiosat hyvä suunnittelun lähtökohta
- Nykyisellä LTO käytännöllä (75-80%) saavutetaan 190 taso
- Jos tiukemmat tavoitteet, niin lukuisia ratkaisuja, joilla nyt ei ole merkitystä määräysten mukaisuuden osoittamisessa:
 - Valaistuksen läsnäolo ja päivävalo-ohjaukset
 - Erillispoistojen lämmön talteenotto
 - Ilmanvaihdon ominaissähköteho – matalapainejärjestelmät
 - Tarpeenmukainen ilmanvaihto
 - Porareikälämmitys/viilennys (passiivinen tai lämpöpumput)
 - ...
- Lasitusten ja auringonsuojauksen optimointi lämmitys- ja jäähdytysenergian minimin kannalta
- Sähkön kerroin 2,0 antaa sähköä säästäville toimenpiteille suurimman vaikuttavuuden

Toimistorakennus 1

- Laajuus bruttoala 7592 m², nettoala 7090 m²
- Ikkunoiden osuus ulkoseinästä 39 %
- **Vertailutason E-luku: 213 kWh/(m²,a)**
- **Saavutettu E-luku: 188 kWh/(m²,a)**
 - LTO parannus, suunnitelmien mukainen (kiekot, lämpötilasuhde 0,75, vuosihyötysuhde 60%)
 - Valaistusteho suunnitelmien mukaiset, tilatyypikohtainen (toimistot 11 W/m², huoneissa läsnäolo-ohjaus (kerroin 0,9))

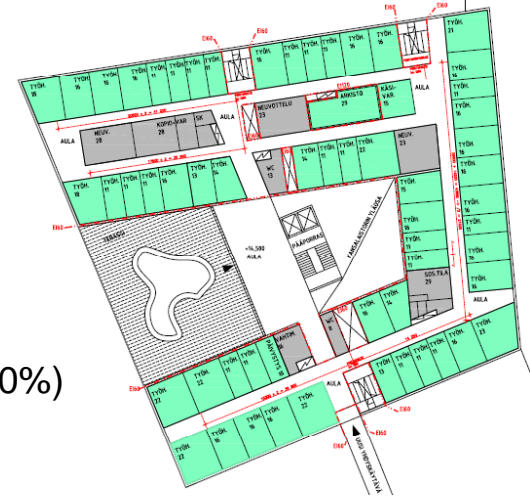


- Suuri ulkovaippa
- Isot ikkuna-alat
- Ei parkkihallia rakennuksen alla

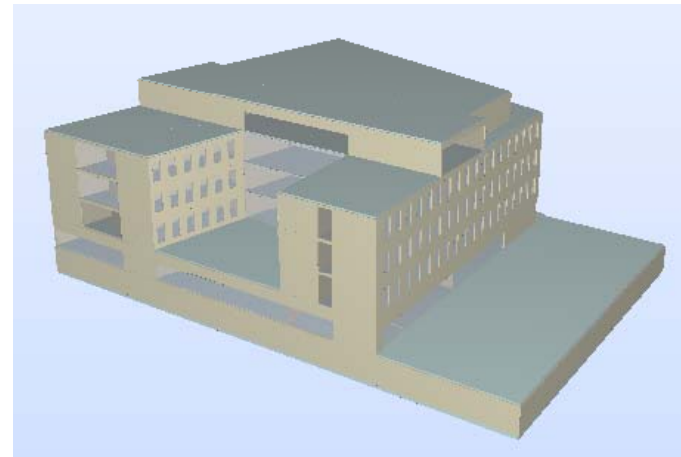


Toimistorakennus 2

- Laajuus, brutto 9618, netto 9093
- Rakennuksen alla parkkihalli, joka ei mukana laskennassa
- Ikkunoiden osuus ulkoseinästä 34 %
- **Vertailutason E-luku: 203 kWh/(m²,a)**
- **Saavutettu E-luku: 182 kWh/(m²,a)**
 - LTO parannettu suunnitelmien mukaiseen ratkaisuun (toimistokoneet kiekko, lämpötilasuhde 0,75, vuosihyötysuhde 60%)

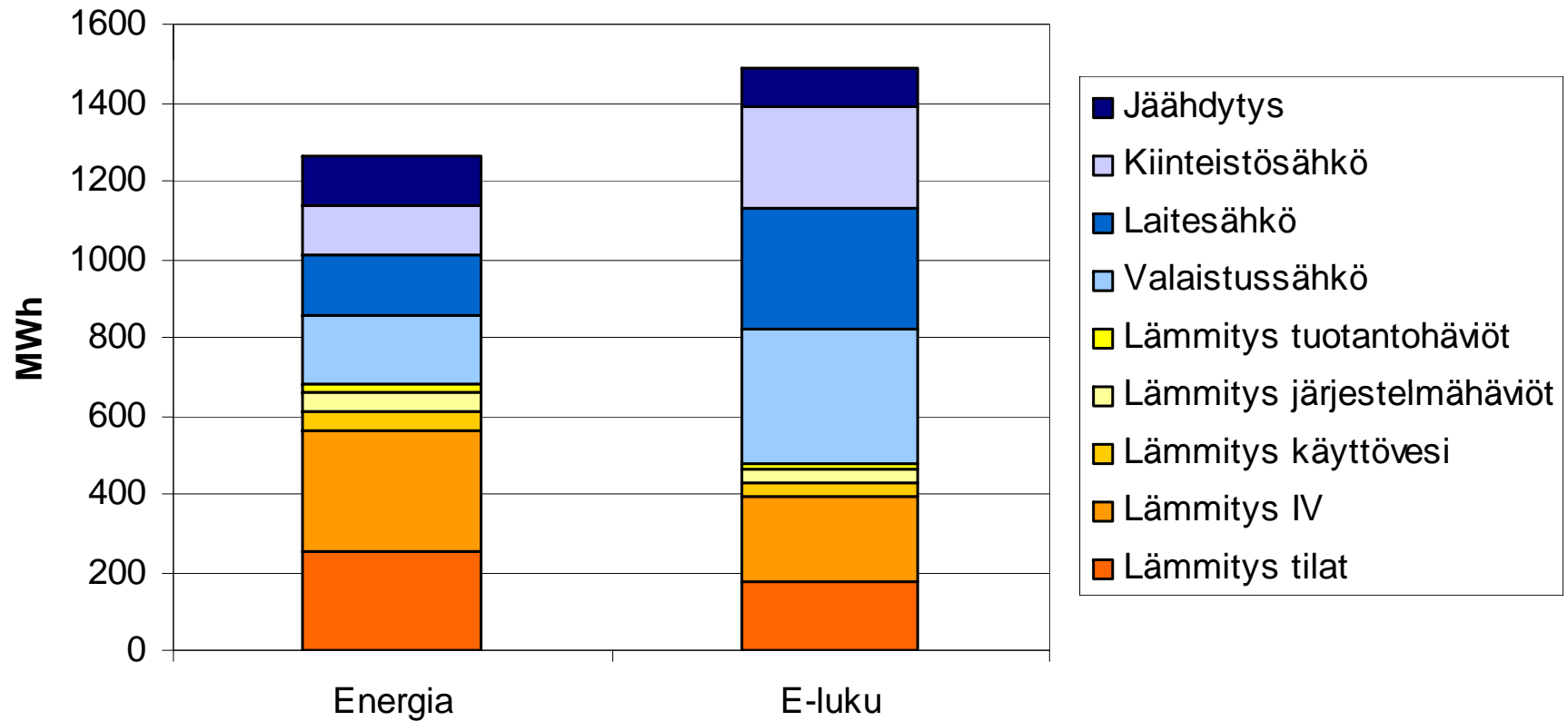


- Rakennuksen muoto melko yksinkertainen
- Melko iso ikkunoiden osuus
- Alapohjan lämpöhäviö puolilämpimään P-halliin



Energiankulutuksen tyyppijakauma

*Energiankulutuksen ja E-luvun muodostuminen
(Toimistorakennus 1 – vertailutaso - kaukolämpö)*



2020 lähes nollaenergiatalo tavoitteena

- Jätkäsaari Low2No alustavat energiatavoitteet

EP in OFFICES	Net delivered energy use, kWh/(m ² a)	Energy carrier factor, -	Primary energy use, kWh(m ² a)
Space and ventilation heating	30	0,7	21
Domestic hot water (D3 2012)	6	0,7	4
Cooling (district cooling COP=1)	20	0,4	8
Fans and pumps (HVAC)	7	2	14
Lighting	15	2	30
Appliances (D3 2012)	22	2	44
PV	-9	2	-18
Total	91		103

- 2012 vaatimustaso voidaan puolittaa hyvällä suunnittelulla, merkittävät lisäkustannukset lähinnä aurinkosähköstä

2020 energiatehokkuus on ehkä laajentunut ekotehokkuudeksi

Synergiatalon suunnittelukilpailun kriteerit suuntaa näyttäviä:

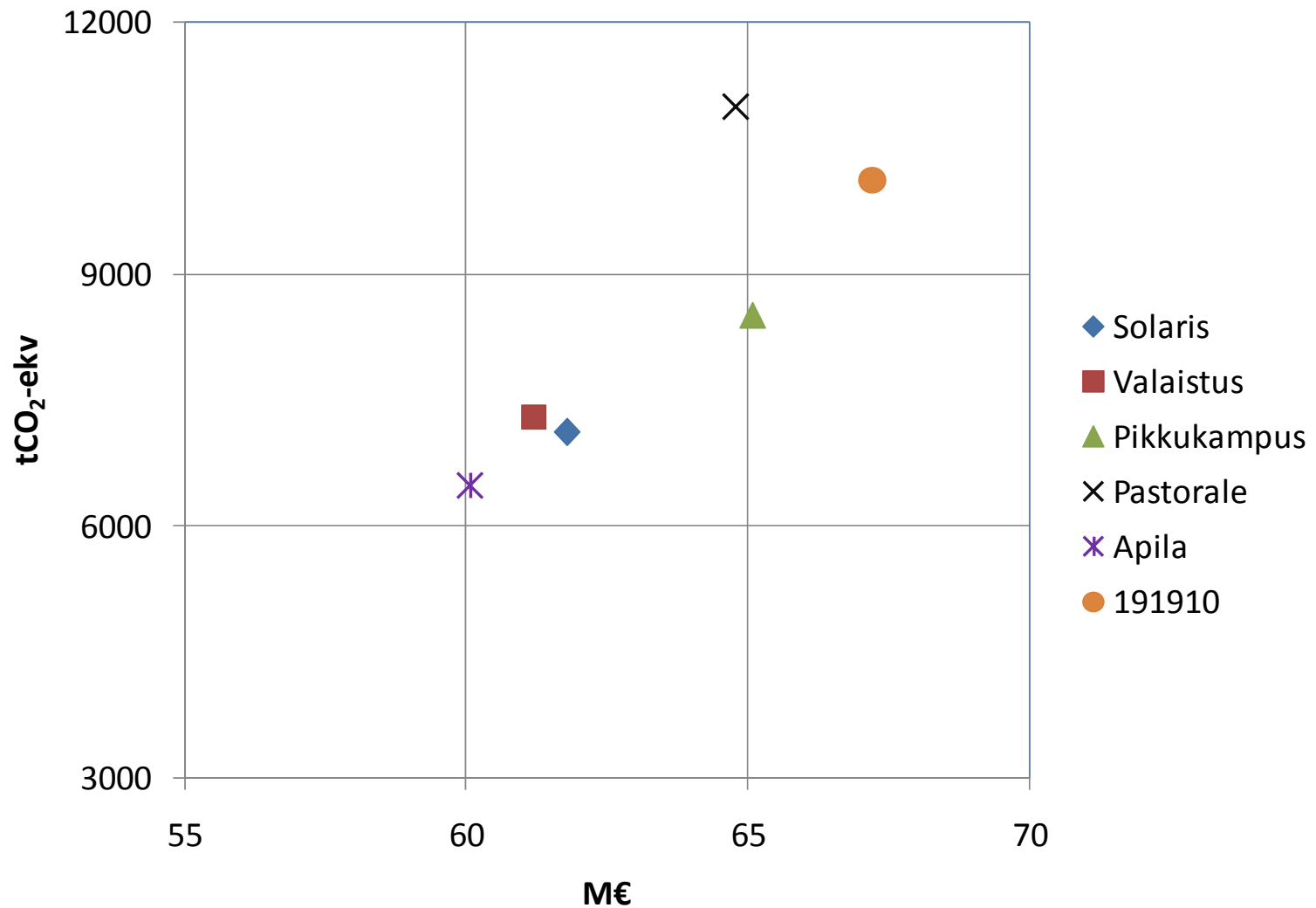
<http://www.senaatti.com/document.asp?siteID=1&docID=852>

1. Ekologinen kestävyys energia- ja materiaalitehokkuudella mitattuna
 2. Kaupunkikuvallinen ja arkkitehtoninen laatu
 3. Käytettävyys työympäristön laatu ja toiminnallisuudella mitattuna
 4. Toteuttamiskelpoisuus investointi- ja elinkaarikustannuksilla sekä teknisten ratkaisujen laadulla mitattuna
- Voittajaehdotuksessa E-luku 2012 esitystavalla n. 130 ilman merkittäviä lisäkustannuksia (15% sähkönkulutuksesta tuotettu kuitenkin auringonsähköllä)

Synergiatalon kilpailun tulokset: energia- ja materiaalitehokkuus sekä rakentamiskustannukset

Kilpailutyö	1	2	3	4	5	6
	Solaris	Valaistus	Pikkukam	Pastorale	Apila	191910
Hyötyala, hym^2 (ohjelma-ala 12855 ohm^2)	14000	13100	14600	15800	12700	14800
Huoneala, hum^2	18300	18800	18200	21500	19800	20400
Bruttoala, brm^2	20600	20300	20100	23600	21800	23800
Kustannusarvio, M€	54,9	54,6	58,5	57,7	54,1	61,1
E-luku, vähimmäisvaatimusten mukainen vertailuratkaisu, MWh/a	5104	4513	4575	4272	4523	4053
E-luku, suunnitteluratkaisu tavanomaisella energiantuotolla, MWh/a	3576	3517	3502	3631	3508	3281
E-luku, varsinainen suunnitteluratkaisu, MWh/a	2851	2765	2830	2985	2674	2780
E-luku, varsinainen suunnitteluratkaisu, kWh/(ohm^2, a) ilman käyttäjäsähköä	99	92	97	109	85	93
30 v energiankäytön hiilidioksidipäästöt, $\text{tCO}_2\text{-ekv}$	7589	7146	6904	7726	6005	6102
Päärakenteiden hiilijalanjälki, $\text{tCO}_2\text{-ekv}$	-470	147	1600	3269	481	4013
Päärakenteiden hiilijalanjälki, $\text{kgCO}_2\text{-ekv/ohm}^2$	-37	11	124	254	37	312
30 v energiakäytön ja päärakenteiden hiilijalanjälki yhteensä, $\text{tCO}_2\text{-ekv}$	7119	7293	8504	10995	6486	10115

Ekologinen kestävyys ja kustannustehokkuus (materiaalien CO₂ + energia 30 vuotta vs. elinkaarikustannukset)



Johtopäätökset

- 2012 kokonaisenergiatarkastelu energiamuotojen kertoimilla nostaa rakennusten energiankäytön suunnittelun uudelle laadulliselle tasolle
- Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin suuntaviivat 2021 asti:
 - Kokonaisenergiatarkastelu toimiva pohja kaikille tuleville muutoksille – menetelmää ei tarvitse enää muuttaa
 - Valmistautumista nollaenergiarakentamiseen energiatehokkuuden, paikallisten ja keskitettyjen energiaratkaisujen keinoin
 - Rakentamismääräysten tiekartta tarvitaan seuraavan 10 vuoden muutosten ennakkointia varten – mukana ERA17 toimintaohjelmassa
- Rakentamisessa kokonaisenergiatarkastelu tarkoittaa vapaata kilpailua läpinäkyvillä pelisäännöillä:
 - Kaikki ratkaisut samalla viivalla – voidaan valita hankekohtaisesti kustannustehokkaimmat ratkaisut
 - 2012 samanaikainen energiatehokkuuden parantaminen ja rakentamiskustannusten aleneminen voi olla mahdollista