



Aalto University
School of Engineering

22.5.2014

Rakennusautomaatioseminaari 2014

Energiatehokas rakennus 2020

Jarek Kurnitski

Professor, Tallinn University of Technology

Adjunct Professor, Aalto University

Vice-president REHVA

jarek.kurnitski@ttu.ee

www.nzeb.ee



Tärkeimmät rakennusten energiatehokkuutta parantavat direktiivit

Rakennusten energiatehokkuus – EPBD 2002, uusittu EPBD 2010

Kustannusoptimaaliset määräykset, lähes nollaenergiarakennukset 2019/21

Energiaa käyttävien laitteiden ekovaatimukset– EuP 2005 → Energy Related Product – ErP 2009

Direktiivi mahdollistaa asettaa vaatimukset kaikille energian käyttöön vaikuttaville laitteille

Ekomerkintä 2000 ja Energiamerkintä 2010 direktiivit

Uusiutuvien energioiden (RES) direktiivi – 2009

Uusiutuvien energioiden käyttö tasolle 20%, liikenteessä 10%

Energiatehokkuusdirektiivi 2012

1,5% säästö vuodessa, usean sektorin toimenpiteitä

EPBD:n vaiheet lähes nollan suuntaan

- Cost optimal / minimivaatimusten kustannusoptimaalisuus 2013:
 - 20 v elinkaaritarkastelu muissa kuin asuinrakennuksissa (30 v as.rak)
 - 15% ero kustannusoptimaalisesta primäärienergiasta hyväksytty
 - jotkut maat ovat jo siirtäneet vaatimuksensa CO tasolle (mm. Suomi)
 - valtaosassa vaatimukset eivät ole olleet CO tasolla, korjattava 2015
- Kansalliset nZEB edistämissuunnitelmat – komission raportti COM(2013) 483 final/2, 7.10.2013 (julkaistaan joka 3 vuosi)
 - Detailed application of the definition including kWh/m² per year PE
 - Välitavoitteet 2015
 - Kannustimet ja muut edistämistoimet
- Cost optimal tarkastelu uusittava 5 v välein
- 2019/2021 julkisten/kaikkien uusien rakennusten oltava lähes nollaenergiarakennukset (nZEB)



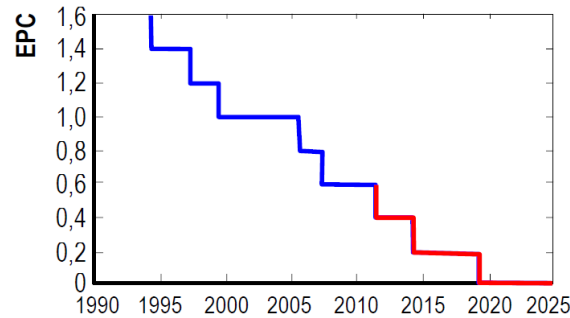
Nollaenergiarakentaminen

- Vuositasolla: tuotto = kulutus
- Lasketaan energiamuotojen kertoimilla painottamalla (E-luku=0)
- Ei ole mahdollisista ilman että rakennuksessa tuotetulle energialle löytyy käyttöä – **nettomittaus tai syöttötariffit ovat välttämättömyys**
- Suuri ongelma rakennuskohtaisissa energiajärjestelmissä on tuoton ja kulutuksen yhteensovittaminen – **tarvitaan lisää tietoa ja laiteiden ohjausta**
- Useat maat ovat julkaisseet tiekartan lähes nollaenergiarakentamiseen – **Suomen tiekartta mainittu jo ERA17-ohjelmassa, tavoitteet valmistelussa FInZEB -hankkeessa**

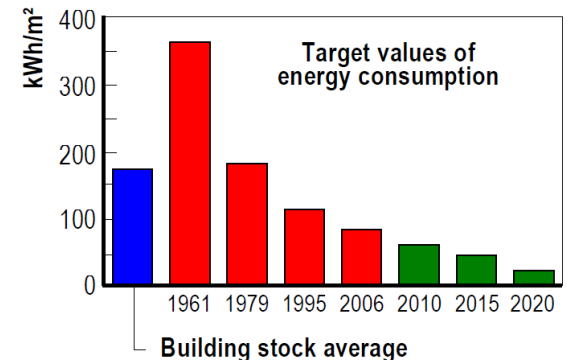
Towards nZEB:

- Roadmap of some countries towards nearly zero energy buildings to improve energy performance of new buildings
- Many countries have prepared long term roadmaps with detailed targets
- Helps industry to prepare/commit to the targets

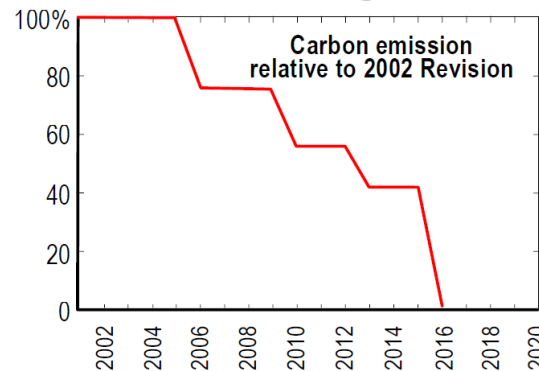
The Netherlands



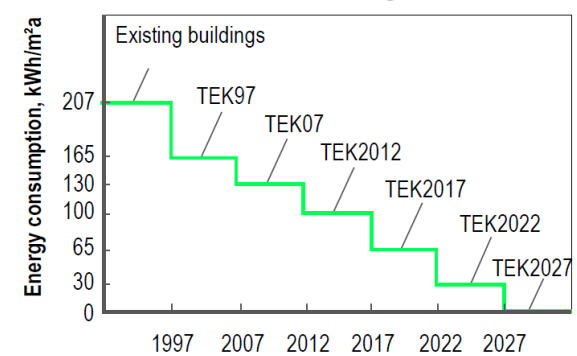
Denmark



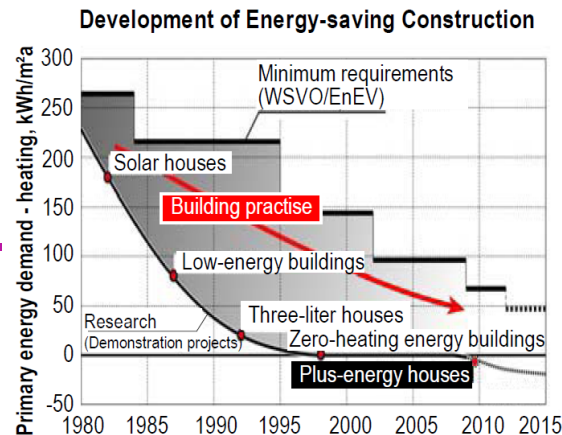
United Kingdom



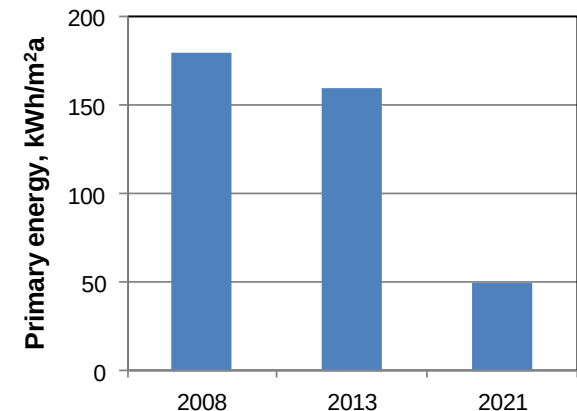
Norway



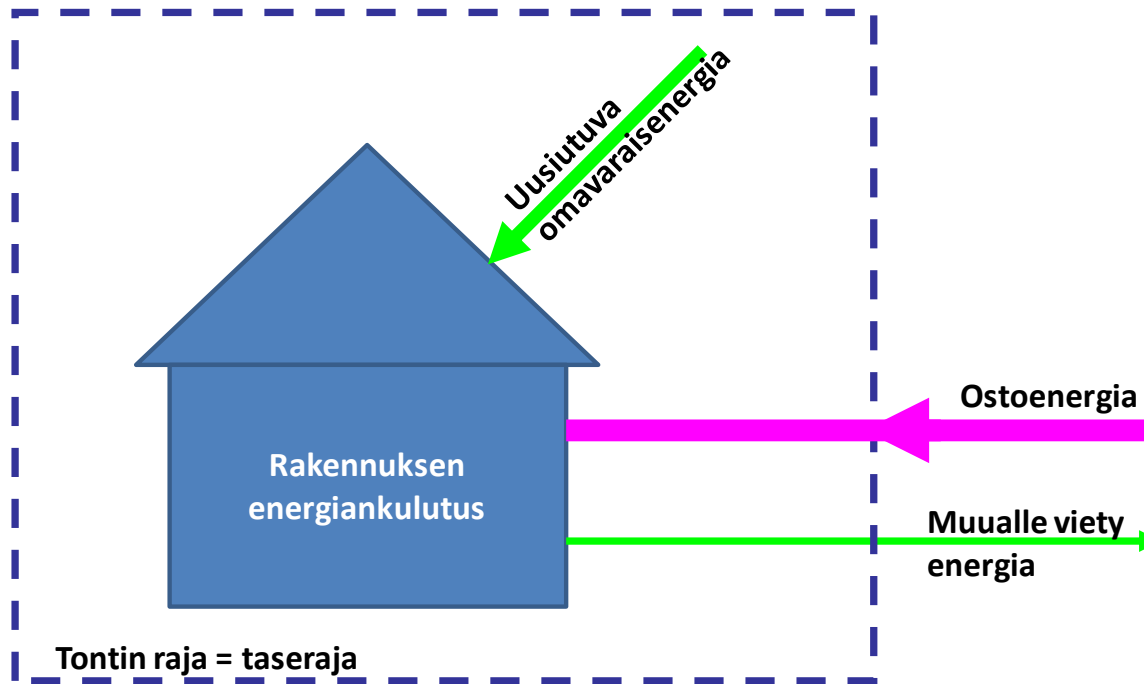
Germany



Estonia



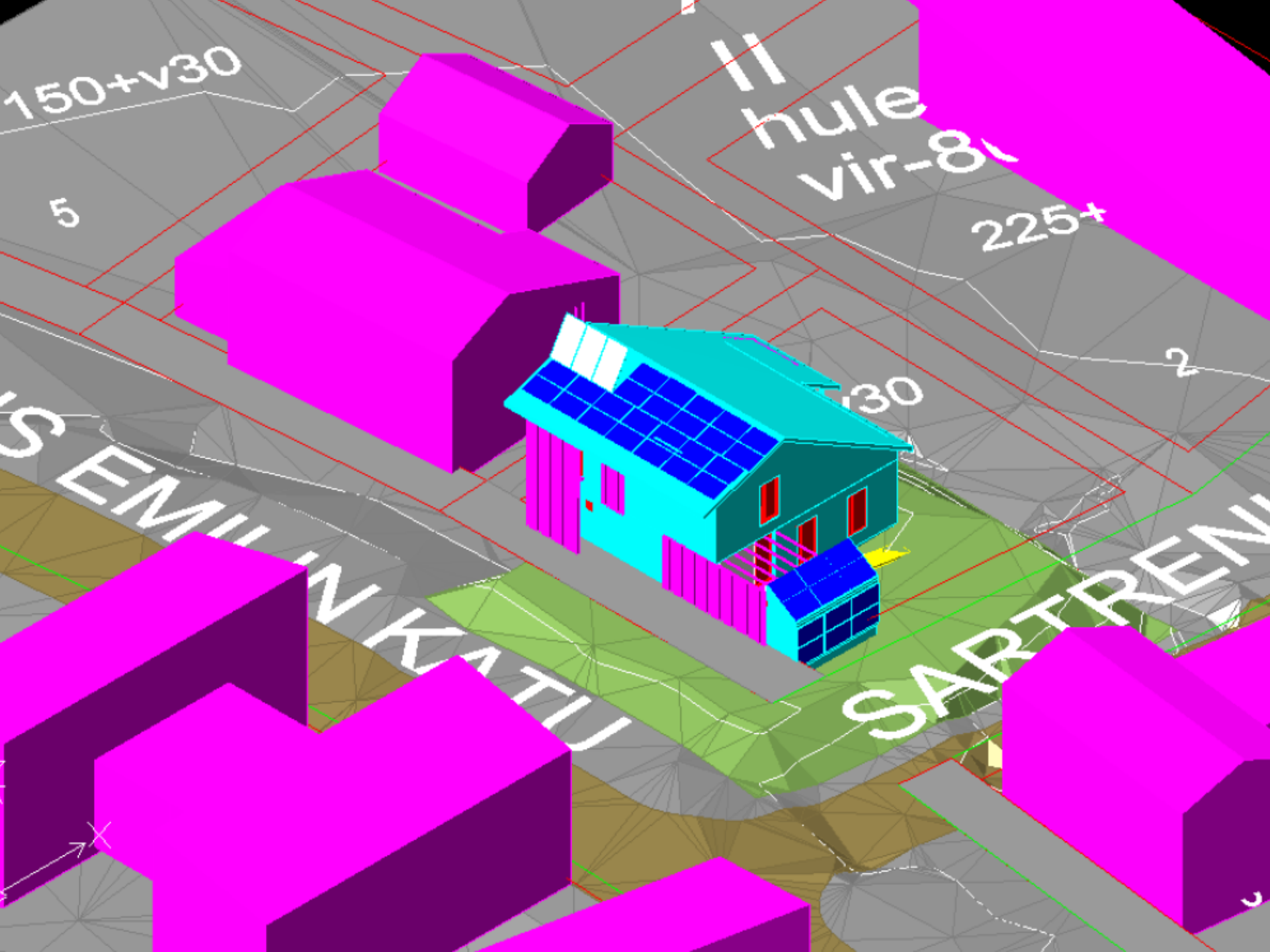
Lähes nollaenergiatalon energiatase



Ostoenergia – muualle viety = energiankulutus – uusiutuva omavaraisenergia

$$E\text{-luku} = \frac{\sum (\text{ostoenergian kulutus} - \text{muualle viety energia}) \times \text{energiamuodon kerroin}}{\text{lämmitetty nettoala}}$$

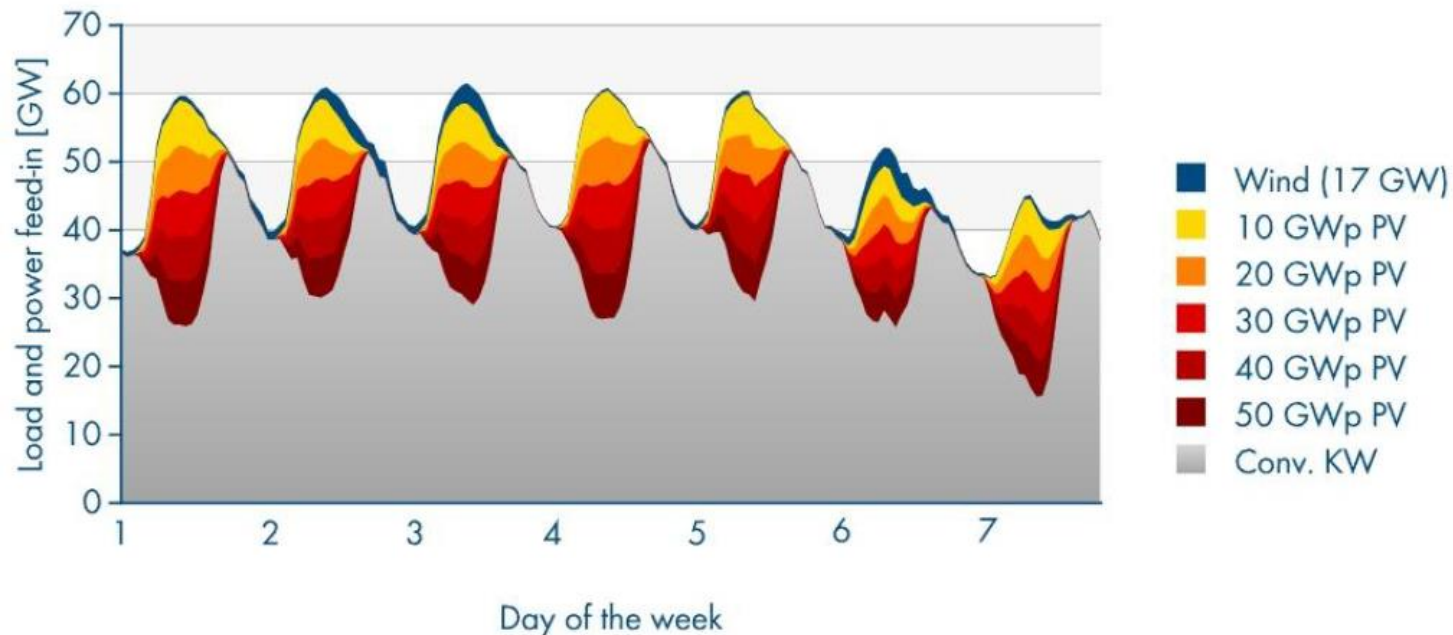
E-luku = lähes nolla (EPBD: erittäin hyvä energiatehokkuus + uusiutuva omavaraisenergia)



nZEB buildings RE production

- To reduce energy use
- To compensate energy use: distributed (on site and nearby) production of thermal and electrical energy from renewable energy sources

Week of maximum PV yield in Germany 2005



- Example of Germany: The effect of up to 50 GW installed PV on final electricity use (Hoffmann 2012) $\Rightarrow$ PV cuts peaks in the summer and therefore can support centralized production

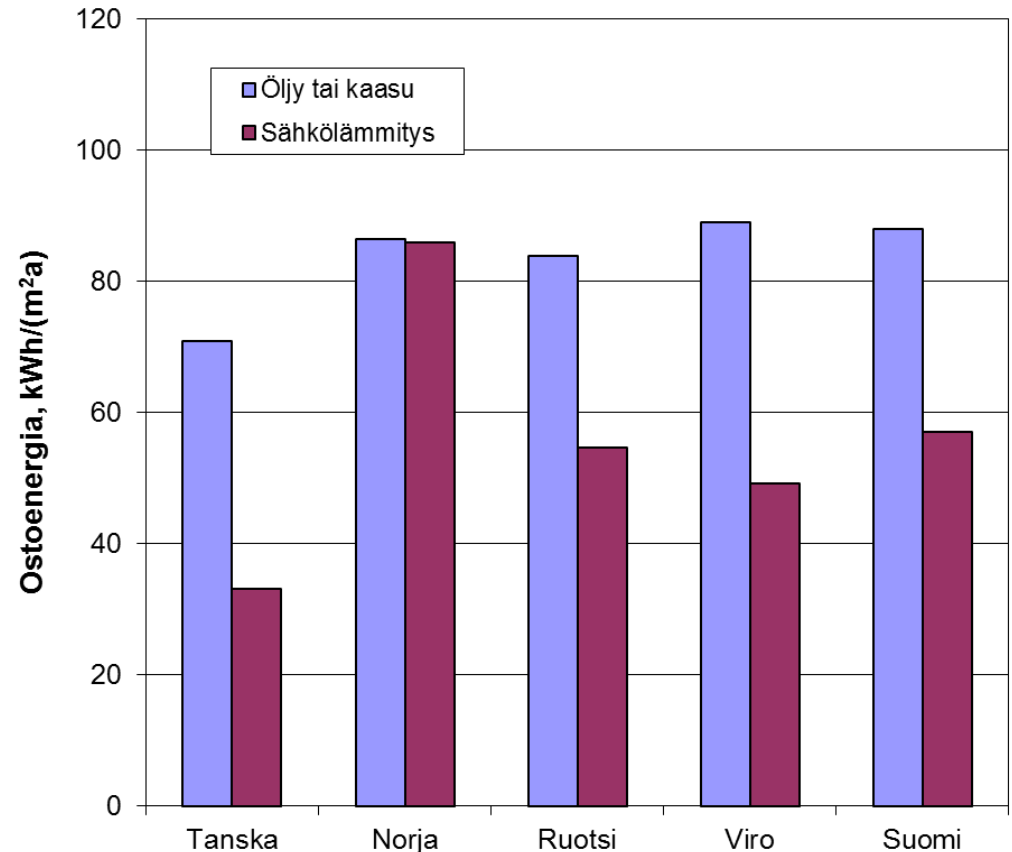
Askelmerkit lähes nollan suuntaan Suomessa

	C3 1976	C3 1978	C3 1985	C3 2003	C3 2007	C3 2010	D3 2012	?
Ulkoseinä, W/(m ² K)	0,40	0,29	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17	
Yläpohja, W/(m ² K)	0,35	0,23	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09	
Maanvarainen alapohja, W/(m ² K)	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16	
Ikkuna, W/(m ² K)	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0	
Lämpöhäviön kompensatoraja, %				10	20	30	vapaa	
Ilmanpitävyys 50 Pa paine-erolla				$n_{50} = 4,0$	$n_{50} = 4,0$	$n_{50} = 4,0$	$q_{50} = 4,0$	
LTO:n vuosihyötysuhde, %				30	30	45	45	
Iv:n ominaissähköteho, kW/(m ³ /s)				2,5	2,5	2,5	2,0	
E-luku 150 m ² talolle, kWh/(m ² a)							162	lähes nolla

- 1970-luvun määräyksillä johtava asema
- 30 vuoden tauko välissä
- 2012 rakennusosien vaatimuksista rakennuksen kokonaisenergiankulutukseen – enää ei sanella millä ratkaisulla pitää rakentaa vaan vaaditaan lopputulosta
- Lähes nollan määrittely valmistelussa – haetaan laajaa kansallista konsensusta – FInZEB

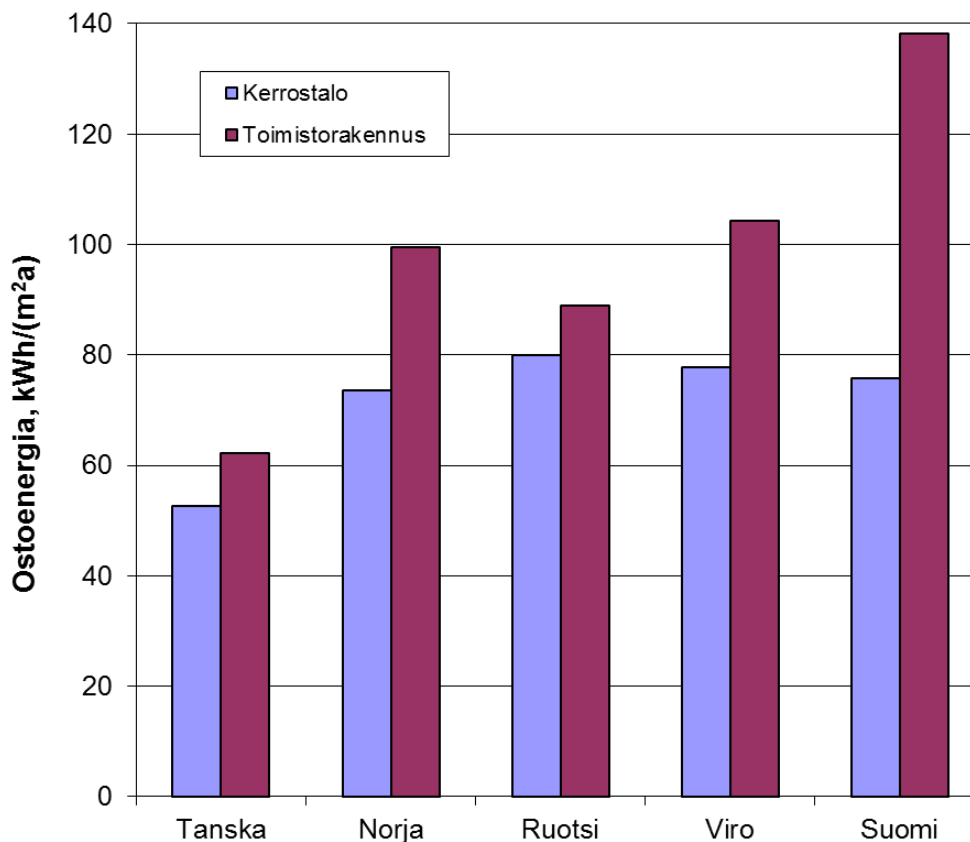
Energiamääräykset eräissä maissa – pientalot – nykyiset vähimmäisvaatimukset 2013

- Kuvassa suurin hyväksytty ostoenergian kulutus ilman kuluttajasähköä ja valaistusta (tilojen lämmitys ja iv sekä LKV lämmitys, LVI-sähkö)
 - 150 m² talo
 - LKV nettotarve oletettu kaikissa 25 kWh/(m²a)
 - puhallinsähkönkulutus 5 kWh/(m²a) + kiertopumppu 3 kWh/(m²a)
 - jäljelle jäänyt tilojen ja ilmanvaihdon lämmitys on normeerattu
 - Säänormeerattu Kööpenhaminaan



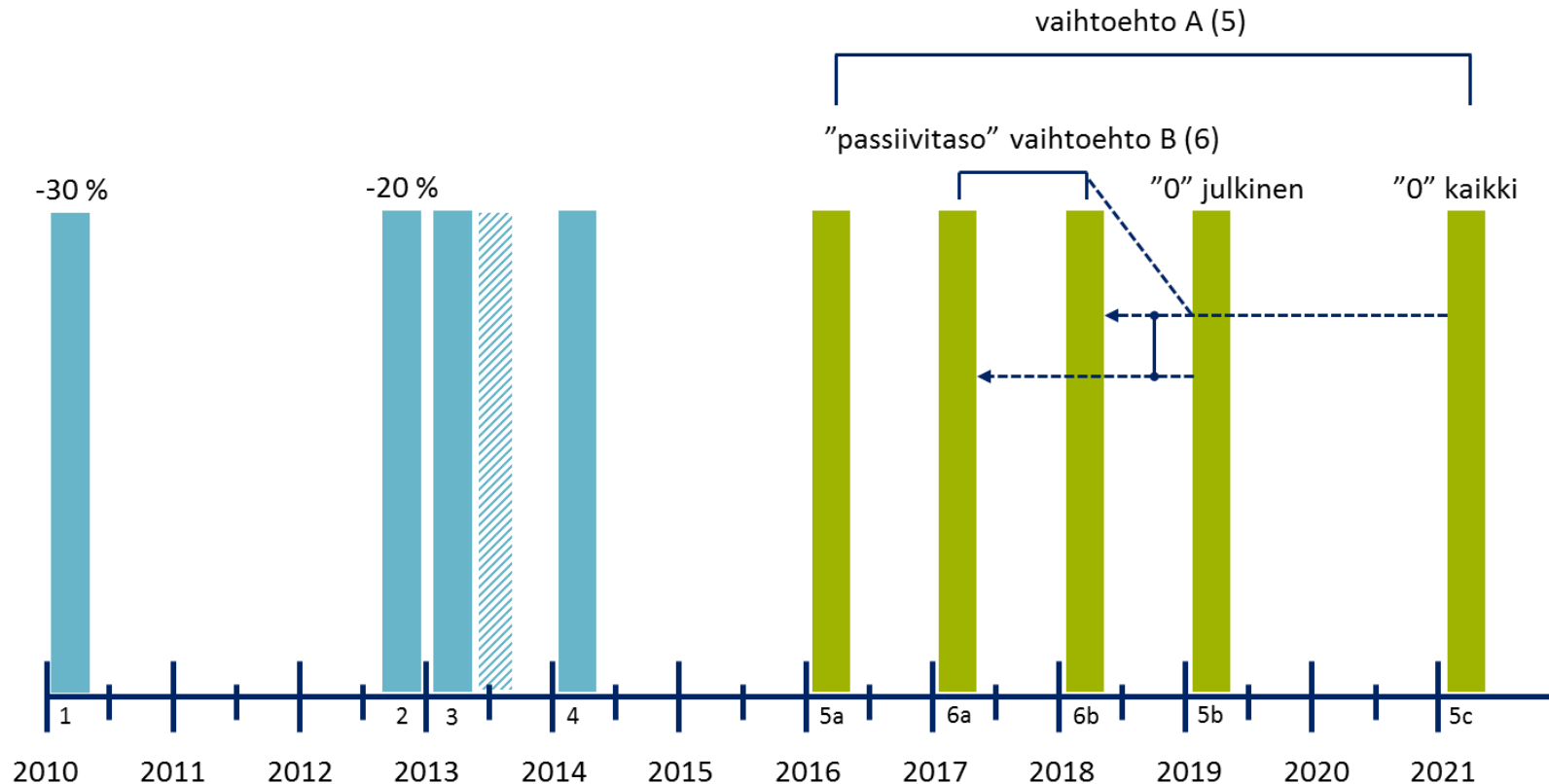
Asuinkerrostalo ja toimistorakennus

– nykyiset vähimmäisvaatimukset 2013



- Suurin hyväksytty ostoenergian kulutus kaukolämmitetyissä asuinkerrostaloissa ja toimistorakennuksissa:
 - Säänormeerattu Kööpenhaminaan
 - Ostoenergian kulutus sisältää tilojen, iv ja LKV lämmityksen, jäähdytyksen ja LVI-sähkön kerrostaloissa ja lisäksi valaistuksen toimistoissa
 - Kuluttajalaitteet ja kerrostaloissa myös valaistus eivät sisälly kulutukseen

Suomen nZEB tiekartta: RES v. 2014 ja nZEB 2016/17



1. Uudisrakentamisen 2010 energiatehokkuusmääräykset
2. Uudisrakentamisen 2012 määräykset voimaan 7/2012
3. Energiatodistussäädäntö sekä korjausrakentamista koskevat energiamääräykset 2013
4. Uusiutuvan energian käyttöä koskevat energiamääräykset 2014
5. a. Uudisrakentamisen "passiivitason" energiamääräykset 7/2016
b. Uudisrakentamisen "lähes nollaenergiatason" energiamääräykset julkisissa rakennuksissa 1.1.2019
c. Uudisrakentamisen "lähes nollaenergiatason" energiamääräykset kaikissa rakennuksissa 1.1.2021
6. a. Uudisrakentamisen "lähes nollaenergiatason" energiamääräykset julkisissa rakennuksissa 2017
b. Uudisrakentamisen "lähes nollaenergiatason" energiamääräykset kaikissa rakennuksissa 2018

TAI

Kuva: ympäristöministeriö

FInZEB project

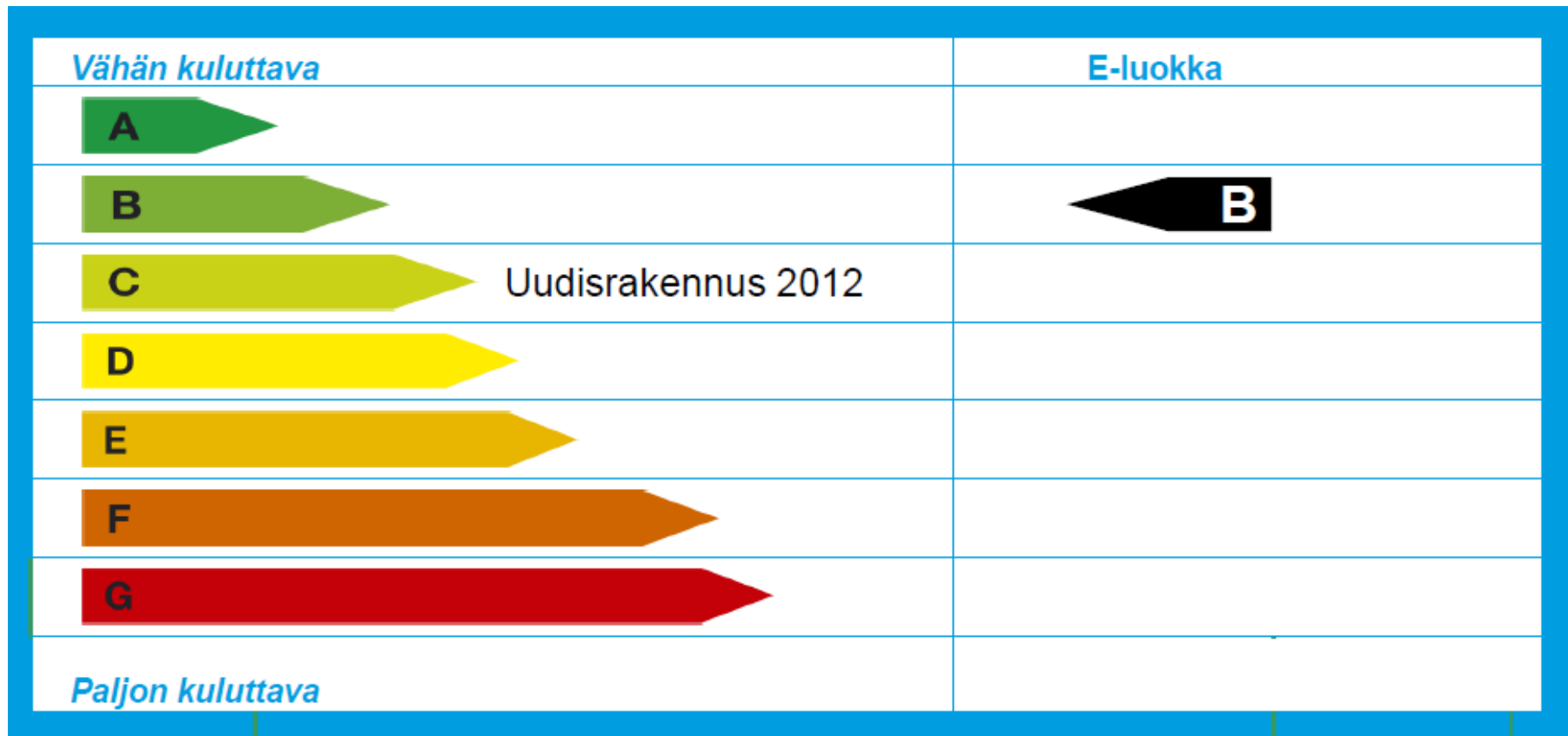
- Has collected a group of major stakeholders in Finland working with EP of buildings
- Aims to prepare a proposal on nZEB national application regarding:
 - methodology (system boundaries)
 - numeric values of primary energy indicators for major building types

- www.finzeb.fi



First step towards FInZEB – EPC class A

- New energy performance certificate came into force 1.6.2013
- Class C: minimum requirement for new buildings
- Includes stringent EP values for class A which would not be achievable without feeding to the grid, and could be with some adjustments nZEB



Asuinkerrostalot

Käyttötarkoitukseluokka: Luhtitalot
Muut asuinkerrostalot

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus, E-luku (kWh _E /m ² vuosi)
A	E-luku ≤ 75
B	$76 \leq \text{E-luku} \leq 100$
C	$101 \leq \text{E-luku} \leq 130$
D	$131 \leq \text{E-luku} \leq 160$
E	$161 \leq \text{E-luku} \leq 190$
F	$191 \leq \text{E-luku} \leq 240$
G	$241 \leq \text{E-luku}$

Toimistorakennukset

Käyttötarkoitukseluokka: Toimistorakennukset
Terveyskeskukset
Muut terveydenhuoltorakennukset

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus, E-luku (kWh _E /m ² vuosi)
A	E-luku ≤ 80
B	$81 \leq \text{E-luku} \leq 120$
C	$121 \leq \text{E-luku} \leq 170$
D	$171 \leq \text{E-luku} \leq 200$
E	$201 \leq \text{E-luku} \leq 240$
F	$241 \leq \text{E-luku} \leq 300$
G	$301 \leq \text{E-luku}$

Some
examples
of EPC:
apartment
and office
buildings

- EP values
include
lighting and
appliances

Helsinki, Environmental Centre

Ympäristötalo (Kurnitski REHVA Journal 2/2012)



Best energy performance of an office building in Finland, EP=85

REHVA Journal 2/2014: nZEB case studies provide more reliable benchmarks than first national nZEB definitions

Energy data from four nZEB office buildings:

- Delivered heating is in first building a fuel and in last one district heat. Two other buildings have heat pumps, delivered heating is electricity.
- Delivered cooling is in all buildings electricity.
- On site electricity is PV in 3 buildings and bio-CHP in one building.
- All values in the table are in kWh/m²y.

Appliances may be largest component in energy balance of nZEB buildings

Climate zone	City, country	Delivered energy					On site electricity	Primary energy
		Heating	Cooling	Fans&pumps	Lighting	Appliances		
4	Dion France	10.5	2.4	6.5	3.7	21.2	-15.6	44
4	Gland Switzerland	6	6.7	8.1	16.3	26.8	-30.9	66
4	Hoofddrop Holland	13.3	3.3	17.5	21.1	19.2	-40.4	68
5	Helsinki Finland	38.3	0.3	9.4	12.5	19.3	-7.1	96

For all buildings the following primary energy factors were applied:

- 0.7 for heating (district heat or biomass);
- 2.0 for electricity.

Region	Country	nZEB Energy performance					RES	
		Values	Unit	Metric	Energy uses for:	Building type	EP calculation	nZEB req.
Zone 1-2 (Catania, Athens)	Cyprus	180	kWh/m²/y	Primary energy	heating, cooling, hot water, lighting	Residential	No	25%
		210				Non-residential	No	25%
Zone 3 (Budapest, Bratislava, Ljubjana)	Slovakia	54	kWh/m²/y	Primary energy	Heating, hot water, ventilation, cooling (non-res), lighting (non-res)	Detached	N.a.	50%
		32				Apartment	N.a.	50%
		60				Offices	N.a.	50%
Zone 4 (Paris, Amsterdam Berlin, Brussels, Copenhagen, Dublin, London, Macon, Nancy, Prague, Warsaw)	Belgium BXL	45	kWh/m²/y	Primary energy	heating, cooling (non-res), hot water, lighting (non-res) appliances	Residential	Yes	-
		95 - 2,5*(V/S)				Offices, educational	Yes	-
	Belgium Walloon	60	kWh/m²/y	Primary energy	heating, hot water, appliances	Residential and non-res.	N.a.	50%
	Belgium Flemish	30	kWh/m²/y	Energy use	Heating, cooling, hot water, ventilation, auxiliary systems	Residential	Yes	>10 kWh/m²y
		40				Office and school	Yes	>10 kWh/m²y
	France	50	kWh/m²/y	Primary energy	heating, ventilation, cooling, hot water, lighting, auxiliary systems	Residential	No	-
		70				Office	No	-
		110				Office AC	No	-
	Ireland	45	kWh/m²/y	Energy load	heating, ventilation, hot water, lighting	Residential	N.a.	-
	Netherlands	0	[-]	Energy perform. coefficient (EPC)	heating, ventilation, cooling, hot water, lighting	Residential/ non-residential	Yes	-
							Yes	-



Region	Country	nZEB Energy performance					RES	
		Values	Unit	Metric	Energy uses for:	Building type	EP calculation	nZEB req.
Zone 5 (Coopenhagen, Tallinn, Helsinki, Riga, Stockholm, Gdansk, Tovarene)	Denmark	20	kWh/m ² /y	Energy need	heating, cooling, ventilation, hot water, lighting (non-res)	Residential	Yes	51-56%
		25				Non-residential	Yes	51-56%
	Estonia	50	kWh/m ² /y	Primary energy	heating, ventilation, cooling, hot water, lighting, auxiliary electricity, appliances	Detached house	Yes	-
		100				Apartment	Yes	-
		100				Office	Yes	-
		130				Hotel	Yes	-
	Latvia	95	kWh/m ² /y	Primary energy	heating, cooling, domestic hot water, ventilation, lighting	Residential/ non-residential	N.a.	-
	Lithuania	<0,25	[-]	Energy performance indicator C	heating	Residential/ not-residential	N.a.	50%

Tanskan vaiheet kohden nollaenergiarakentamista

		2010	2015	2020
Primääri-energia	Asuinrakennukset	52.5 + 1650/A in kWh/m ² a	30 + 1000/A in kWh/m ² a	20 kWh/m ² a
	Muut kuin asuinrakennukset	71.3 + 1650/A in kWh/m ² a	41 + 1000/A in kWh/m ² a	25 kWh/m ² a
Primääri-energiakerroin	Sähkö	2.5	2.5	1.8
	Kaukolämpö	1.0	0.8	0.6

Viron vaiheet kohden nollaenergiarakentamista

		2013	Matala	Lähes nolla
Primääri- energia	Pientalot	160 kWh/m ² a	120 kWh/m ² a	50 kWh/m ² a
	Toimistot	160 kWh/m ² a	130 kWh/m ² a	100 kWh/m ² a
Primääri- energiakerroin	Sähkö	2.0		
	Kaukolämpö	0.9		

- Yhteensä 9 rakennustyyppiä (erona Tanskaan myös kuluttajalaitteet mukana)
- 2013 vaatimukset ovat kustannusoptimaalisella tasolla

Johtopäätökset

- Rakennusten energiatehokkuus on nopeasti parantumassa koko Euroopassa – myös koneellinen ilmanvaihto (LTO) näyttäisi olevan yleistymässä
- Lähes nollan vaatimukset tulossa, mutta myös minimivaatimusten 20/30 vuoden kustannusoptimaalisuuden tarkastelu ohjaa kehitystä
- Lähes nolla tarkoittaa toimistorakennuksissa:
 - Tanskassa $E_{2010}/2$ (50% nykyisestä E-lukuvaatimuksesta)
 - Virossa $E_{2013}/1,6$
 - Suomessa arviolta $E_{2012}/2$
- Suuri osa energiatehokkuuden parantumisesta tulee sähkönkäytön tehostumisesta