



# Energiatõhususe arengud liginullenergiahoonete suunas

23.11.2016 Kaubanduskoda, "Liginullenergia ja energiatõhusate hoonete"  
infoüritus

**Jarek Kurnitski**

Professor, Tallinna Tehnikaülikool, Aalto Ülikool

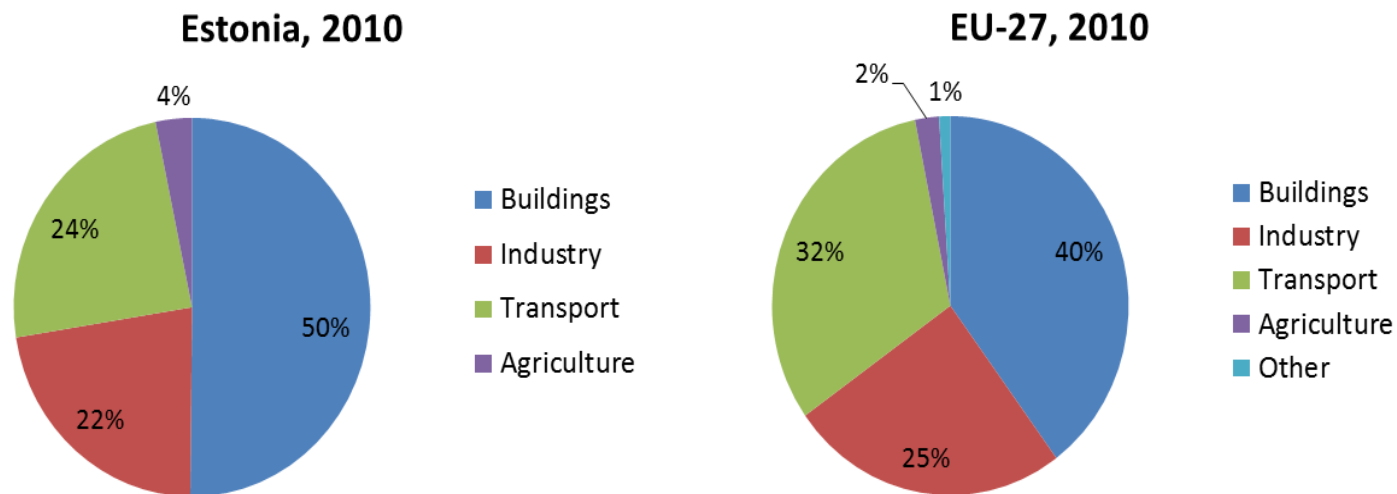
Vice-president REHVA

[www.nzeb.ee](http://www.nzeb.ee)



# Hoonete energiakasutus on ebaproportsionaalselt suur

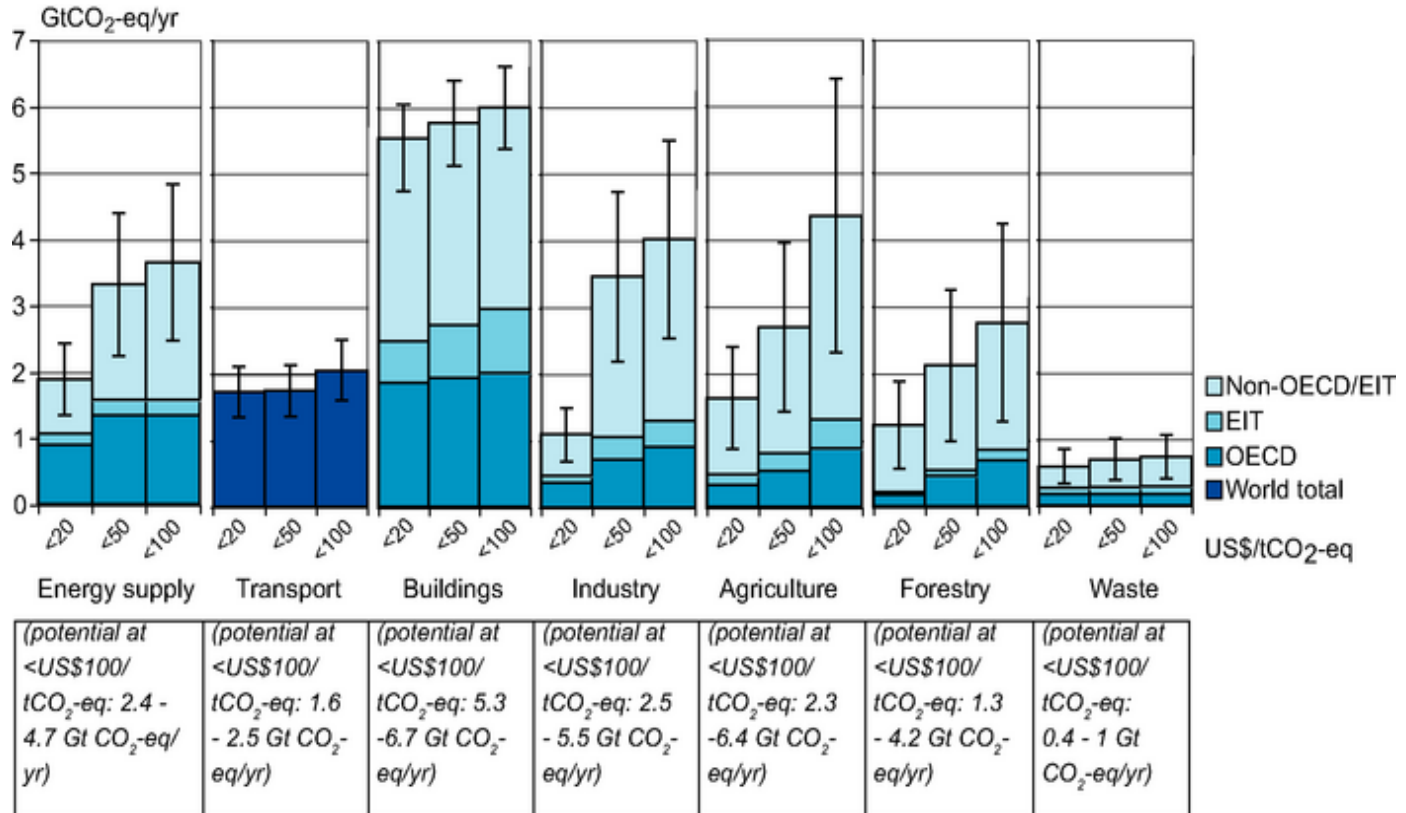
- Energia lõpptarbimine Eestis 33-34 TWh/a
- Hoonete osakaal 50% (ilma tööstushooneteta)
- EL keskmine 40%



[http://www.energiatalgud.ee/img\\_auth.php/c/c1/ENMAK-Hoonete-uuring-20.09.2013.pdf](http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/c/c1/ENMAK-Hoonete-uuring-20.09.2013.pdf)



# IPCC: Hoonetes on globaalselt majanduslikult kõige suurem potentsiaal



- [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/contents.html)
- [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg3/en/spmssp-c.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/spmssp-c.html)
- Hoonete energiatõhusus on globaalselt kõige suurem ja kõige soodsam sektor emissioonide vähendamiseks

# Climate and Energy Framework

## Climate and Energy Framework 2030

[COM(2014)15&COM(2014)520]  
European Council 23-24/10/2014

- 40% GHG reduction
- 27% Renewable Energy
- 27→[30%(?)] Energy Efficiency

## Climate and Energy Framework 2020

[COM(2010)639]

- 20% GHG reduction
- 20% Renewable Energy
- 20% Energy Efficiency

2030

2050

## Roadmap 2050

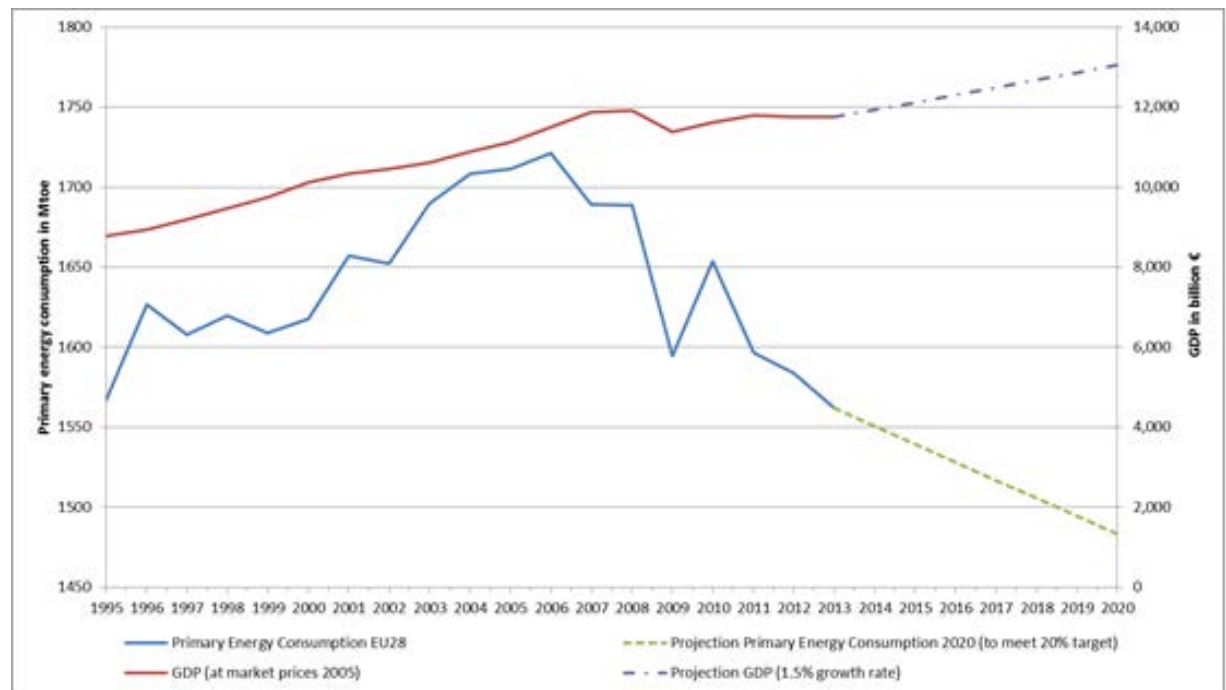
[COM(2011)885]

- 80-95% GHG reduction

# State of play: Energy Efficiency

The energy efficiency of the EU economy is steadily increasing.

**Economic growth is being decoupled from energy consumption.**



Source: Energy Efficiency Communication 2014 – COM(2014) 520

# 2016 Energy Efficiency Package

## EED

### Main objectives:

- **Optimal level of energy savings target** for 2030 (at least 27% target, having in mind 30% EU target).
- Set a **framework for beyond 2020** that will ensure 2030 targets are met.
- Review of Articles 6 and 7.
- Also elements of Articles 9-11/Annex VII on metering and billing.

## EPBD

### Main objectives:

- **General review** in light of experience gained (Article 19).
- Additional **measures needed for 2030-2050** to ensure it is fit for the future.
- Tap **untapped potentials**:
  - **Existing buildings** (renovation rate, reliable consumer information);
  - **Enforcement/compliance** ;
- Progress in **smart technologies**.





# Energiatõhususe metoodika

- Summaarsel energiakasutusel põhinev Eesti energiaarvutuse metoodika ja energiatõhususe miinimumnõuded alates 2007, liginullenergia jm täiendused 2012 – dünaamiline simulatsioon, energiaarvutuse baasaasta, energiamärgis, mõjud kutsestandarditele jne.



- Liginullenergiahooned kasutavad 3-4 korda vähem energiat võrreldes enamiku olemasolevate hoonetega



# Energiatõhususarv ja energiamärgis

- Hoonete energiatõhusust mõõdetakse energiatõhususarvu ETA (arvutuslik) ja kaalutud energiakasutuse KEK (tarbimisandmetel) abil
- ETA ja KEK = summaarne kaalutud energiakasutus köetava pinna ruudu kohta
- ETA ja KEK-i arvutus meenutab energiakulude arvutust, aga ühikuna on kWh-i köetava pinna ruutmeetri kohta aastas
- Tarnitud energiatega kogused korrutatakse läbi kaalumisteguritega, mis tulenevad mittetaastuvast primaarenergiast, ning tulemus jagatakse köetava pinnaga.
- Kui hoone kasutab elektrit ja kaugkütet:

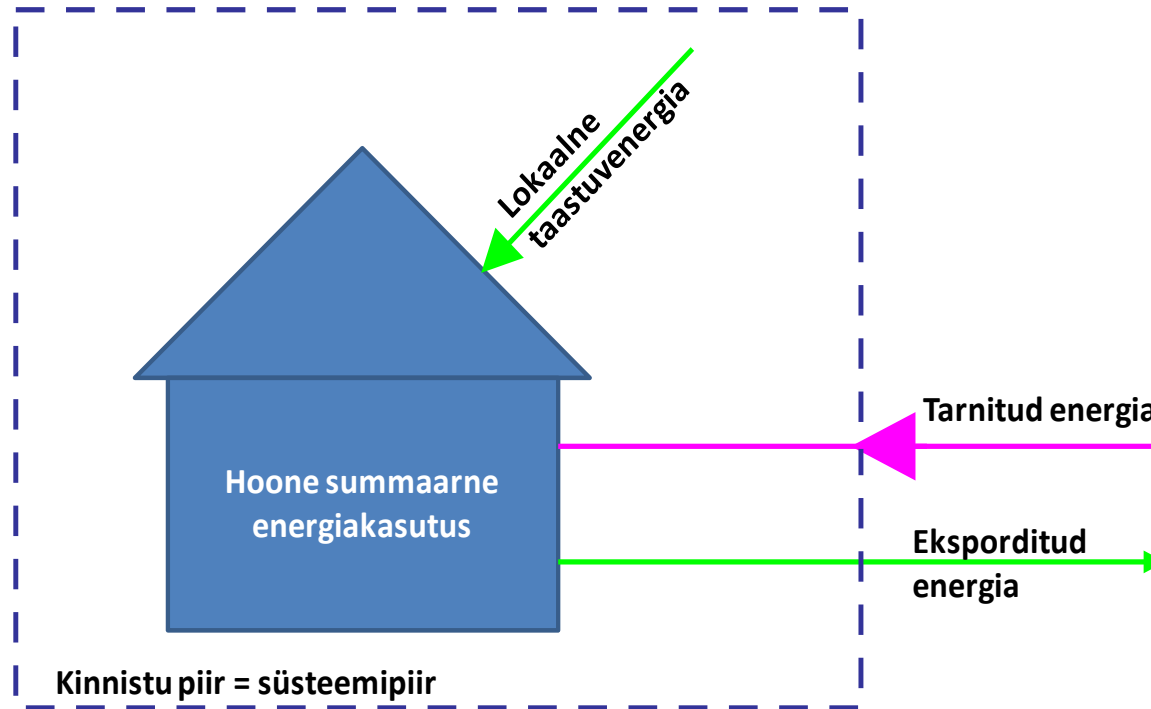
$$ETA = \frac{\text{elekter}(kWh/a) \cdot 2,0 + \text{kaugküte}(kWh/a) \cdot 0,9}{\text{köetav pind}(m^2)}$$

- energiakandja kaalumistegur on gaasi puhul 1,0 (fossiilne kütus) ning puidu puhul 0,75 (taastuvkütus)





# Energiatõhususe põhimõisted



Ühe energiakandja puhul:

**Tarnitud – eksporditud energia = summaarne energiakasutus – lokaalne taastuv**

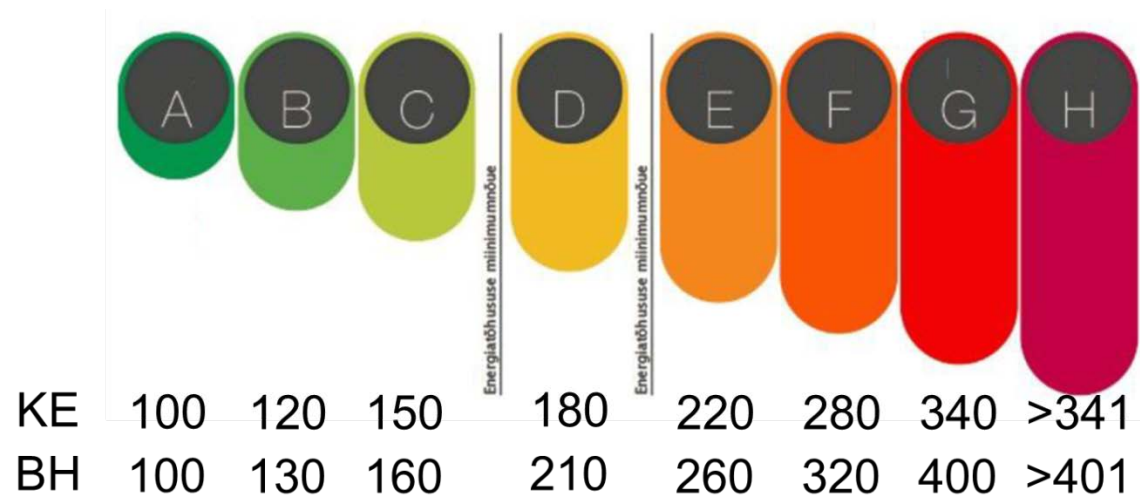
Energiatõhususarv ETA,  $i$  – energiakandja (elekt, kütus, kaugküte) kWh/(m<sup>2</sup> a):

$$ETA = \frac{\sum_i (\text{tarnitud}_i - \text{eksporditud}_i) \times \text{energiakandja kaalumistegur}_i}{\text{kõetav pind}}$$



# Energiamärgise skaala

- Energiamärgise skaala näitab kui palju võib energiakasutus kõikuda – G klass vastab kõige kehvemas seisundis olevatele hoonetele, D klass on olulise rekonstrueerimise miinimumnõue, C klass uute hoonete miinimumnõue ja A klass liginullenergiahoonete nõue:



- F ja G klass – vanemad olemasolevad hooned, E klass 10 a vanused
- Praegused uued hooned kasutavad ligikaudu poole vähem energiat
- Liginullenergiahooned kasutavad veel ca 40% vähem energiat, võrreldes enamiku olemasolevate hoonetega on erinevus 3-4 kordne



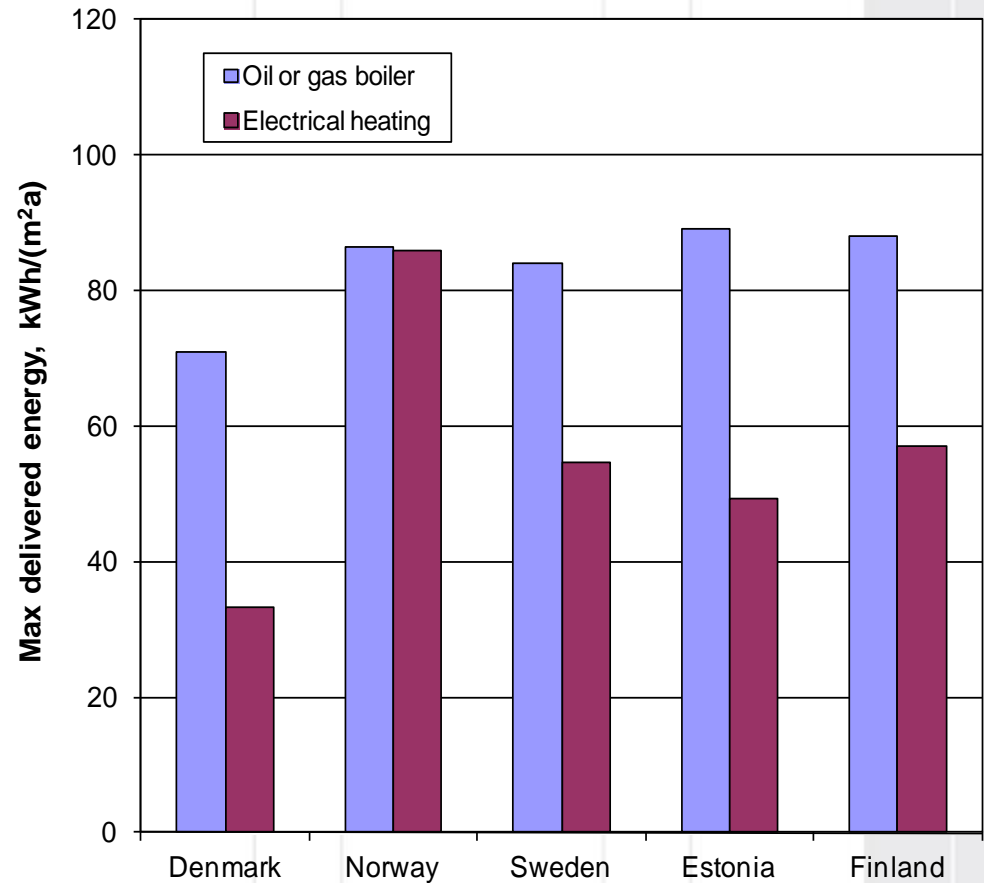
# Nõuete areng

- 2008 summaarse energiakasutuse nõuded hakkasid kehtima
- 2013 a 20-40% rangemad nõuded sõltuvalt hoonetüübist ja kasutatud energiaallikatest, nn. kuluoptimaalsed energiatõhususe tasemed
- Kuluoptimaalseks tasemeks nimetatakse sellistele tehnilistele lahendustele vastavat energiatõhusust, mis tagab minimaalsed kogukulud (ehitusmaksumus, energia, hooldus jne.) nüüdisväärtuse meetodil 30 ja 20 aasta elutsükli jooksul vastavalt elamutes ja mitteelamutes
- Liginullenergiahoonete nõuded uutes avalikes hoonetes 2019 ja kõikides uutes hoonetes 2021



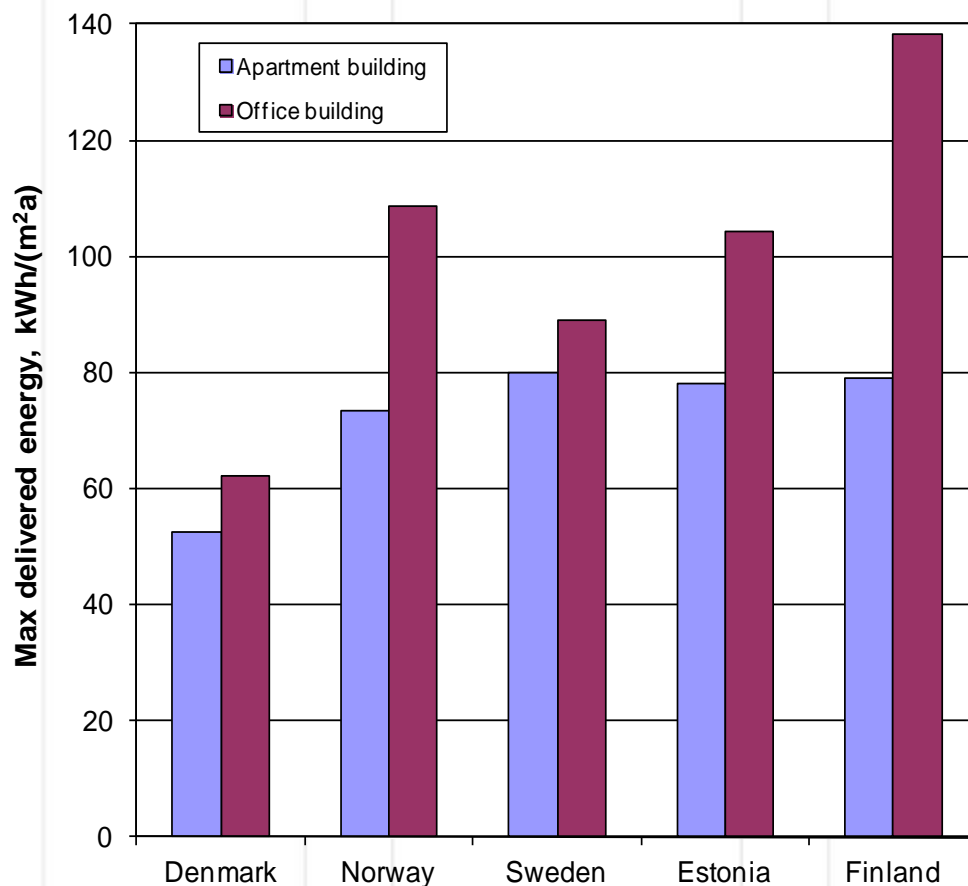
# Eesti nõuded vs. muud maad: väikemaja (2013 andmed)

- Miinimumnõuete võrdlus 150 m<sup>2</sup> väikeelamu puhul
- Erinevat tüüpi nõuete tõttu ei saa ETA-sid otse võrrelda
- Joonis näitab maksimaalse lubatud **tarnitud energia ilma seadmete ja valgustuseta** (=tarnitud energia kütte-, sooja tarbevee ja ventilatsiooni-süsteemi)
- Oletatud ventilaatorite elektriks 5 kWh/(m<sup>2</sup>a) ja vesikeskkütte ringluspumbale 3 kWh/(m<sup>2</sup>a) (elekterküttel 0 kWh/(m<sup>2</sup>a))
- Kraadpäevade korrigeerimine (baas 17°C) Kopenhaagenisse, normitud soe vesi 25 kWh/(m<sup>2</sup>a)





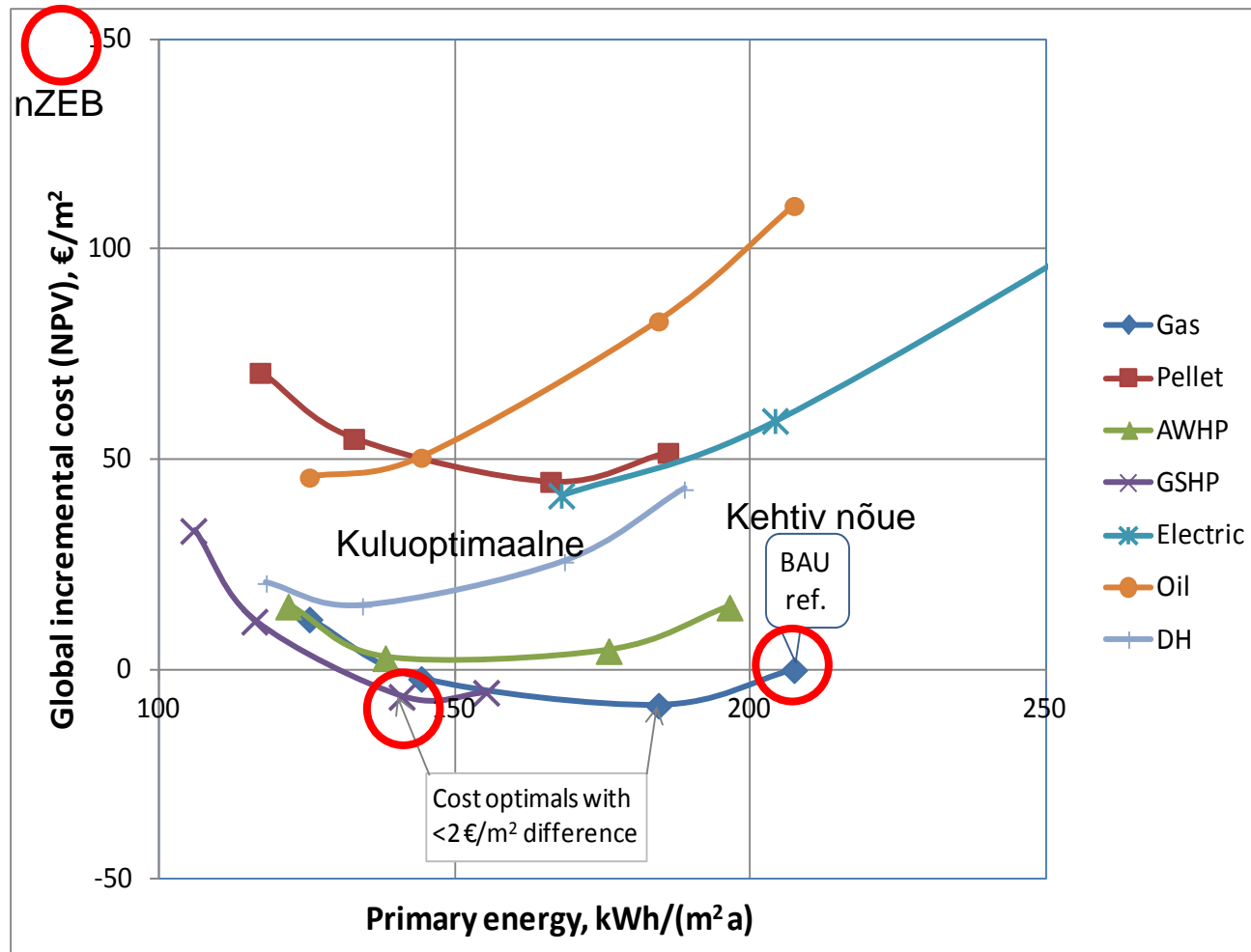
# Korterelamu ja büroohoone kaugküttele (2013 andmed)



- Maksimaalne lubatud tarnitud energia kütte-, sooja vee ja ventilatsioonisüsteemidesse korterelamutes ning büroohonetes, kus tarnitud energiasse kuuluvad ka valgustus ja jahutus

# Kuluoptimaalsuse arvutus 2011: väikemaja

3% intress ja 2% eskalatsioon (Kurnitski et al. 2011)



- AWP – air to water heat pump, GSHP – ground source heat pump, DH – district heating
- Ilma PV-ta, 4 soojustuse taset vasakult paremale: 0,42, 0,58, 0,76 ja 0,96 H/A
- H/A 0,42 ja 0,58 arvutatud päikesekollektoritega
- nZEB +239 €/m² ehitusmaksumus (ETA=40), ilma PV-ta +93 €/m² (ETA=80)



# Praeguste nõuete (2011 kuluoptimaalne tase) ligikaudsed lahendused

## Välispiirded:

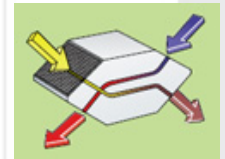
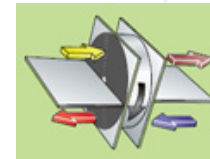
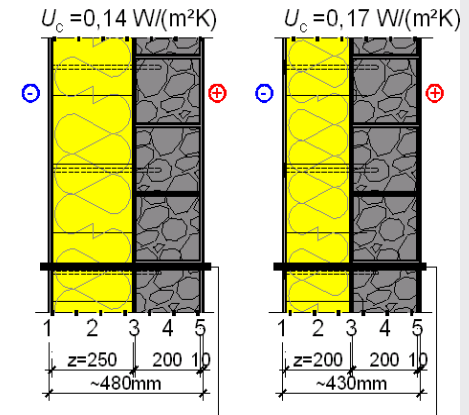
- Välissein  $U=0.14\dots0.17$  (väike/suur maja)
- Aken  $U=0.8$
- Katuslagi ja põrand  $U=0.09\dots0.14$

## Tehnosüsteemid:

- Ventilatsiooni erivõimsus  $SFP=1.7\dots2.0$
- Soojustagastus  $\approx 80\%$  (võimalik ka väljatõmbeõhusoojuspumbaga/ventilatsiooniradiaatorid)
- Efektiivne valgustus  $< 12 \text{ W/m}^2$
- Vesikeskküte (elekterküte välistatud)
- Vabajahutuskontuuriga jahutus

## Arhitektuursed eeldused:

- Mõistlik kompaktsus
- Päikesevarjestus
- Mõistliku suurusega klaasipinnad ("klaaskast" nõuab topelfassaadi)





# Uued uuringud 2016-2017

- Kuluoptimaalse energiatõhususe tasemed (MKM) uutes ja oluliselt rekonstrueeritavates hoonetes – mis on 5 a jooksul muutunud?
- Energiamärgiste uuring (MKM):
  - Arvutuslike energiamärgiste kvaliteet
  - Arvutusliku energiakulu ja tarbimisandmete erinevused
  - Standardkasutusele taandamine ja metoodika täiendused





# Uus liginullenergia uuring 2016-2017

- Liginullenergia eluhoonete tüüplahendused (KredEx)

Töötab välja tüüplahendused elamutele:

- Näidisprojektide kujul (5 hoone joonised ja seletuskirjad)
- Juhendmaterjalide kujul (üksikelamud vs. rida ja korterelamud)

Energiatõhususe arvutusmetoodika arendused määruste uuendamise sisendiks

# The Estonian KredEx renovation grant programme for apartment buildings



# Korterelamute rekonstrueerimine

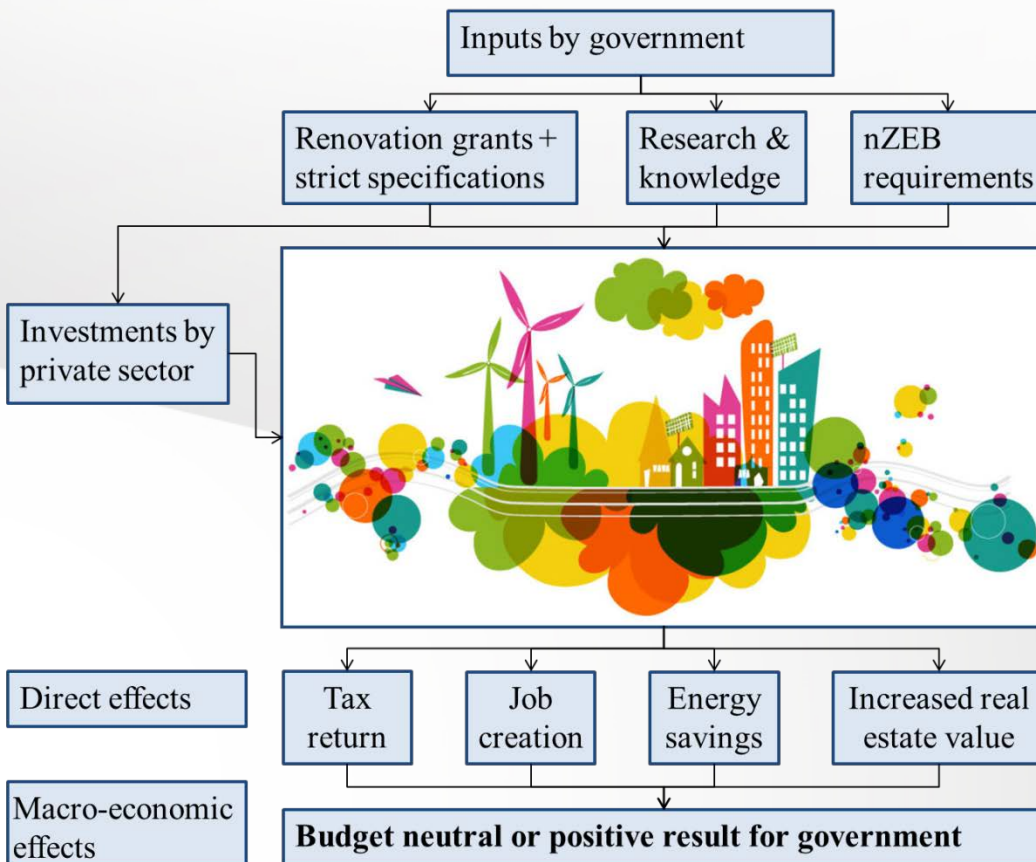
- Korterelamute rekonstrueerimise uued rangemad nõuded ja tüüplahendused KredEx-i rekonstrueerimistoetustele – kasutuses alates 2015 uue perioodi toetuste (102 M€) jagamisel – tulemusena põhjalikult renoveeritud majad



# 2015 innovation – economic facade installation of HRV ventilation



# Why renovation grants?



Estonian studies report highly significant economic benefits from renovation:

- quantified **tax return of 32%** of renovation total cost
- job creation of 18 jobs in a year per 1 M€ renovation cost

E. Pikas, J. Kurnitski, R. Liias, M. Thalfeldt. Quantification of economic benefits of renovation of apartment buildings as a basis for cost optimal 2030 energy efficiency strategies. *Energy and Buildings* 86 (2015) 151–160.





# Liginullenergiaanõuete olukord

- Erinevused süsteemipiirides ja meetodikates
  - Kõik riigid ei kasuta primaarenergiat (energiatõhususarvu)
  - Mõnes riigis referentshoone meetod piirväärtuste asemel
  - Simulatsioonarvutused (Eesti, Soome) ja kuude kaupa arvutused (Saksa, Taani)
- Energiakasutuste arvesse võtmine erinev
  - Seadmed ja valgustus põhjustavad põhierinevuse
  - 7 riiki 13-st arvestavad seadmeid (AT, BG, EE, FI, LV, LT, NL)
  - 6 riiki arvestavad valgustust ka elamutes (EE, FI, FR, LT, SE, UK)
  - Seadmed ja valgustus vastavad 50-60 kWh/m<sup>2</sup>y ETA-ühikut elamutes
- Lokaalset taastuvenergia tootmist ei arvestata kõikides riikides, samuti elektri eksportimist

# Towards nearly zero energy buildings

## Denmark

Indicator		Energy frame 2010	Energy frame 2015	Energy frame 2020
Maximum of primary energy to	Residential buildings (houses, hotels, etc.)	52.5 + 1650/A in kWh/m <sup>2</sup> a	30 + 1000/A in kWh/m <sup>2</sup> a	<b>20</b> kWh/m <sup>2</sup> a
	Non-residential buildings (offices, schools, institutions and other buildings)	71.3 + 1650/A in kWh/m <sup>2</sup> a	41 + 1000/A in kWh/m <sup>2</sup> a	<b>25</b> kWh/m <sup>2</sup> a
Primary energy factors	Electricity	2.5	2.5	1.8
	District heating	1.0	0.8	0.6

REHVA





# Liginullenergiahooned Eestis

- Defineeritud ja nõuded toodud MTM määruses nr 55 (30.08.2012, jõustus 09.01.2013) **Energiatõhususe miinimumnõuded**
- Liginullenergiahoonete ehitamine ei ole kohustuslik, kuid selleks, et nimetada hoonet liginullenergiahooneks tuleb täita määruse nr 55 nõue – **energiatõhususarvu piirväärtus**

Energiatõhususarvude piirväärtused ehitatavatele ja oluliselt rekonstrueeritavatele

Hoone kasutusotstarve	Liginullenergia- hoone A kWh/(m <sup>2</sup> a)	Madalenergia- hoone B kWh/(m <sup>2</sup> a)	Miinimum- nõue C kWh/(m <sup>2</sup> a)	Oluline rekonstrueerimine D kWh/(m <sup>2</sup> a)
Väikeelamutes	50	120	160	210
Korterelamutes	100	120	150	180
Büroohoonetes, raamatukogudes ja teadushoonetes	100	130	160	210
Ärihoonetes	130	160	210	270
Avalikes hoonetes	120	150	200	250
Kaubandushoonetes ja terminalides	130	160	230	280
Haridushoonetes	90	120	160	200
Koolieelsetes lasteasutustes	100	140	190	240
Tervishoiuhoonetes	270	300	380	460





R A K V E R E  
T A R I K M A J A



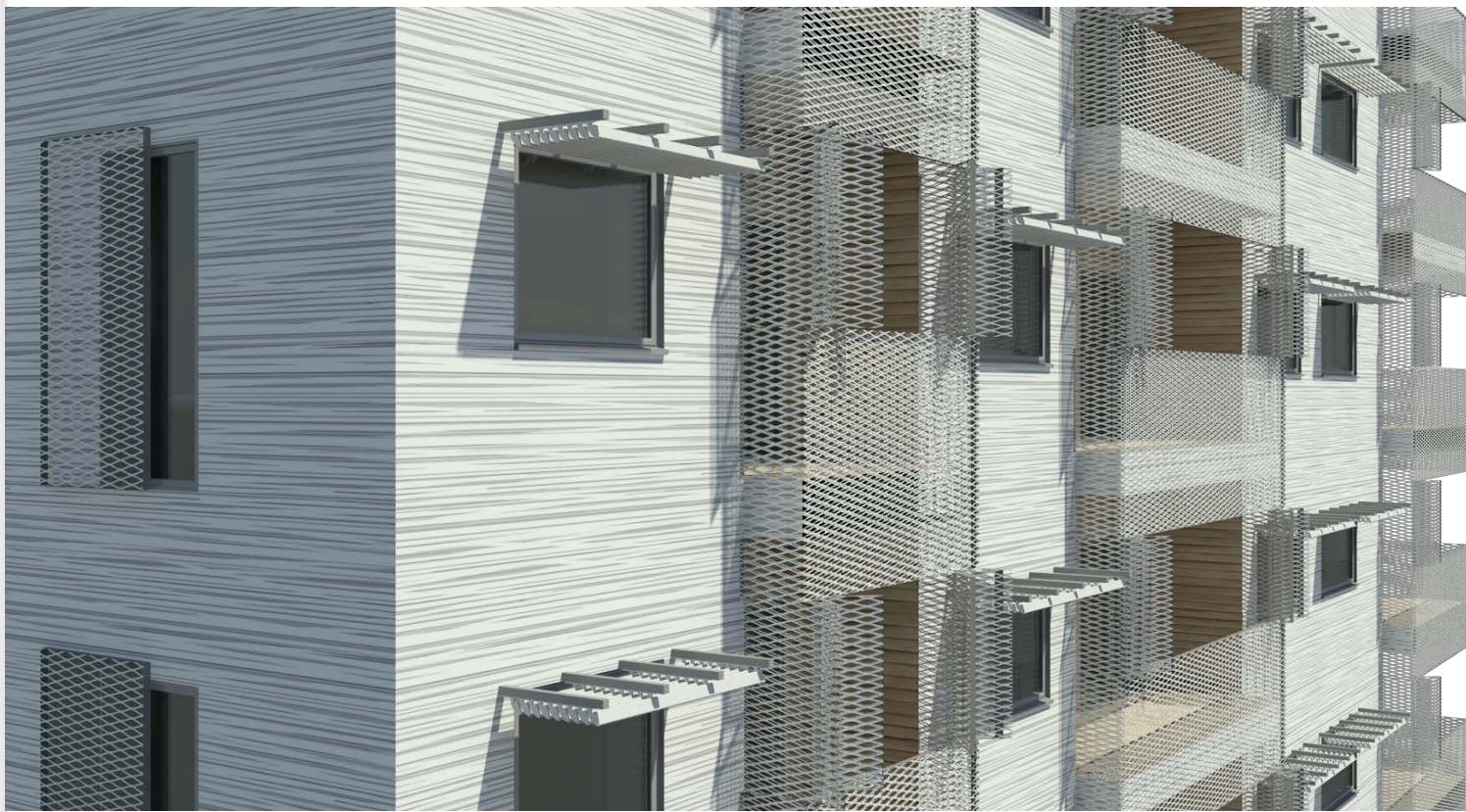


# Liginullenergia korterelamu: Tallinna Õpetajate maja (Uuslinna 3a)







# Liginullenergia korterelamu: Tallinna Õpetajate maja (Uuslinna 3a)



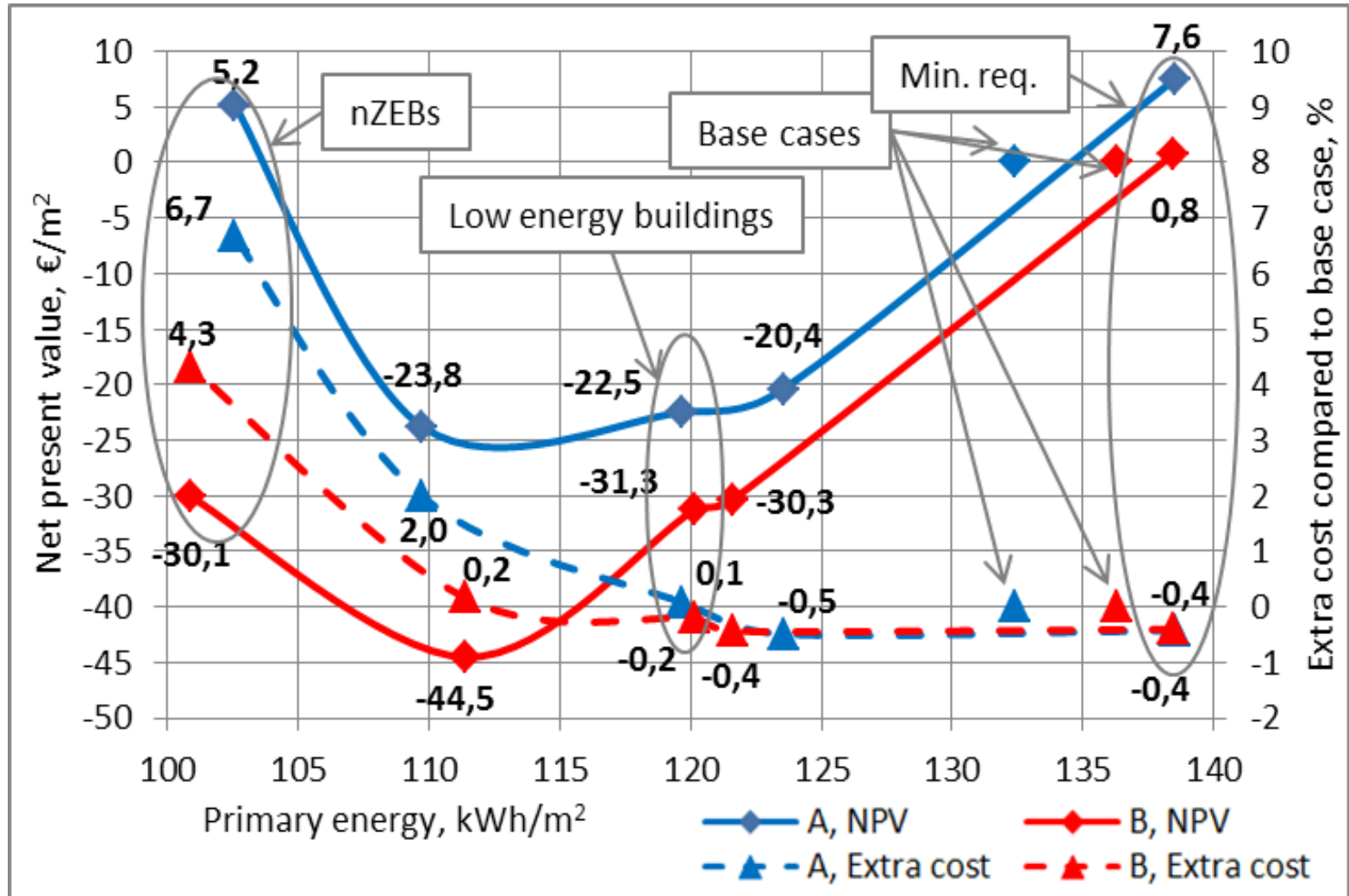


# LIGINULLENERGIA LISAMAKSUMUS

Objekt		
	Hoone A	Hoone B
Köetav pind, m <sup>2</sup>	2356	2935
Korruseid, -	8	7
Välispiirete pindala, m <sup>2</sup>	2077	2598
Välisseina pindala, m <sup>2</sup>	1614	973
Akende pindala, m <sup>2</sup>	463	645
Akende osakaal välisseinast, %	22,3%	39,9%
$A_{\text{välispiirded}}/A_{\text{köetav}}$ , -	1,80	0,89
Erisoojuskadu H/A, W/m <sup>2</sup>	0,48	0,52
Energiatõhususarv, kWh/m <sup>2</sup>	133	136
Energiatõhususklass, -	B	C



# KULUOPTIMAALSE LAHENDUSE VALIK





## LIGINULLENERGIA LISAMAKSUMUS (Pikas et al. 2015)

- Rakendades kõiki üksikmeetmeid, jõuti liginulli lähedale ( $100 \text{ kWh/m}^2$ ) (Hoone A puhul ületas energiatõhususarv 2,6 ühikut ja Hoone B puhul 1 ühik.
- **Lisakulu antud tasemete saavutamiseks miinimumprogrammist oli  $65 \text{ €/m}^2$**
- Võimalikud meetmed nZEB saavutamiseks:
  - Infiltratsiooni taseme vähendamine  $3 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$   $1.5 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$
  - Hoone geomeetria ja akende mõistlikum kasutamine
  - Lokaalsed energiatootmised
  - Paremad materjalid ja tehnoloogiad
- Sama investeeringuga oleks olnud võimalik saavutada oluliselt paremat B-klassi energiatõhusust (ligikaudu  $120 \text{ kWh/m}^2$ )

# Selected NZEB Examples in MS



CONCERTED ACTION  
ENERGY PERFORMANCE  
OF BUILDINGS



FOR A SUSTAINABLE FUTURE

# Selected NZEB Examples in MS Analysis



CONCERTED ACTION  
ENERGY PERFORMANCE  
OF BUILDINGS

**Costs:** 52 % Total costs available, 33 % Additional costs available

## Additional costs of the selected examples of NZEBs compared to the energy level according to the current national requirements

	Average	Lowest	Highest
% of total costs	11	0	25
€/m <sup>2</sup>	220	0	473



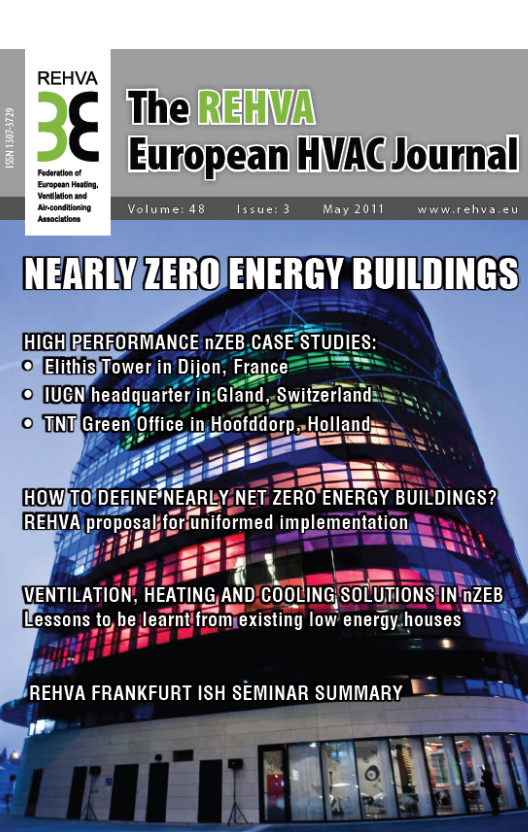
# Liginullenergiahoonete näiteid

	Asukoht	Tüüp	Andmed	Küte	Jahutus	Taastuven.
FRA	Dijon, Prantsusmaa	Büroo	Möödetud	Biokütus	Vaba- ja kompressorijahutus	Päikeseelekter
SUI	Gland, Sveits	Büroo	Simulatsioon	Maasoojus pump	Puuraugud	Päikeseelekter
NL1	Hoofddrop, Holland	Büroo	Simulatsioon	Maasoojus pump	Maasoojuspump, energiakaevud	Bioõliga koostootmisjaam
FIN	Helsingi, Soome	Büroo	Simulatsioon	Kaugküte	Puuraugud	Päikeseelekter
NL2	Haarlem, Holland	Koolimaja	Simulatsioon	Maasoojus pump	Maasoojuspump, energiakaevud	Päikeseelekter
SWE1	Stockholm, Rootsi	Büroo	Simulatsioon	Kaugküte	Puuraugud	Tuulepark (eemalseisev)
SWE2	Helsingborg, Rootsi	Büroo	Möödetud	Maasoojus pump	Puuraugud	Päikeseelekter
EST	Rakvere, Eesti	Büroo	Simulatsioon	Kaugküte	Energiakaevud	Päikeseelekter



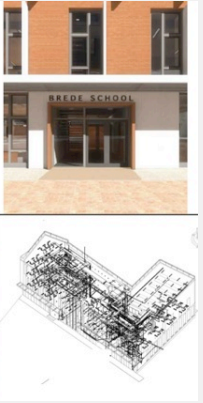








# „Vanemad“ liginullenergiahooned

- Buildings 1-4 are nZEB office buildings in France, Netherlands, Switzerland and Finland
- Reported in REHVA Journal (3/2011, 2/2012, 5/2012)

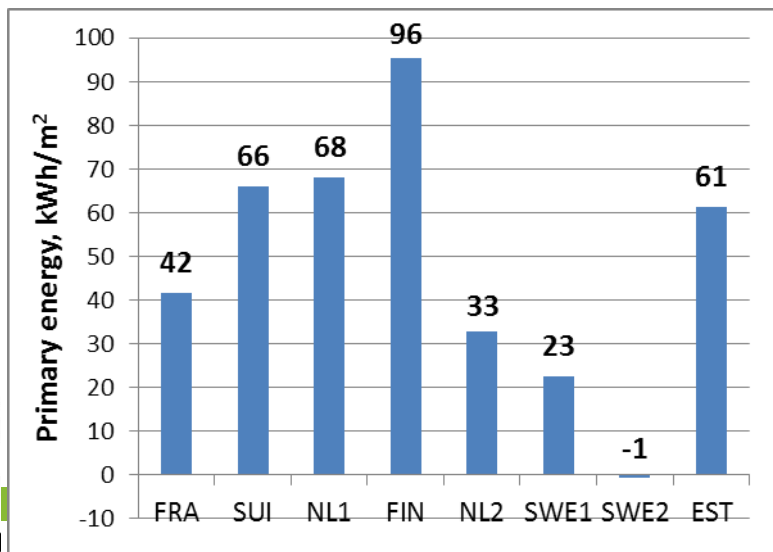


# REHVA nZEB Task Force uued hooned 5-8

<b>DSK-II school, Haarlem, the Netherlands</b>		<b>Väla Gärd office building, Sweden</b>	
	 		
<p>Construction year 2014</p> <p>3 900 m<sup>2</sup></p> <p>Extra nZEB cost 250 €/m<sup>2</sup> estimated</p>		<p>Construction year 2013</p> <p>1 750 m<sup>2</sup></p> <p>Extra nZEB cost 230 €/m<sup>2</sup> estimated</p>	
<p>General description</p>	<p>Primary school with zero energy consumption, meaning the total amount of energy used for the building itself on an annual basis is roughly equal to the amount of renewable energy produced on site.</p>	<p>General description</p>	<p>Skanska office in Helsingborg. A nZEB office building, energy consumption is nearly zero or plus including tenant power over the year. LEED certified Platinum.</p>
<p>Energy performance</p>	<p><b>Net-zero energy building</b> without accounting small power equipment loads, achieved with large on-site PV, heat pumps and energy wells.</p>	<p>Energy performance</p>	<p><b>Net zero energy building</b> (small power equipment loads accounted) or <b>plus energy building</b> w/o small power, achieved with extensive on-site PV, ground source heat pump and boreholes.</p>
<b>Entré Lindhagen office building, Sweden</b>		<b>Rakvere Smart Building Competence Centre office building, Estonia</b>	
			
<p>Construction year 2014</p> <p>65 000 m<sup>2</sup></p> <p>Extra nZEB cost 55 €/m<sup>2</sup> estimated (w/o wind farm investment)</p>		<p>Construction year 2014-2015</p> <p>2 170 m<sup>2</sup></p> <p>Extra nZEB cost 200-300 €/m<sup>2</sup> estimated</p>	
<p>General description</p>	<p>Skanska head office, Nordea office nZEB building, energy consumption 55 % less than code requirement, building demonstrates low speed ventilation and Skanska Deep Green Cooling, a ground cooling system without heat pump or chiller. Triple Leed Platinum. For core and shell, for Skanska interior design, for Nordea interior design.</p>	<p>General description</p>	<p>Estonian first nZEB office building, primary energy consumption 60 % less than code requirement, building demonstrates smart building automation systems.</p>
<p>Energy performance</p>	<p><b>Net-zero energy building</b> (small power equipment loads accounted) without accounting district heat, achieved with nearby wind farm, district heating and boreholes. <b>Nearly zero energy building</b> if the share of wind farm is not accounted.</p>	<p>Energy performance</p>	<p><b>Nearly zero energy building</b> (small power equipment loads accounted), achieved with on-site PV, district heating and energy wells.</p>

# Tarnitused, lokaalne taastuv, lähedal toodetud ja primaarenergia

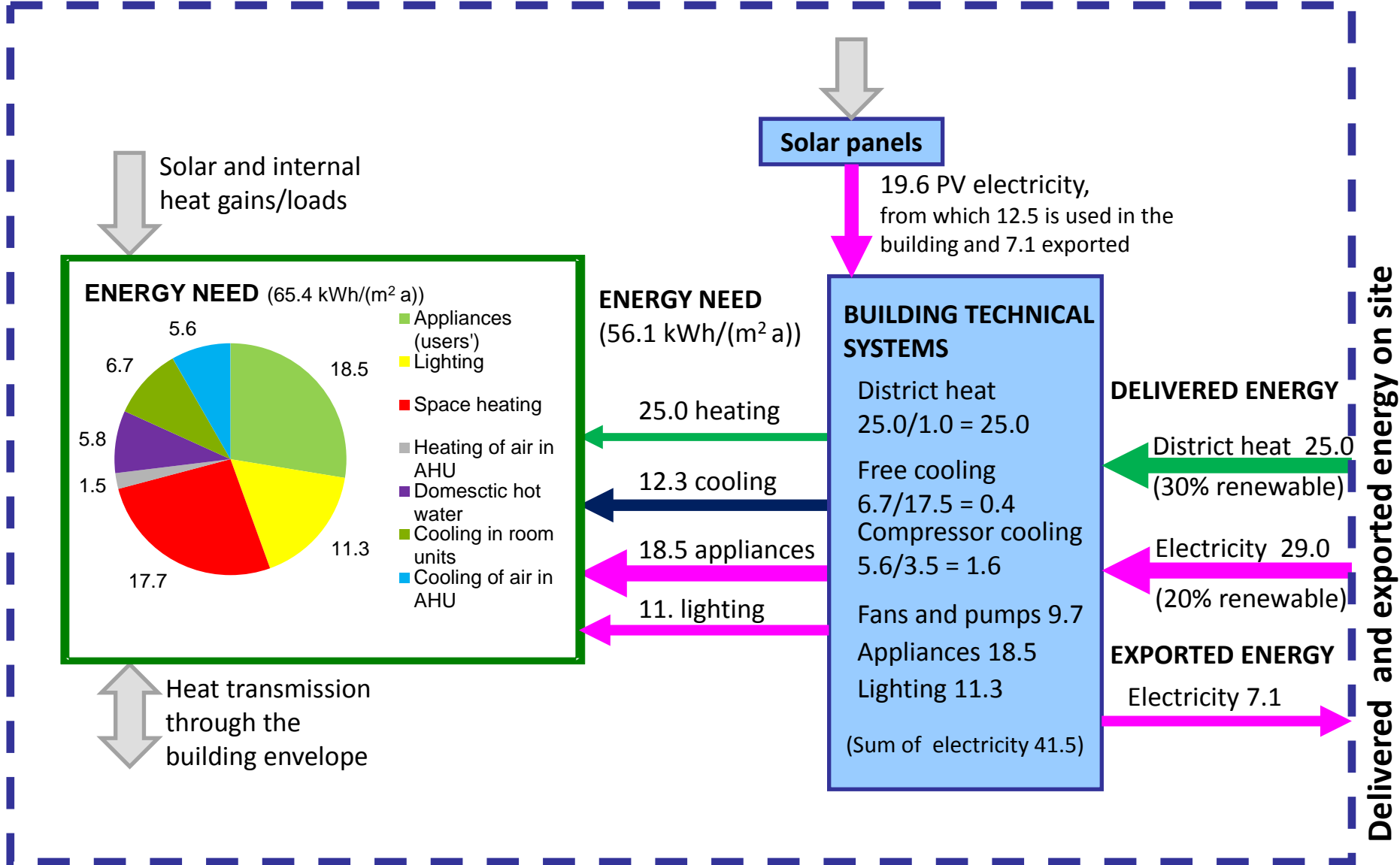
	FRA	SUI	NL1	FIN	NL2	SWE1	SWE2	EST
Küte	10,5	6,0	13,3	38,3	20,5	32,2	10,0	25,0
Jahutus	2,4	6,7	3,3	0,3	3,2	1,3	0,5	2,0
Ventilatsioon	6,5	8,1	17,5	9,4	11,8	13,2	3,0	9,7
Valgustus	3,7	16,3	21,1	12,5	12,5	16,5	12,6	11,3
Seadmed	21,2	26,8	19,2	19,3	5,0	16,9	12,6	18,5
Lokaalne taastuv	-15,6	-30,9	-73,8	-7,1	-36,5		-39,0	-19,6
Tuulepargi elekter						-47,9		
Koostootmise kütus			184					
Eksporditud soojus			-50,0					
<b>Energiaühik</b>	<b>42</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>96</b>	<b>33</b>	<b>23</b>	<b>-1</b>	<b>61</b>



	Primary energy factors		
	nren	ren	tot
Biofuel	0.5	0.5	1.0
District heat	0.7	0.3	1.0
Electricity	2.0	0.2	2.2

# Example (Rakvere, EST)

System boundary of delivered and exported energy on site



REHVA



**Primary energy:**  $EP_p = 25.0 \cdot 0.7 + 29.0 \cdot 2.0 - 7.1 \cdot 2.0 = 61.3 \frac{kWh}{m^2 a}$

# Tehnilised lahendused

- Kõigis hoonetes arvestatud energiatõhususe põhitõdedega:
  - Mõistlik kompaktsus
  - Piisav soojustus
  - Soojustagastusega sissepuhke ja väljatõmbeventilatsioon
  - Madalatemperatuuriline küte soojuspumpade korral
  - Kõrgetemperatuuriline jahutus puuraukude või kaevude korral
- Lisaks sellele erinevaid lahendusi hoonete mahu, fassaadide, tehnosüsteemide, energiavarustuse ja taastuvenergia osas

# Tehnilised lahendused (5-8)

nZEB buildings	Mass & built form	Façade design	HVAC, lighting and controls	Energy supply	On-site RES and storage
FIN Ympäristötalo, office building, Finland, 2011, No 1 nZEB office in Finland	Compactness and deep span achieved with inner courtyards covered with insulated roofs	Carefully sized windows, South façade is double skin façade with integrated PV and solar shading	Low pressure DCV and CAV ventilation, occupancy and photocell controlled dimming	District heating	Borehole cooling = zero energy cooling, PV system (roof and South façade) + battery storage
NL2 DSK-II school, Haarlem, the Netherlands, net-zero building, 2014	Functions on North and West façade, where solar load is after school day	Fixed Louvre system on the South façade	Low pressure DCV ventilation, floor cooling and heating, LED lighting	Two open wells for energy storage and heat pump for heating and cooling	Energy wells, solar collector for hot water, and PV
SWE1 Entré Lindhagen office building, Sweden, 2014, Triple Leed Platinum	Large building of 65 000 m <sup>2</sup>	Automated shading, behind outer single glass of double skin or fixed blinds	Low speed ventilation, occupancy and photocell controlled dimming	District heating	Borehole cooling = zero energy cooling, nearby wind farm share
SWE2 Väla Gård office building, Sweden, 2013, Net-zero (or Energy Plus w/o small power)	Compact massing, roof slope for PV	External automated blinds, carefully sized windows, 1/3 of building has fixed horizontal blinds	DCV ventilation, medium-temp. radiator heating, occupancy and photocell controlled dimming	Ground source heat pump for heating and cooling	Extensive solar PV system and free cooling from ground source
EST Rakvere SBCC office building, Estonia, 2014, Estonian first nZEB office	Compact massing, the building is attached to the existing building	Double façade with automated solar blinds (W), fix shades (S),	CAV and DCV ventilation, occupancy and photocell controlled dimming	District heating, two energy wells for cooling	Open energy wells for cooling = zero energy cooling and PV system

## Ympäristötalo, Helsingi keskkonnaamet, Soome (FIN)



Ehitusaasta 2011

6 800 m<sup>2</sup>

Liginulli  
lisamaksumus  
70-100 €/m<sup>2</sup>



Kirjeldus

Helsingi keskkonnaameti hoone Ympäristötalo on siimaani parima energiatõhususega büroohoone Soomes. Energiatõhususarv 85 kWh/(m<sup>2</sup> a) on võrreldav Eesti nõuetega, kuna arvutusmetoodikad on sarnased. Hoone on integreeritud projekteerimise ülihea näide, tänu teadliku tellija ja kindlalt korraldatud projekteerimise projektijuhtimise tõttu kujunes liginullenergia lisamaksumuseks ainult 3–4% võrreldes tavapärase bürooonega.

Energiatõhusus

**Liginullenergiahoone**, saavutatud kaugkütte, päikeseelektrisüsteemi ning jahutuseks kasutatavate puuraukudega. Kompaktne maht on saavutatud kaetud siseõuedega. Lõunapoolne fassaad on päikesepaneelidega topelfassaad, mille taga soojustatud seinad, ribikardinad ja mõistliku suurusega aknad. Hoones on nõudluspõhine ventilatsioon ja valgustus ning õhustus 100% vabajahutusega puuraukudest.

REHVA





## Entré Lindhagen büroohoone, Rootsi (SWE1)



Ehitusaasta 2014

65 000 m<sup>2</sup>

Liginulli  
lisamaksumus  
55 €/m<sup>2</sup>  
(ilma tuulepargi  
investeeringuta)



Kirjeldus

Skanska peakontor ja Nordea büroohoone, üks maailma energiatõhusaimatest suurtest büroohoonetest, mille energiakasutus on 55 % parem kui miinimumnõue. Kolmekordne Leed Platinum (Core and shell, Skanska interior design, Nordea interior design.)

Energiatõhusus

**Netonullenergiahoone** ilma keskkütet arvestamata, saavutatud eemalseisva tuulepargi investeeringuga, kaugküttega ja puuraukudega. Aastane energiabilanss moodustub ainult väikesest kogusest kaugkütteenergiast. Kui tuulepargi elektritoodangut ei arvestata siis muutub liginullenergiahooneks. Suure mahuga hoones on madala kiirusega (mehaaniline) ventilatsioon, mis on enamuses ruumides konstantse õhuvooluhulgaga ja praktiliselt hooldusvaba ning Skanska Deep Green Cooling, mis on 100% vabajahutus puuraukudest ilma kompressorjahutuseta.



# Teadmistepõhise ehituse tippkeskus 2016-2022

- Hoonete ning ehitatud piirkondade energia- ja ressursitõhusus
- Nullenergiavaldkond jaguneb kaheks uurimissuunaks, kus tegeletakse järgmiste tehniliste lahenduste ja tehnoloogiatega:
  - Energiatõhususe uurimissuuna teemad jagunevad passiivseteks ja aktiivseteks meetmeteks, nii hooneautomaatika abil juhitavateks kui isereguleeruvateks, mille eesmärgiks on lihtsasti kasutatavate ja hooldatavate hoonete kontseptsioonide ja projekteerimisstrateegiate valminime, et tagada kasutajate heaolu energia- ja kulutõhusal viisil.
  - Tarbimise juhtimise ja lokaalse tootmise uurimissuund tegeleb energia tootmise, muundamise ning salvestamise küsimustega, mis väljuvad hoone tasemelt tsentraalse energiasüsteemi tasemele selleks, et tagada hoonete ja energiasüsteemi optimaalne koostöö ning arendada välja selle hindamist võimaldav metoodika.



# Teadmistepõhise ehituse tippkeskus 2016-2022

- Ressursitõhususega tegelev uurimissuund töötab puidu kasutamist piiravate tehniliste pudelikaelade lahendamise nimel. Kesksed uurimisteemad on seotud tugevus- ja ilmastikukindlusomadusi parandavate komposiitmaterjalide tootmisega ning puithoonete ja –konstruktsioonide tulepüsivuse parandamisega.

Tippkesksuse kolmes uurimissuunas töötab kokku 6 uurimisrühma:

- TTÜ liginullenergiahoonete uurimisrühm, Jarek Kurnitski, Targo Kalamees
- TTÜ jõuelektronika ja tarbimise juhtimise uurimisrühm, Dmitri Vinnikov, Argo Rosin
- TTÜ komposiitmaterjalide uurimisrühm, Meelis Pohlak, Jüri Majak
- EMÜ looduslike ehitusmaterjalide uurimisrühm, Jaan Miljan
- EMÜ hajaenergeetika uurimisrühm, Andres Annuk
- TÜ füüsika instituudi uurimisrühm, Martin Timusk

# ZEB as a part of energy system

