

Liginullenergiamajade nZEB kompetentsikeskuse asutamine TTÜ-sse, töösuunad ja eesmärgid

Teadmispõhine ehitus 26.04.2012

Jarek Kurnitski

Külalisprofessor, Tallinna Tehnikaülikool

Juhtivekspert, Soome Innovatsioonifond SITRA



Liginullenergiamajade (nZEB) uurimisgrupp

- Mobilitase tippteadlase grant, mis tagab 4 doktorandi ja 1-2 juhendaja rahastamise
- Teema: "Liginullenergiamajad (nZEB) Eestis: tehnilised lahendused transformatsiooniks ja kuluoptimaalsuse analüüsid"
- Uuringute kestus 1.4.2012 kuni 31.7.2015
- Töö eesmärgiks on luua Eestisse liginullenergiamajade uurimisgrupp arendamaks Eesti teaduse kvalitatiivset taset
- Mahuline eesmärk 15 esimese kategooria publikatsiooni



Koosseis

Juhataja: Jarek Kurnitski

Juhendajad:

- Roode Liias
- Targo Kalamees
- Teet Andrus Kõiv
- Hendrik Voll

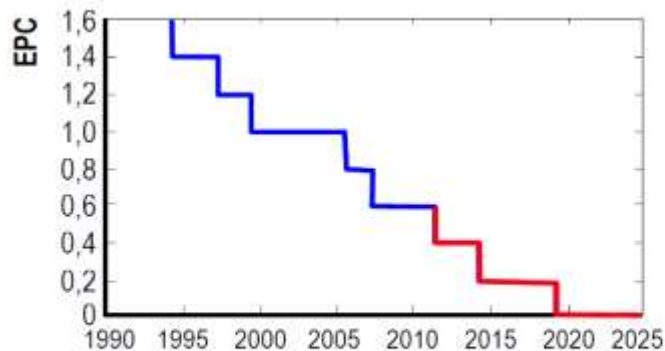
Doktorandid:

- Mikk Maivel
- Leena Paap
- Martin Thalfeldt
- Aivar Uutar

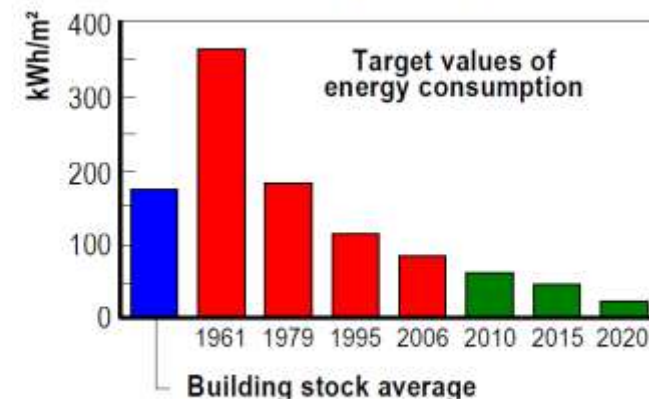
nZEB – murrang ehitussektoris?

- Mõnede riikide kavad liginullenergiamajade ehitamisele üleminekuks uutes hoonetes
- Pikaajalised tegevuskavad detailsete eesmärkidega lihtsustavad ettevõtete valmistumist ja eesmärkide omaks võtmist
- Direktiiv (EPBD recast 2010/31/EU) nõuab liginullenergiamajasid (uued hooned) alates 2021 ja avaliku sektori uutes hoonetes juba 2019

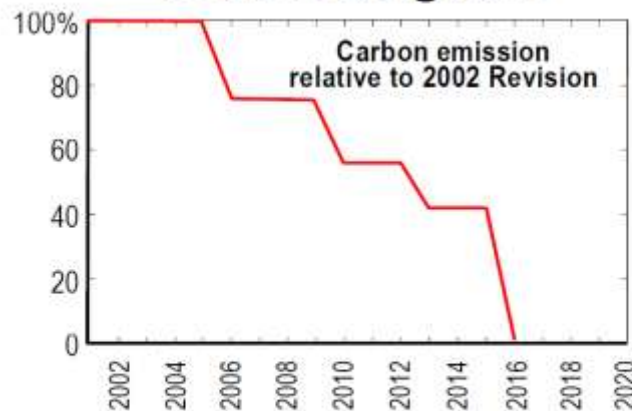
The Netherlands



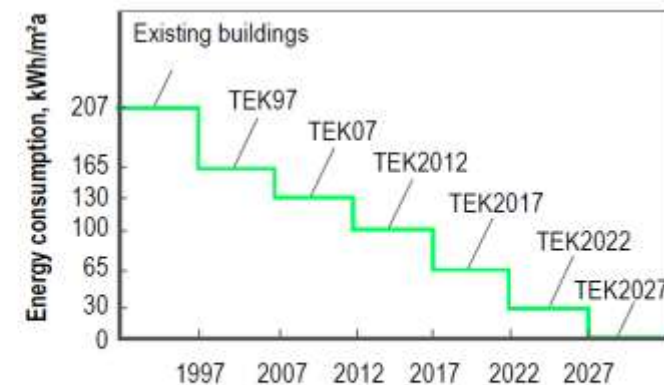
Denmark



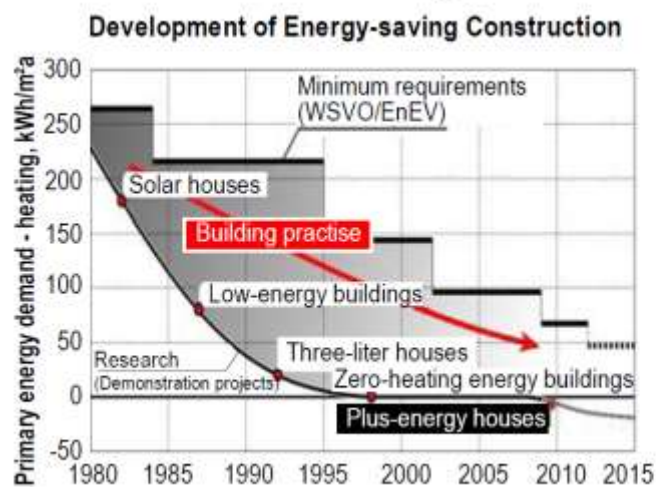
United Kingdom



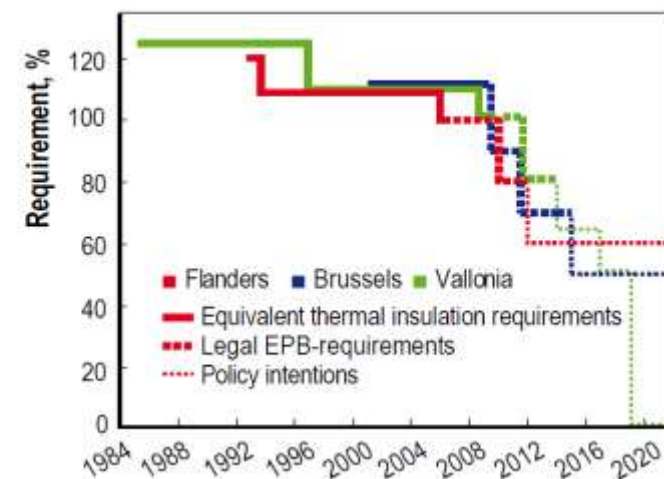
Norway



Germany



Belgium

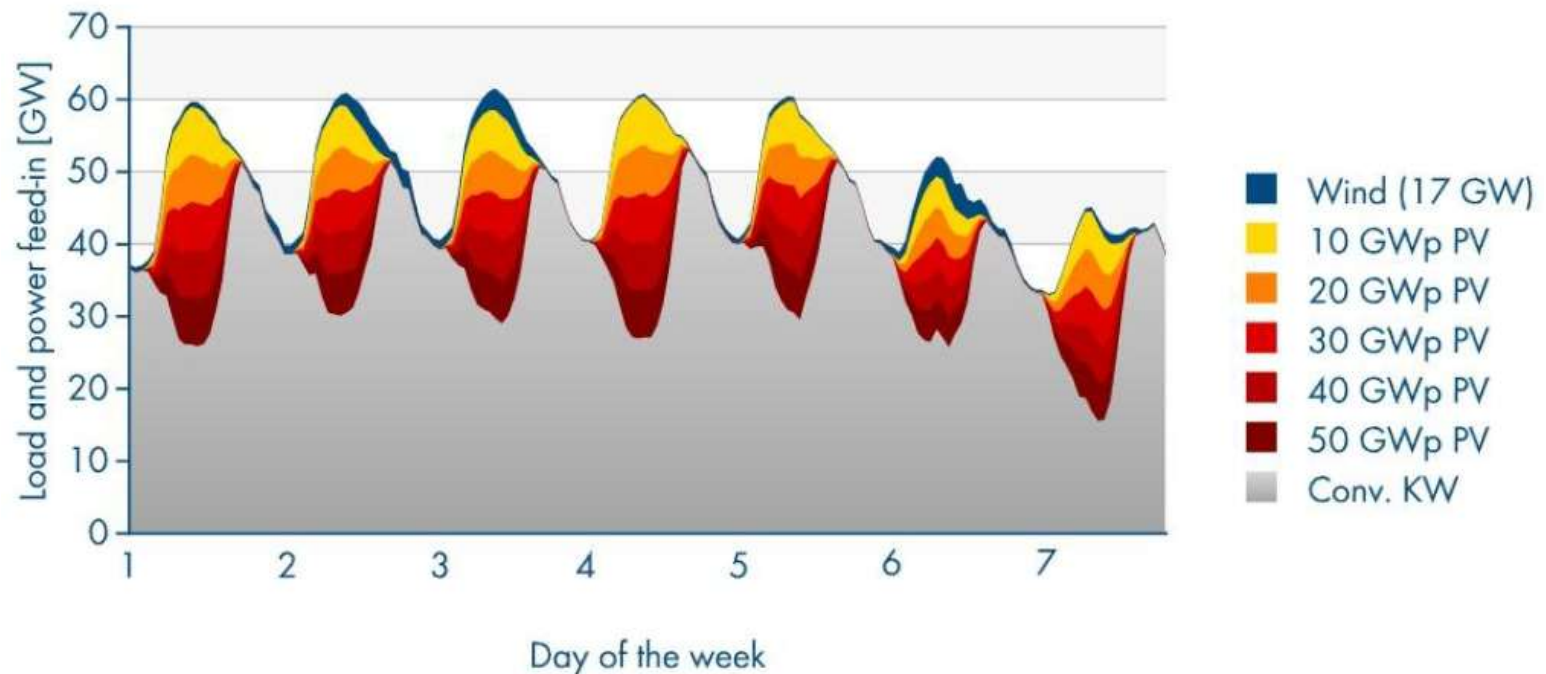




nZEB tähendus

- Vähendada hoonete energiakasutust
- Toota lokaalselt soojus- ja elektrienergiat taastuenergiaallikatest
- Joonisel Saksamaa näide kuni 50 GW installeeritud PV mõjust elektritarbimisele (Hoffmann 2012) ⇒ PV löikab suvel tipukoormusi ja toetab tsentraalset tootmist

Week of maximum PV yield in Germany 2005



⇒ lokaalne tootmine/elektrivõrgud ei ole vähemalt esialgu nii kriitilised kui nZEB ehitus- ja tehnosüsteemide lahendused



Direktiivi definitsioon: EPBD recast – Nearly zero energy buildings nZEB

- *In the directive 'nearly zero-energy building' means a building that has a very high energy performance. The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby.*
- ⇒ ***nZEB = very high energy performance + on-site renewables***
- *Definition of "a very high energy performance" and "significant extent of renewables" let for Member States*



Mis on tehtud ja mis on teoksil?

- **REHVA nZEB definitsioon 2011**

<http://www.rehva.eu/en/technology-and-research-committee>

- 4/2012 seisuga loetud 1070 korda ja alla laaditud 409 korda – on mõjutanud EPBD implementeerimist liikmesriikides
- Eesmärgina abistada ja tagada üheselt mõistetavad tehniliste määratlustega harmoniseeritud implementeerimine liikmesriikides

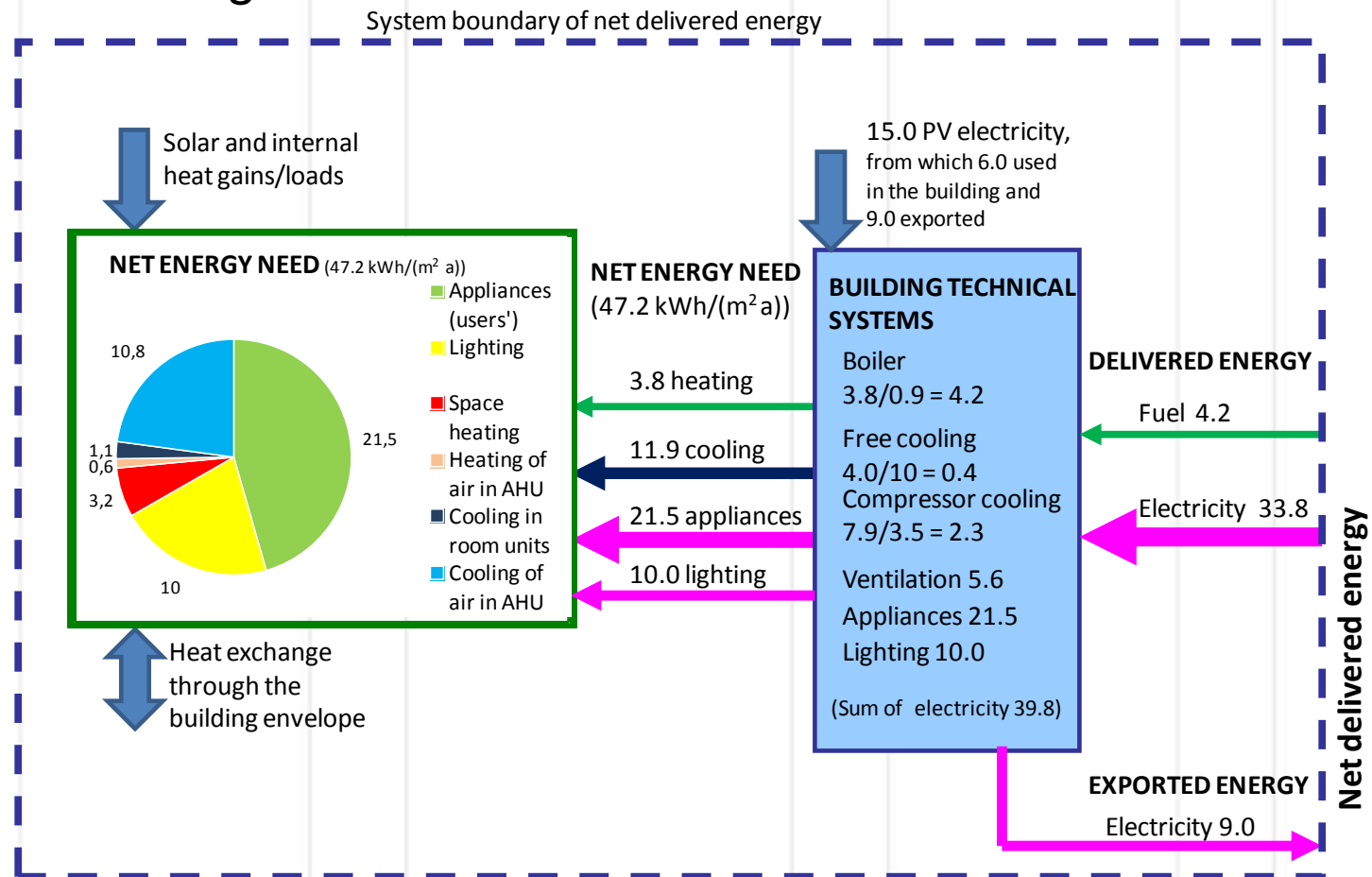
- **Netonullenergiahoone ZEB (Net zero energy building)**
aastane primaarenergiakasutus 0 kWh/(m² a) (aastane bilanss)

- **Liginullenergiahoone nZEB (Nearly zero energy building)**
tehniliselt mõistlikult saavutatav rahvuslik primaarenergiakasutus > 0 kWh/(m² a), mis on saavutatud parima ehituspraktika energiatõhususlahenduste ja taastuvenergiatehnoloogiatega, mis võivad olla või mitte olla kuluoptimaalsed



nZEB energiabilanss

- Energiatõhususe kujundamine – palju energiasimulatsioone et eristada olulist mitteolulisest
- nZEB energiabilansi näide:

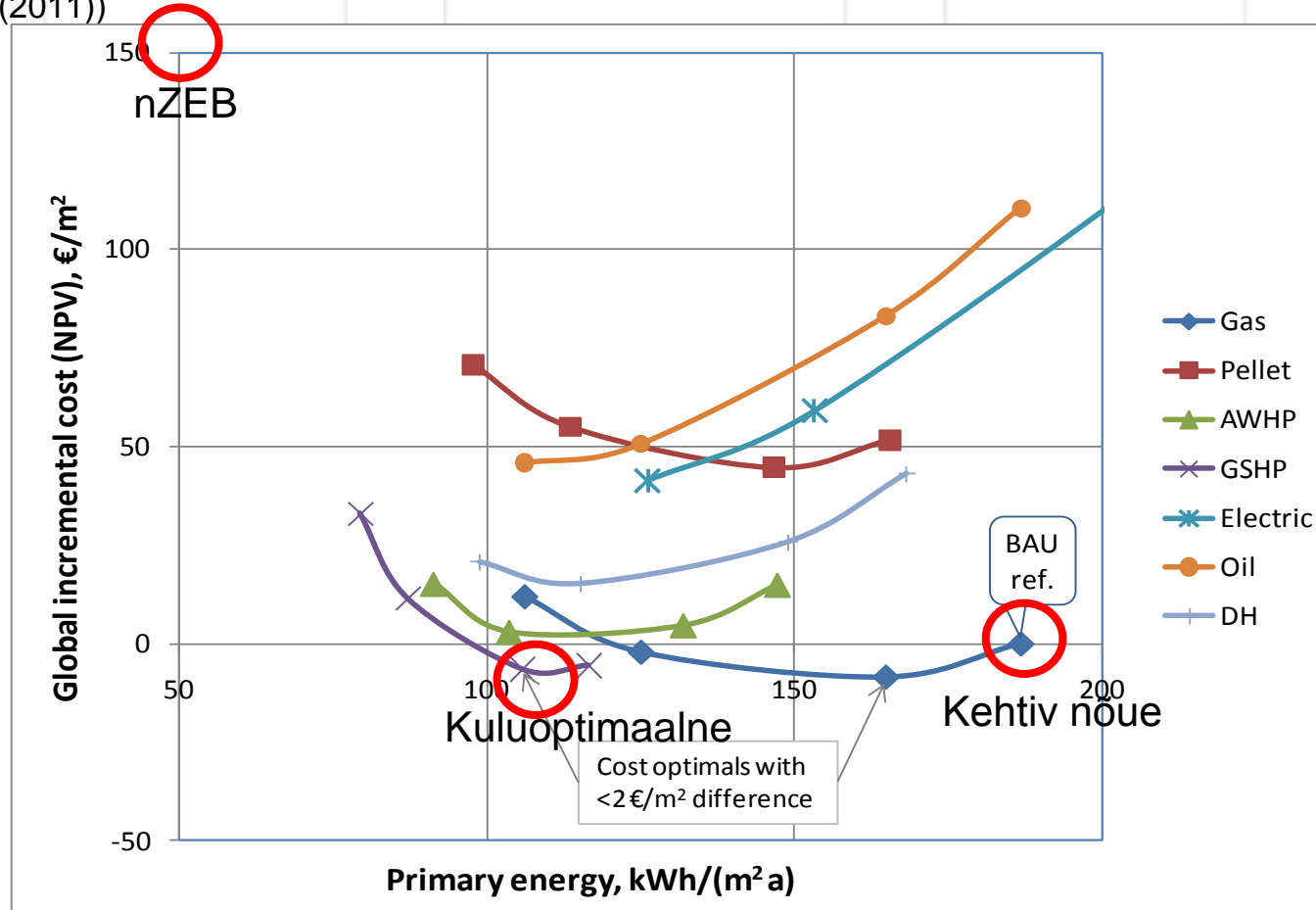


Primary energy:
 $4.2 \cdot 1.0 + (33.8 - 9.0) \cdot 2.5 = 66 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$



Kuluoptimaalne – madal ja liginull VVm 258 määruse uuendamine

- Eesti väikemaja, 3% intress ja 2% eskalatsioon (Kurnitski et al. Energy and Buildings 43 (2011))



- AWHP – 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 arvatud päikesekollektoritega
- nZEB +239 €/m² ehitusmaksumus (ETA=40), ilma PV-ta +93 €/m² (ETA=80)

nZEB case studies

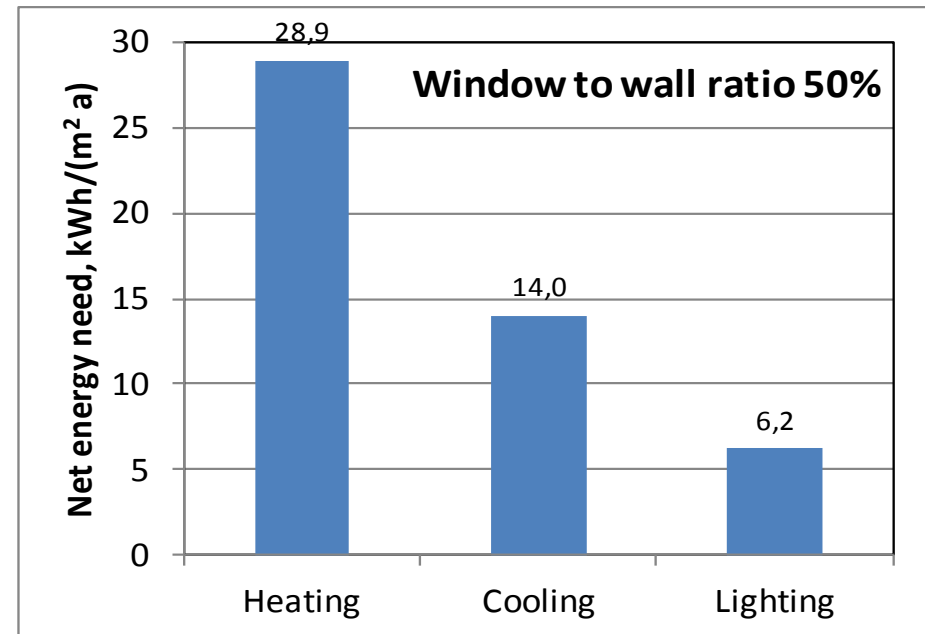
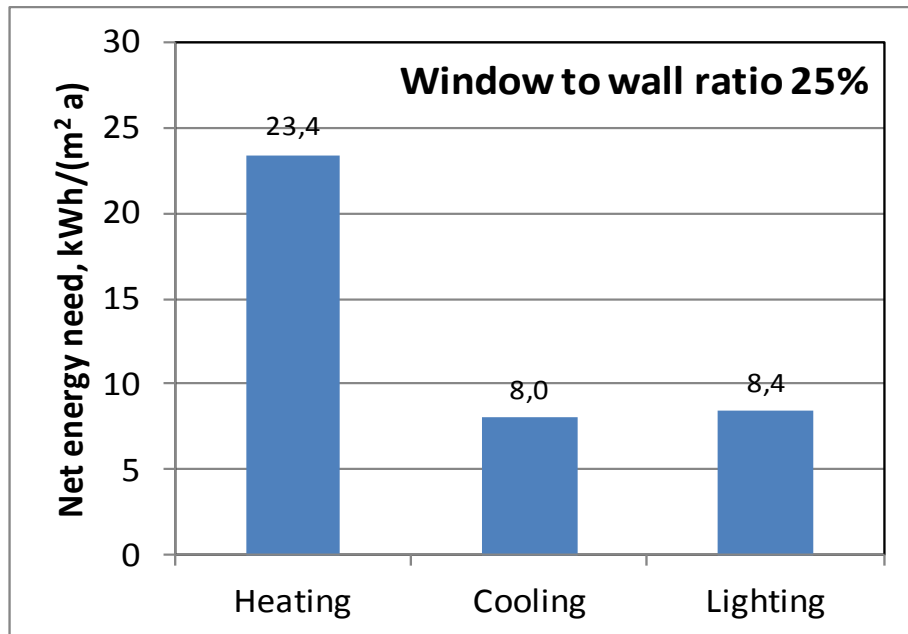
- nZEB office buildings in France, Netherlands, Switzerland and Finland
- Reported in REHVA Journal (3/2011 and 2/2012)



Simulation example: State Real Estate Twin-Towers building, Tallinn



Window to wall ratio, %	25	50
U_{window} , W/(m ² K)	0.6	0.6
LT, %, single/double facade	71/62	71/62
g, -, single/double facade	0.49/0.42	0.49/0.42
U_{wall} , W/(m ² K)	0.18	0.18



- 7 W/m² installed lighting, occupancy sensors and photocell controlled dimming
- Double facades with blinds in between + external solar shading for single facades
- Net energy needs in the Figs (COPs, syst. efficiencies, energy carriers not considered)
- Primary energy / life cycle cost to be optimized



nZEB components: Central Europe vs. North Europe

- Large windows for max daylight to save lighting electricity
- Moderate insulation ($U_{\text{window}}=1.1$, $U_{\text{wall}}=0.30$)
- More cooling need than heating need
- External solar shading
- “Glass” buildings with external shading possible
- Free cooling combined with compressor cooling or solar cooling
- Water based distribution system for cooling (or VRV)

- Heat recovery ventilation
- Demand controlled ventilation and lighting
- PV panels

- Small windows for lowest acceptable average daylight factor
- Highly insulated envelope ($U_{\text{window}}=0.6\dots0.8$, $U_{\text{wall}}=0,15$)
- Slightly less cooling but a lot of heating
- External shading for low solar angle
- Double façade to be used for “glass” buildings
- 100% free cooling possible with borehole water
- Water based distribution systems for heating and cooling (or VRV)

- Heat recovery ventilation
- Demand controlled ventilation and lighting
- PV panels

Key performance specification for nZEB

(Virta et al. REHVA GB 16 HVAC in sustainable office buildings)

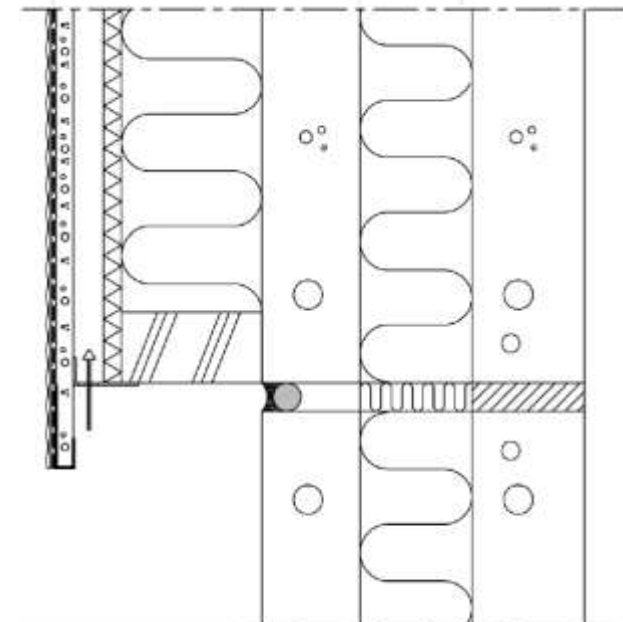
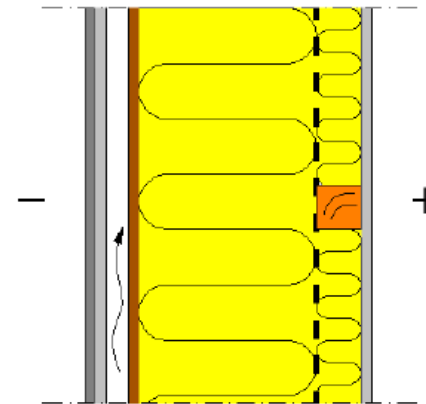
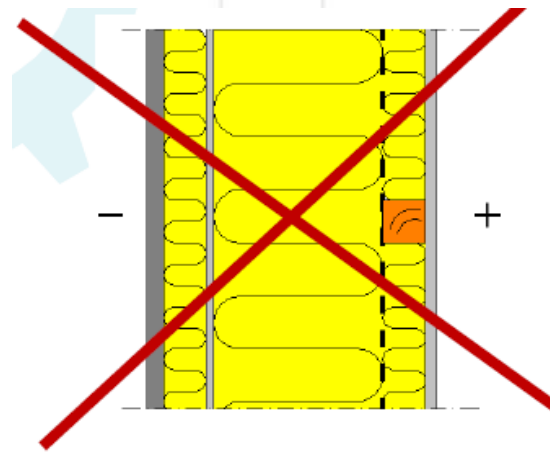
	Unit	Low energy	Nearly zero energy
SFP of air handling unit	kW/m ³ /s	< 2.0	< 1.5
Heat recovery efficiency	%	> 60	> 80
Demand controlled ventilation		meeting rooms	all spaces
Installed lighting power	W/m ²	< 10	< 5
Lighting control		time, daylight	time, daylight, occupancy
U-value of window	W/K,m ²	< 1.2	< 1.0
g-value of window		< 0.7	adaptable (seasons)
Solar shading		yes	automated
Infiltration (q₅₀)	m ³ /h,m ²	< 1.5	< 0.6
Share of renewable energy	%	> 10	>20

- Some indicative values for key low and nZEB energy design criteria in cold and temperate climates



Liginullenergiamajade vastupidavus ja niiskustehniline toimivus

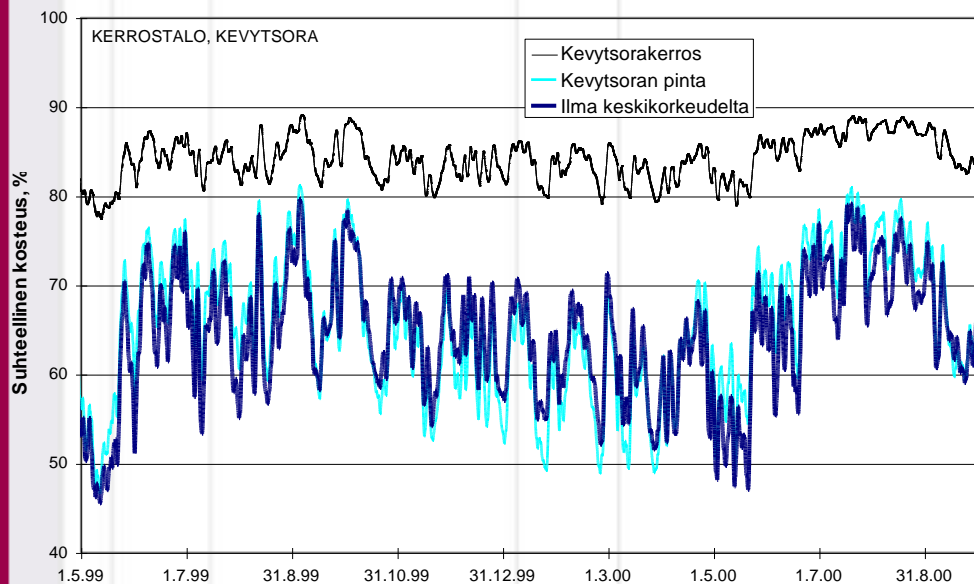
- Oluliselt parem soojustus tähendab väiksemat soojuskadu ja niiskuse väljakuivamist ning raskemaid tingimusi paljudele materjalidele ja sõlmedele
- Liginullenergiamajad nõuavad uusi välispiirete ja sõlmede lahendusi (Vinha 2011)



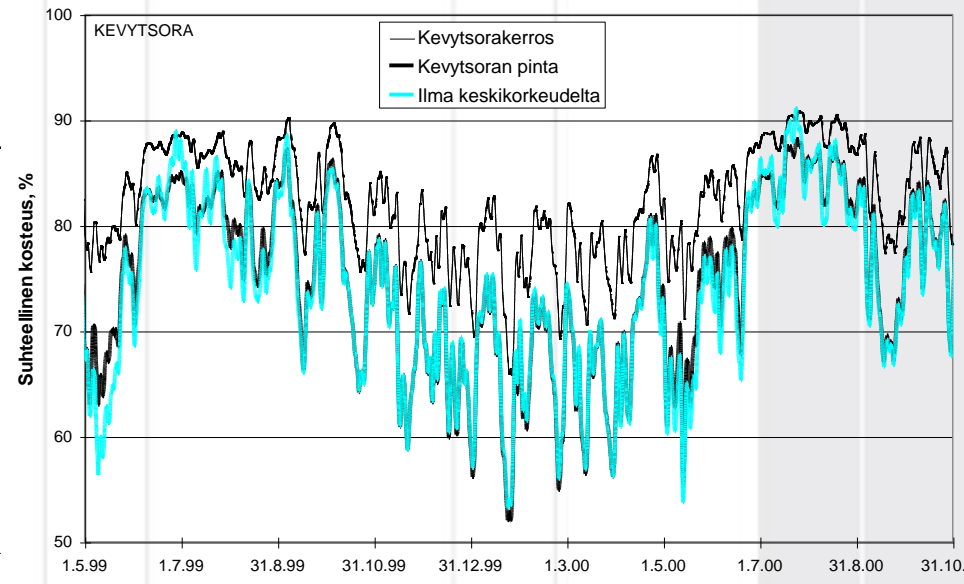


Soojustuse mõju alt tuulutatud põranda niiskusrežiimile

Soojustuse lisamine vähendab soojuskadusid, temperatuur langeb ja suhteline niiskus tõuseb – halvemal juhul hallitus (Kurnitski 2000)



$U=0,4$



$U=0,2$



Eesmärgid ja valdkonnad

- Peaesmärk: tehniliste lahenduste väljatöötamine ja uuringud, mis võimaldavad Eestis võimalikult kuluoptimaalsel viisil üle minna liginullenergiamaajade ehitamisele järgmise 10 aasta perspektiivis
- Põhivaldkonnad: hoonete energiatõhusus, hoonete tehnosüsteemid, ehitusfüüsika ning ehitusökonomika ja –juhtimine

Eesmärgid:

- Keskenduda kõige suurema nõudlusega nZEB tehnoloogilistele lahendustele kasutades selleks muuhulgas ehitatavaid kliimakambreid ja tehnoloogilist testhoonet
- Kütte- ja ventilatsioonisüsteemide lahendused nZEB hoonetele
- nZEB hoonete välispiirete lahenduste ehitusfüüsika/pikaealisus
- Büroohonete fassaadide kujundamine päevavalguse, varjestuse, kütte- ja jahutuse ning tehisvalguse seisukohalt
- Kuluoptimaalsete ja nZEB lahenduste/hoonete majandusanalüüsid



Esimesed projektid

- Energiatõhususe miinimumnõuete VVm 258 uuendamine (Jarek, Targo ja Teet Tark)
- RKAS Kaksiktornide energiatõhusus (Targo, Jarek, Martin, Aivar, Hendrik, Erkki Seinre, Argo Rosin)
- RKAS liginulli ja madalenergia tüüplahendused (Jarek, Targo, Martin, Aivar, Hendrik)

Artiklite esialgsed teemad:

- nZEB komponendid ja hoonete võrdlus (Jarek)
- Erinevate riikide miinimumnõuete analüüs (Jarek)
- H/A energiatõhususe arvutusmeetod (Jarek, Mikk, Targo)
- Madaltemperatuuri radiaatorküttesüsteemi konfigureerimine soojuspumbale ja küttesüsteemi kadude modelleerimine (Mikk)
- Fassaadide kujundamine päevvalguse, varjestuse, kütte- ja jahutuse ning tehisvalguse seisukohalt (Martin, Hendrik)
- Tehnosüsteemide auditid ja ekspluatatsioon (Aivar)
- Super Aeroc (Leena)