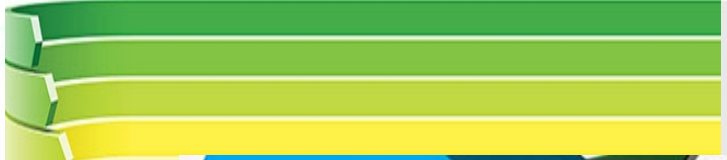


Liginullenergiahoonete alased uuringud ja juhendmaterjalid

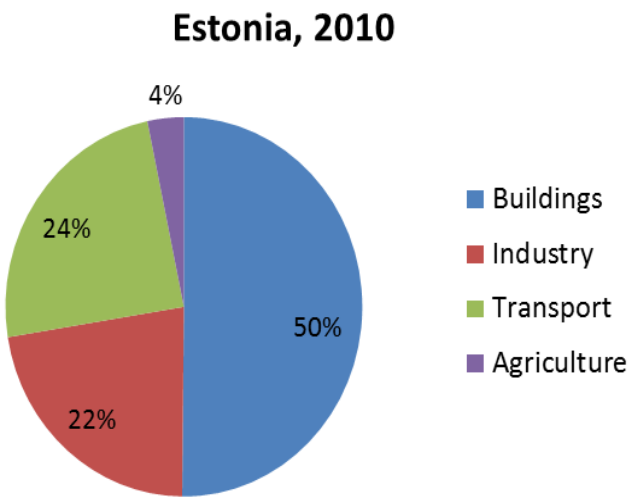
13.10.2015 Liginullenergiahooned täna ja homme konverents

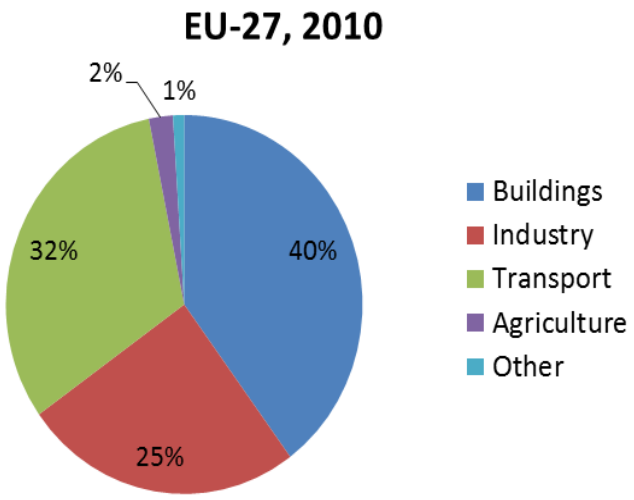
Jarek Kurnitski
Professor, Tallinna Tehnikaülikool, Aalto Ülikool
Vice-president REHVA
www.nzeb.ee

Eesti Teadusagentuur
Estonian Research Council
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Mobilitas
ESF programm
Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond
Eesti tuleviku heaks

Hoonete energiakasutus on ebaproportsionaalselt suur

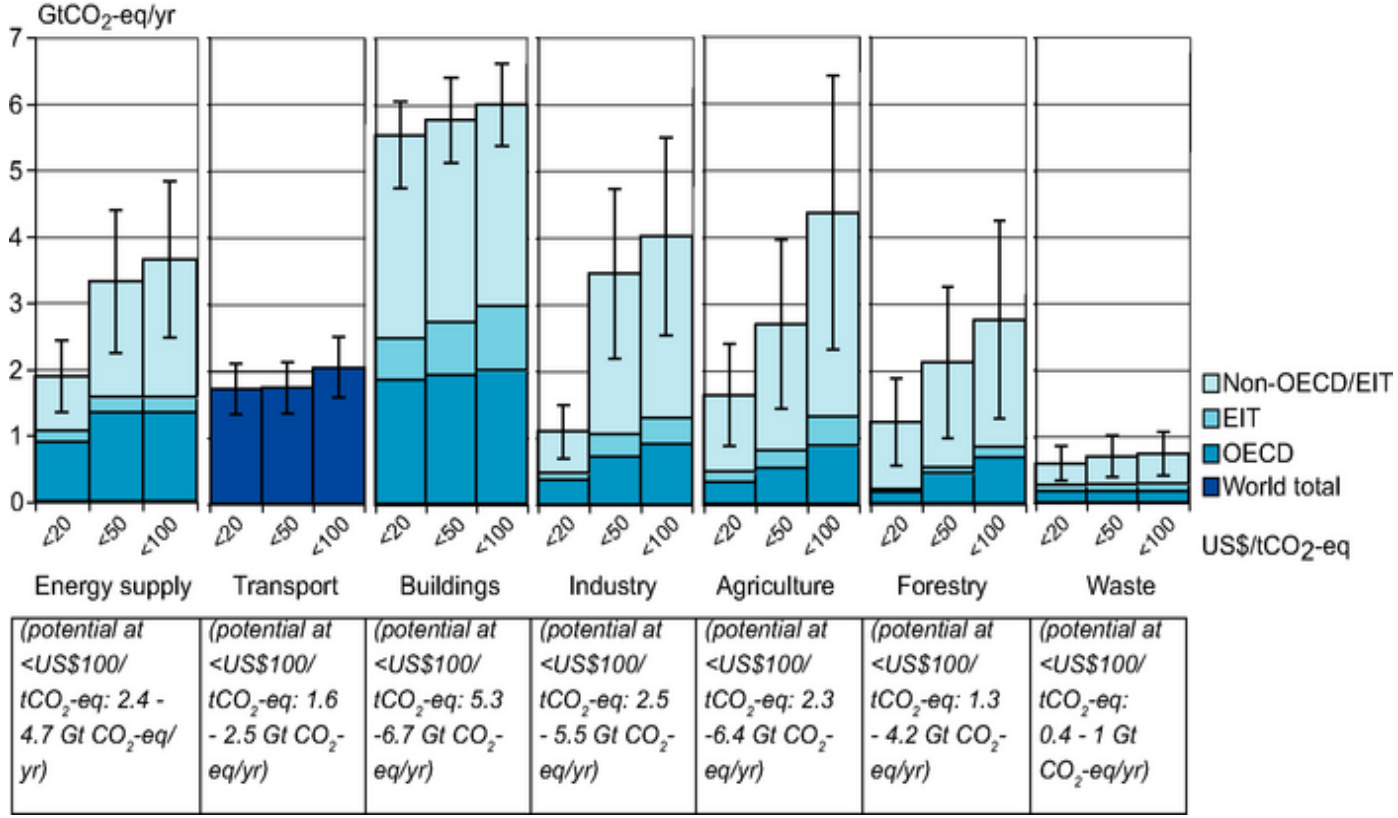
- Energia lõpptarbimine Eestis 33-34 TWh/a
- Hoonete osakaal 50% (ilma tööstushooneteta)
- EL keskmine 40%





http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/c/c1/ENMAK-Hoonete-uuring-20.09.2013.pdf

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/spmsspm-c.html
- Hoonete energiatõhusus on globaalselt kõige suurem ja kõige soodsam sektor emissioonide vähendamiseks

European Commission

Energy efficiency progress can be observed across all sectors:

Between 1995 and 2010 the average consumption of new cars in the EU decreased by 27%

New dwellings built today consume on average 40% less than dwellings built 20 years ago

The share of refrigerators meeting the highest energy efficiency labelling classes (A and above) increased from less than 5% in 1995 to more than 90% 15 years later

EU industry improved its energy intensity by almost 19% between 2001 and 2011, compared with 9% in the US

European Commission

2030 framework for climate and energy policies

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

2020	-20 % Greenhouse Gas Emissions	20% Renewable Energy	20 % Energy Efficiency	10 % Interconnection
2030	≤ - 40 % Greenhouse Gas Emissions	≥27 % Renewable Energy	≥ 27%* Energy Efficiency	15 % Interconnection

* To be reviewed by 2020, having in mind an EU level of 30%

New governance system + indicators

Energiatõhususarv ja energiamärgis

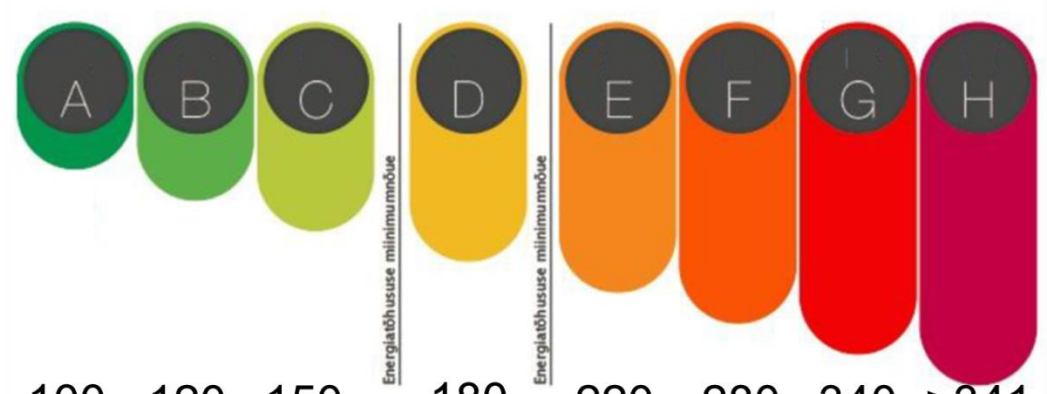
- Hoonete energiatõhusust mõõdetakse energiatõhususarvu ETA (arvutuslik) ja kaalutud energiakasutuse KEK (tarbimisandmetel) abil
- ETA ja KEK = summaarne kaalutud energiakasutus köetava pinna ruudu kohta
- ETA ja KEK-i arvutus meenutab energiakulude arvutust, aga ühikuna on kWh-i köetava pinna ruutmeetri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

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

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

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:

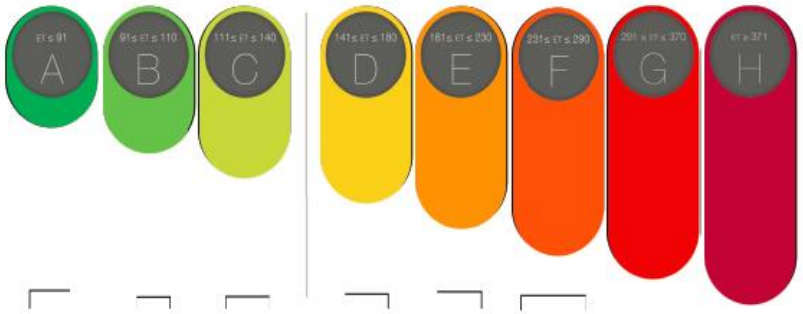


KE	100	120	150	180	220	280	340	>341
BH	100	130	160	210	260	320	400	>401

- 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

ENERGIAMÄRGIS

Hoone energiatõhususarv: 90 kWh/m²*a



Hoone aadress:
Kehtib kuni:

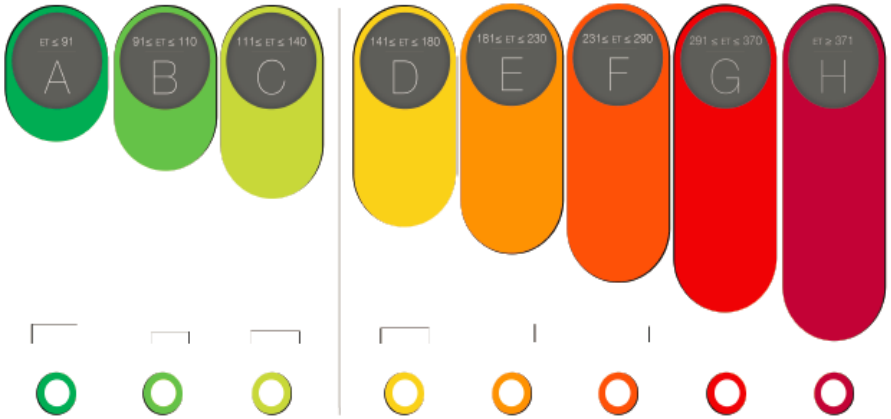
ENERGIAMÄRGIS

Tellija:

Energiamärgise algandmete allikas:

Hoone kategooria:
Hoone kasutamise otstarve:

Aadress:
Ehitusaasta:
Ehitusregistri kood:
Köetav pind:
Korterite arv:
Soojavarustus:
Energiaallikas:



Märgise väljastaja:
Ettevõte või FIE:

Reg. nr.:
Vastutav spetsialist:

Hoone energiatõhususarv (ET): 100 kWh/(m²*a)

Väljastamise kuupäev:
Kehtib kuni:

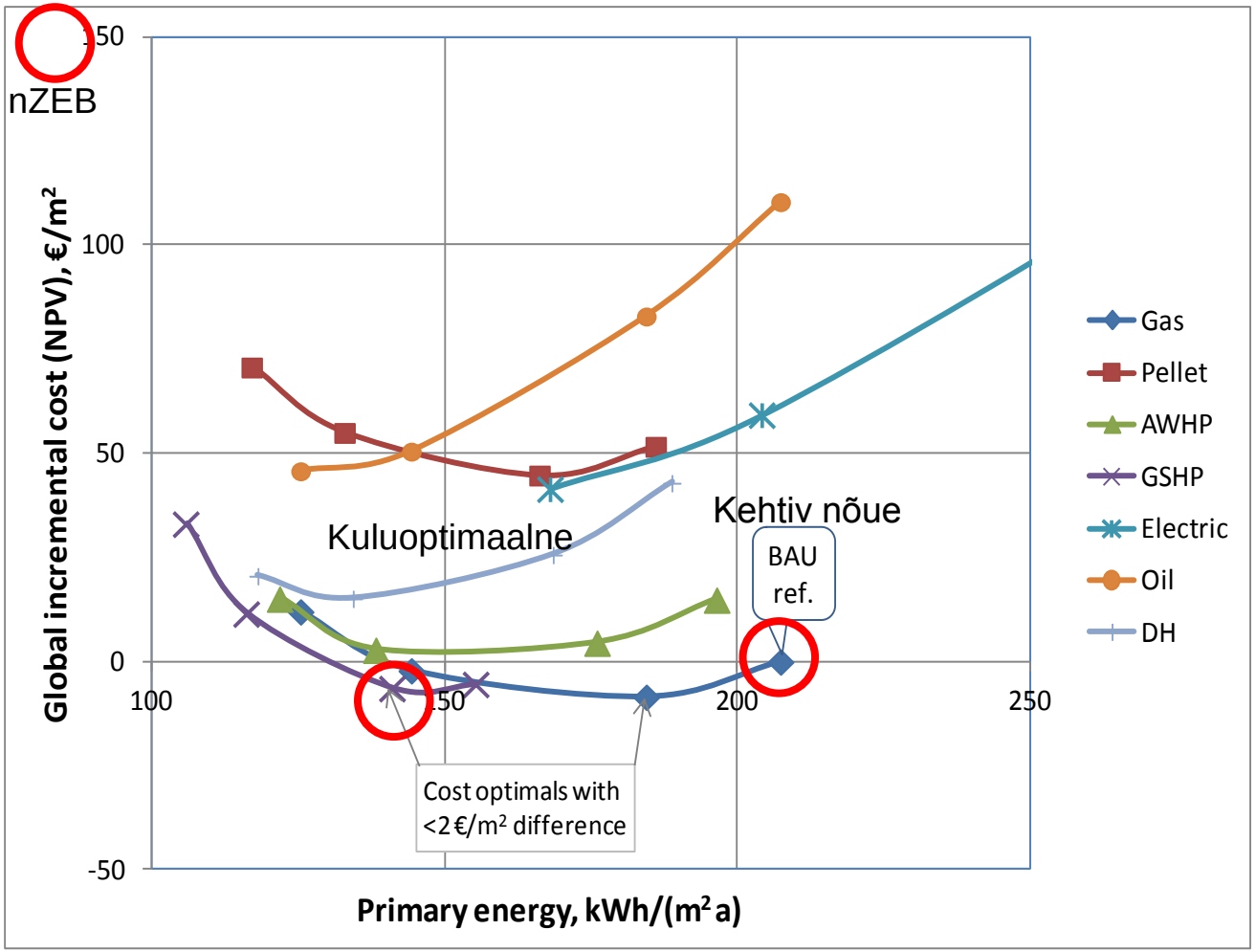
Tehniline informatsioon:

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

Kuluoptimaalsuse arvutus 2011: väikemaja

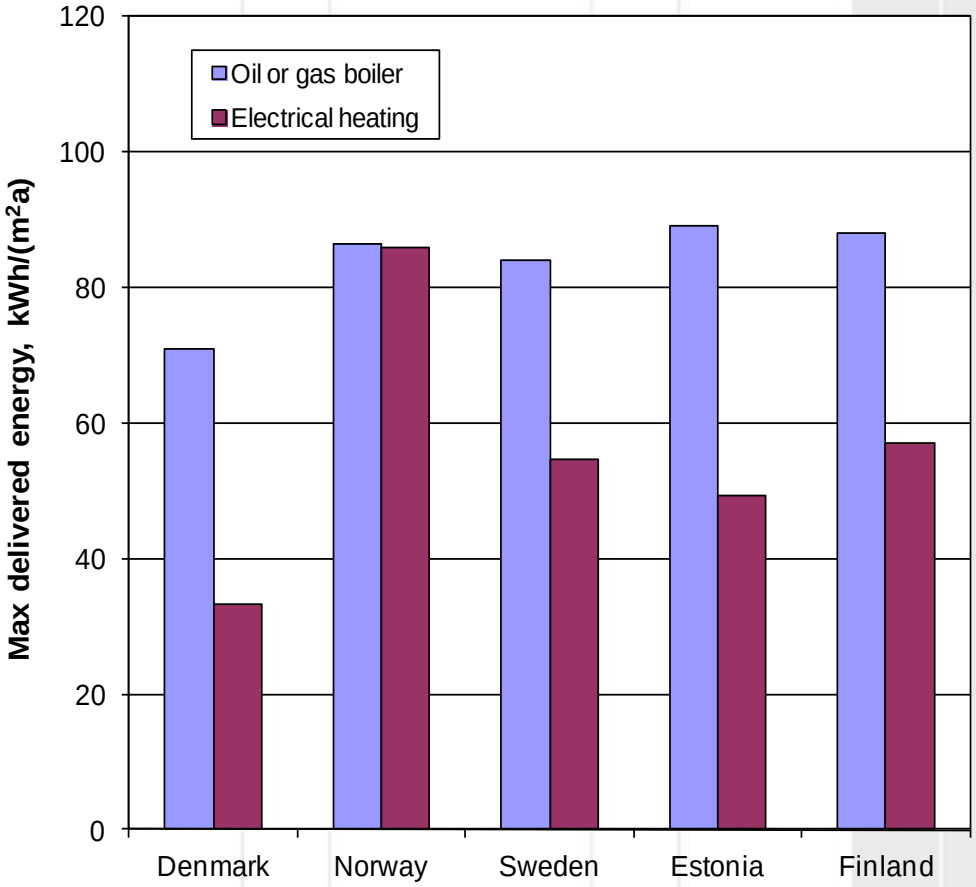
3% intress ja 2% eskalatsioon (Kurnitski et al. 2011)



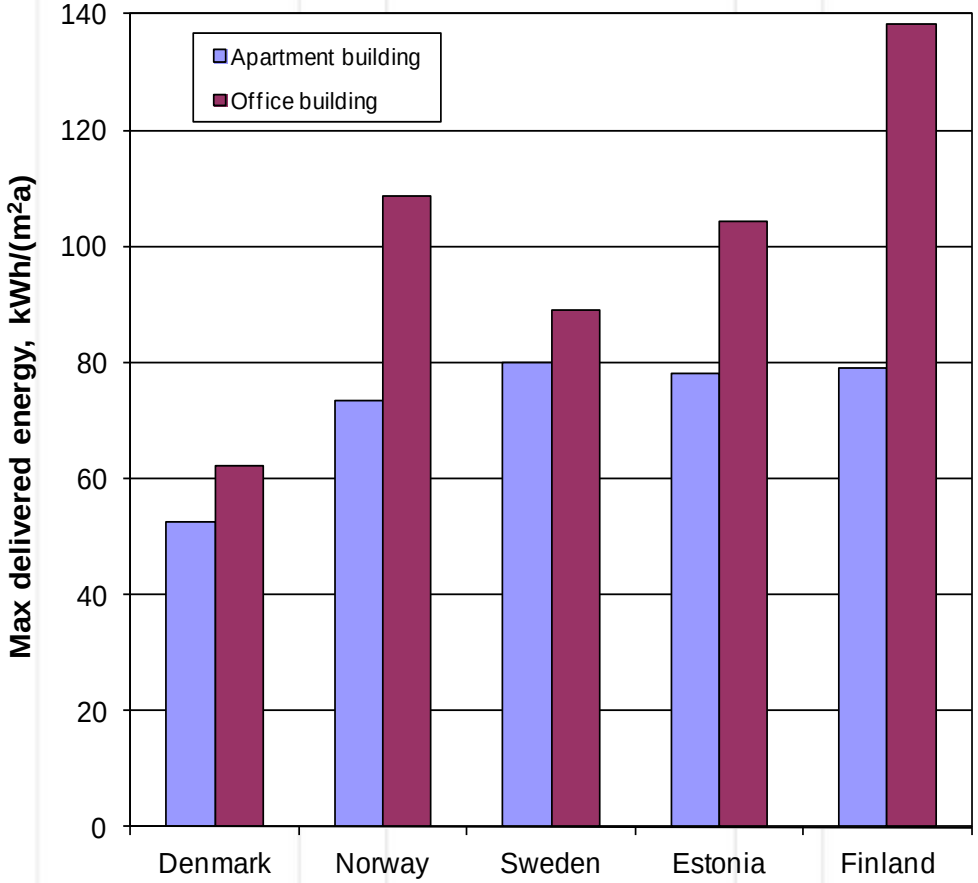
- AWHP – air to water heat pump, GSHP – ground source heat pump, DH – district heating
- Ilma PV-ta, 4 soojustuse taset vasakult paremale: 0,42, 0,58, 0,76 ja 0,96 H/A
- H/A 0,42 ja 0,58 arvutatud päikesekollektoritega
- nZEB +239 €/m² ehitusmaksumus (ETA=40), ilma PV-ta +93 €/m² (ETA=80)

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

- Miinimumnõuete võrdlus 150 m^2 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^2a) ja vesikeskkütte ringluspumbale 3 kWh/(m^2a) (elekterküttel 0 kWh/(m^2a))
- Kraadpäevade korrektsioon (baas 17°C) Kopenhaagenisse, normitud soe vesi 25 kWh/(m^2a)



Korterelamu ja büroohoone kaugküttel



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

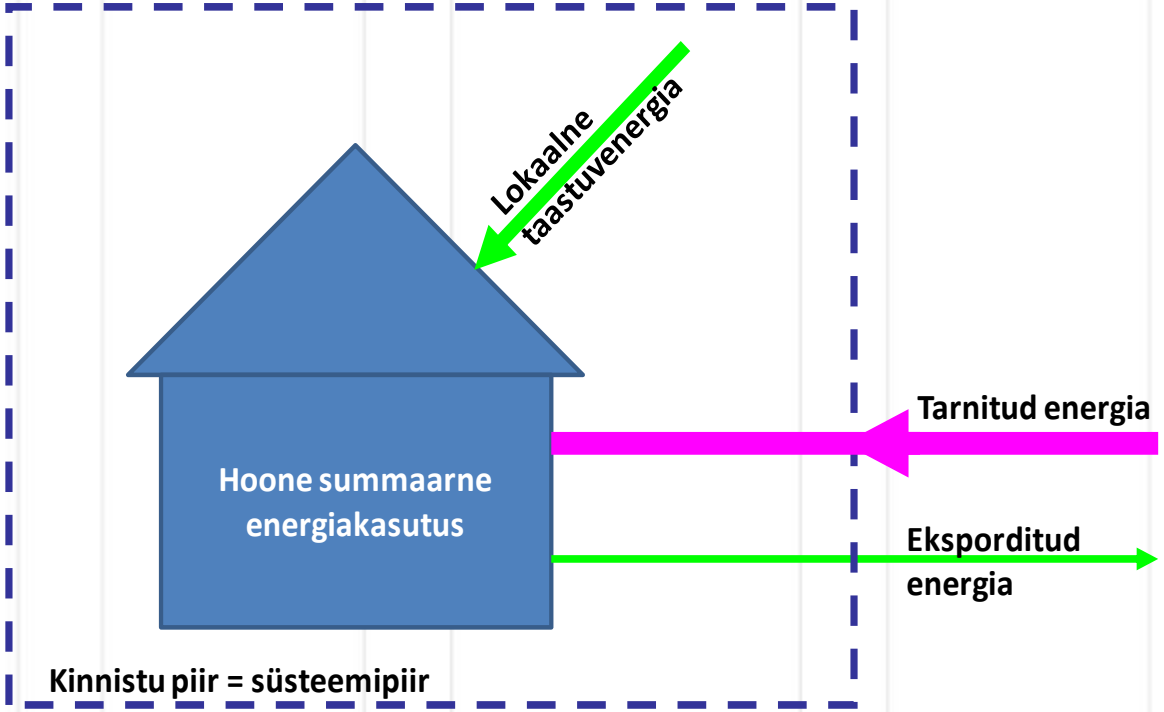
Liginullenergiahooned Eestis

- Defineeritud ja nõuded toodud MKM 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 nõue – **energiatõhususarvu piirväärtus**

Energiatõhususarvude piirväärtused ehitatavatele ja oluliselt rekonstrueeritavatele

Hoone kasutusotstarve	Liginullenergia-hoone A kWh/(m^2 a)	Madalenergia-hoone B kWh/(m^2 a)	Miinimum-nõue C kWh/(m^2 a)	Oluline rekonstrueerimine D kWh/(m^2 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

Liginullenergiahoonete energiabilanss



Ühe energiakandja puhul:

Tarnitud – eksporditud energia = summaarne energiakasutus – lokaalne taastuv

Energiatõhususarv ETA, *i* – energiakandja (elekter, kütus, kaugküte) kWh/(m^2 a):

$$\mathrm{ETA} = \frac{\sum_i \left(\text{tarnitud}_i - \text{eksporditud}_i\right) \times \text{energiakandja kaalumistegur}_i}{\text{köetav pind}}$$

Liginullenergiahoonete maksumus

- 2020 aasta kuluoptimaalsed nõuded, arvestades 2020 aastaks tõusnud energia hindasid ning samas laialdase kasutuse tõttu odavnenud tehniliste lahenduste maksumust
- Energiahindade ja ehitusmaksumuse arengutes on palju määramatusi – tulevik näitab kui hästi Eesti nõuded ajale vastu peavad
- Viimase 3-4 a jooksul kuluoptimaalne tase on nihkunud miinimumnõude C taseme pealt madalenergia B tasemele
- Turule on tulnud näiteks ka B klassi korterid ja äripinnad
- Praeguse arengu jätkudes ka natuke aeglasemas tempos ei ole liginullenergiahoonete kuluoptimaalsus edaspidi välistatud

Olukord teistes riikides

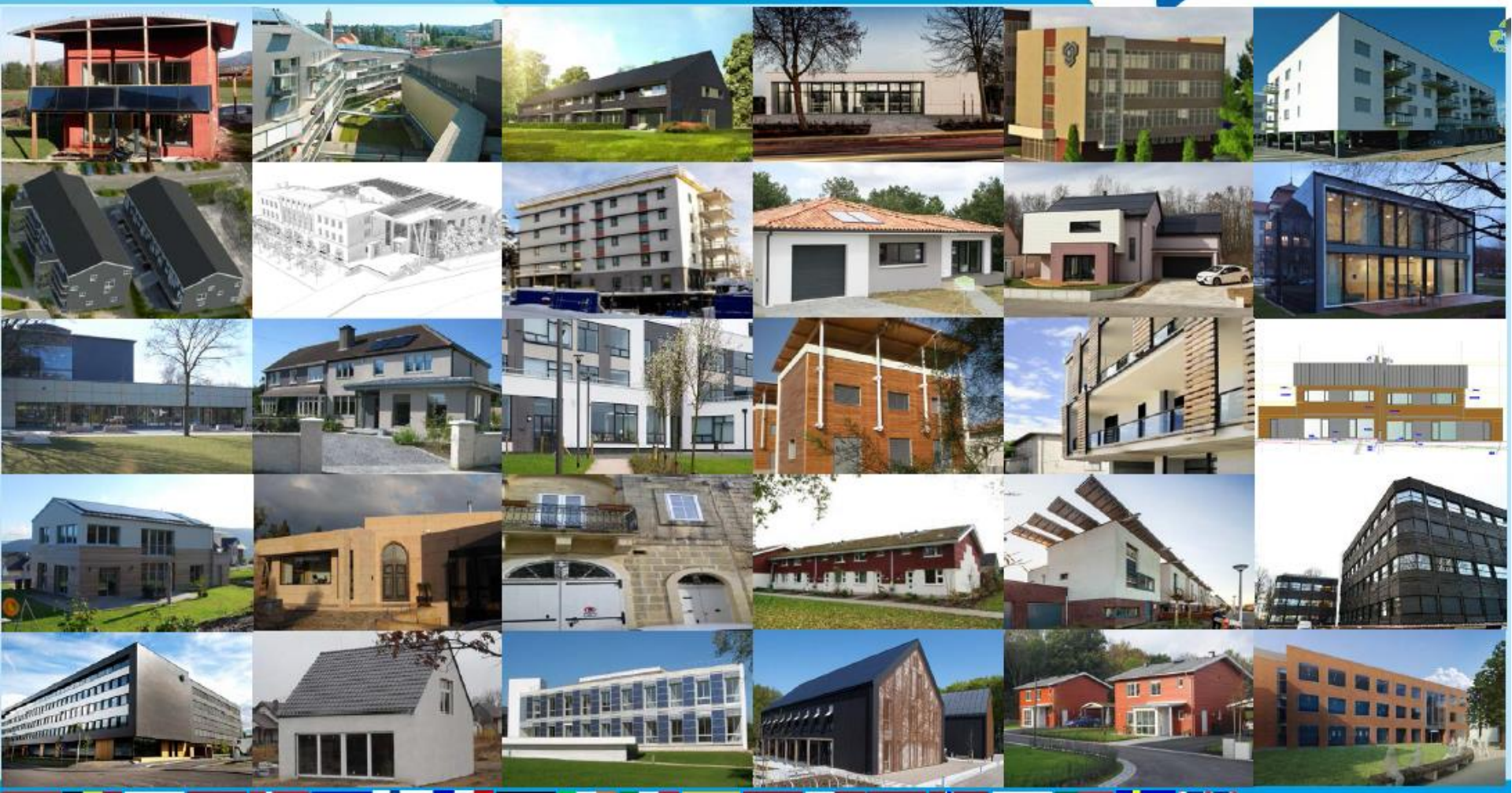
- Erinevused süsteemipiirides ja metoodikates
  - Kõik riigid ei kasuta primaarenergiat (energiatõhususarvu)
  - Mõnes riigis referentshoone meetod piirväärtuste asemel
  - Simulatsioonarvutused (Eesti, Soome) ja kuude kaupa arvutused (Saksa, Taani)

- 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^{2}y ETA-ühikut elamutes

- Lokaalset taastuvenergia tootmist ei arvestata kõikides riikides, samuti elektri eksportimist

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

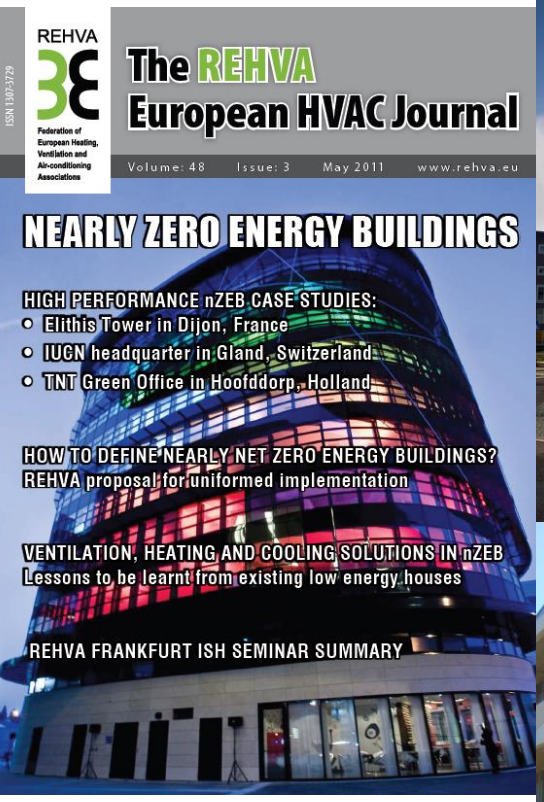
	Additional costs of the selected examples of NZEBs compared to the energy level according to the current national requirements		
	Average	Lowest	Highest
% of total costs	11	0	25
€/m²	220	0	473

Liginulli nõuete olukord teistes riikides

- 16 riiki on kehtestanud tänaseks liginulli nõuded
- Riikide vaheline võrdlus on pea võimatu kuna metoodikad ja nõuete sisu erinevad suurel määral:
  - energiatõhususarvude nõuded vahemikus 20-270 kWh/m^2 tulenevalt nii erinevast ambitsioonikusest, energiakasutuste kaasatusest ja hoonete kategooriatest
- Võrreldes praeguste miinimumnõuetega on **büroohoonete liginulli nõue Eestis 40% ja Taanis 50% parem**
- Valmisehitatud liginullenergiahoonete kõikumised on väiksemad ning võrdlus objektiivsem, kuid üldistuste tegemist takistab naaberriikide (FIN, SWE) ametlike nõuete puudumine
- Liginulli lisamaksumus on parematel juhtumitel 55-100 €/m^2 vahemikus

Liginullenergiahoonete näited (vanemad)

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



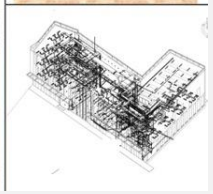
REHVA nZEB Task Force uued hooned 5-8

DSK-II school, Haarlem, the Netherlands

Construction year 2014

3 900 m²

Extra nZEB cost 250 €/m² estimated



General description	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.
Energy performance	**Net-zero energy building** without accounting small power equipment loads, achieved with large on-site PV, heat pumps and energy wells.

Entré Lindhagen office building, Sweden

Construction year 2014

65 000 m²

Extra nZEB cost 55 €/m² estimated (w/o wind farm investment)

General description	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.
Energy performance	**Net-zero energy building** (small power equipment loads accounted) without accounting district heat, achieved with nearby wind farm, district heating and boreholes. **Nearly zero energy building** if the share of wind farm is not accounted.

Väla Gård office building, Sweden

Construction year 2013

1 750 m²

Extra nZEB cost 230 €/m² estimated

General description	Skanska office in Helsingborg. A nZEB office building, energy consumption is nearly zero or plus including tenant power over the year. LEED certified Platinum.
Energy performance	**Net zero energy building** (small power equipment loads accounted) or **plus energy building** w/o small power, achieved with extensive on-site PV, ground source heat pump and boreholes.

Rakvere Smart Building Competence Centre office building, Estonia

Construction year 2014-2015

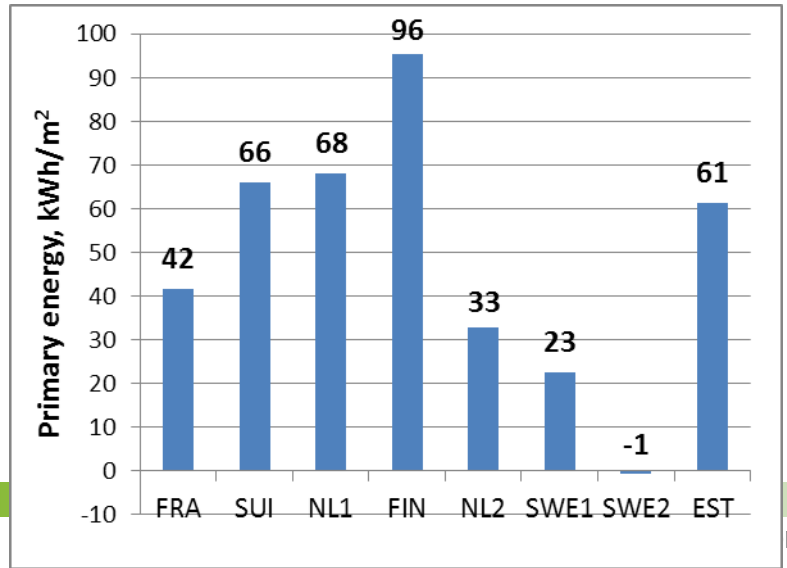
2 170 m²

Extra nZEB cost 200-300 €/m² estimated

General description	Estonian first nZEB office building, primary energy consumption 60 % less than code requirement, building demonstrates smart building automation systems.
Energy performance	**Nearly zero energy building** (small power equipment loads accounted), achieved with on-site PV, district heating and energy wells.

Delivered, on-site and nearby generated, and primary energy

	FRA	SUI	NL1	FIN	NL2	SWE1	SWE2	EST
Heating	10,5	6,0	13,3	38,3	20,5	32,2	10,0	25,0
Cooling	2,4	6,7	3,3	0,3	3,2	1,3	0,5	2,0
Fans & pumps	6,5	8,1	17,5	9,4	11,8	13,2	3,0	9,7
Lighting	3,7	16,3	21,1	12,5	12,5	16,5	12,6	11,3
Appliances	21,2	26,8	19,2	19,3	5,0	16,9	12,6	18,5
On site electricity	-15,6	-30,9	-73,8	-7,1	-36,5		-39,0	-19,6
Nearby electricity						-47,9		
BioCHP fuel			184					
Exported heat			-50,0					
Primary energy	**42**	**66**	**68**	**96**	**33**	**23**	**-1**	**61**



	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

Uurimisteemade kokkuvõte

- Summaarse energiakasutuse metoodika ja kuluoptimaalsed energiatõhususe tasemed
- Liginullenergiahoonete tehnilised määratlused ja süsteemipiirid
- Fassaadide energiamajandus – küte, jahutus, elektervalgustus, päevavalgus ja maksumus
- Välisvarjestuse rakendused ja juhtimisalgoritmid büroohoonetes
- Kütte vajadus ja lahendused liginullenergiabüroohoones
- Küttekehade soojusväljastuse ja -jaotuse efektiivsus ning soojusolukord ruumis (elamutes)
- Energiavaiade ja maasoojuse rakendused
- Renoveerimise tüüplahendused ja majandusmõjud
- Hoonefondi energiakasutuse stsenaariumid
- Hoonete jätkusuutlikuse objektiivne hindamine ja rohemärgis
- Korterelamute suvise ülekuumenemise vältimine
- Paksu soojustusega piirdetarindite niiskusturvalisus

SISEKLIIMA ÕPITULEMUS TÖÖVILJAKUS

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

2015

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

EstKONSULT

EESTI
STANDARDIKESKUSE
JUHENDMATERJAL

EVS xxx-1:2015

Korterelamute välispiirete lisasoojustamise sõlmejoonised ja tüüpkorterite ventilatsioonilahendused

RADOONIOHU VÄHENDAMISE LAHENDUSED OLEMASOLEVATELE JA UUTELE HOONETELE

Guidance for radon-protective measures for new and existing buildings

Targo Kalamees, Martin Thalfeldt, Heiki Meos, Margus Laas,
Maksim Zelenski, Jarek Kurnitski, Eduard Diligentov, Larissa Bõkova

2015

ROHEMÄRGIS 2015

OLEMASOLEVATE HOONETE SISEKLIIMA HINDAMISE JUHEND

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
2015

REHVA nZEB technical definition and system boundaries for nearly zero energy buildings

2013 revision for uniformed national implementation of EPBD recast prepared in cooperation with European standardization organization CEN

REHVA REPORT

REHVA

Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations

REPORT NO 4

Green Energy and Technology

Jarek Kurnitski *Editor*

Cost Optimal and Nearly Zero-Energy Buildings (nZEB)

Definitions, Calculation Principles and Case Studies

Springer

Näiteid väljunditest

- Summaarsel energiakasutusel põhinev Eesti energiaarvutuse metoodika ja energiatõhususe miinimumnõuded alates 2007, liginullenergia jm täiendused 2012 – dünaamiline simulatsioon, TRY, energiamärgis, kutsestandardid jne.
- Korterelamute rekonstrueerimise uued rangemad nõuded ja tüüplahendused KredEx-i rekonstrueerimistoetustele
- Hoonete energiatõhusus – kas kõige teadmistepõhisem valdkond üleüldse?
- ENMAK 2030+ arengukava hoonete osas, sh renoveerimise maksutulude ja töökohtade kvantifitseerimine
- Euroopa liginullenergiahoonete tehniliste määratluste väljatöötamine REHVA nZEB TF ja CEN standardiseerimise töörühmades – mõjud USA ja Jaapanini välja