



Tartu Regiooni Energiaagentuur
Tartu Regional Energy Agency



I N T E L L I G E N T E N E R G Y
E U R O P E 

Kortermajade renoveerimise vajadustest ja võimalustest

Kalle Virkus

Keskkonnamess “Elukvaliteet 2011”

Tartu Regiooni Energiaagentuur

- Asutatud 2009
- Alustas tegevust 2010
- Peamised tegevusalad:
 - Energiatõhusus hoonetes
 - Bioenergeetika
 - Energiasäästu teavitus ja propaganda
- 5 töötajat (neist 3 täiskohaga)

Kulu ja selle ühikud



5 L/100 km



Mida mille kohta ?

kWh/m² aastas

Mis on kWh?

0,05 kWh – telefoni laadimine



1 kWh – lauaarvuti tööpäev



10 kWh – vannitühis sooja vett



70 kWh – säästupirn 365/24



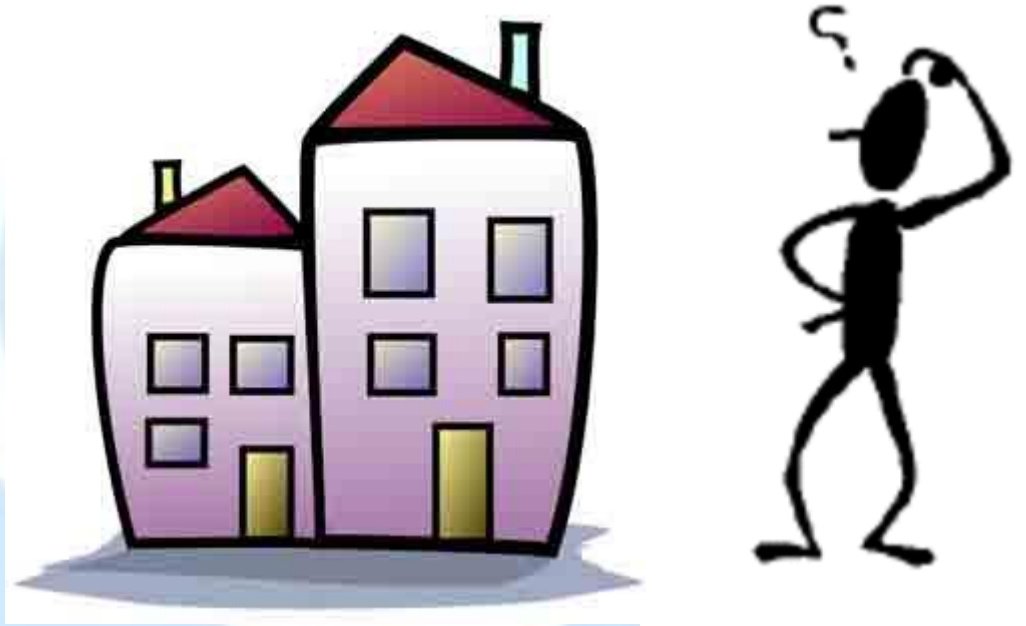
500 kWh – külmutuskapp aastas



10 000 kWh – korter renoveerimata elumajas, aastas



Miks peab renoveerima?



1. Energiatõhusust on vaja tõsta, sest hooned on ehitatud, arvestades palju madalamat energia hinda.
2. Hoonete välispiirdeid on vaja renoveerida, sest neid on vaja remontida...

Energiatõhususe ajalugu

Hoone soojapidavus ja energia hind on sõbrad

СНиП II-3-79 “Строительная теплотехника”

- Arvutuse aluseks – temperatuurilang sisepinnal
 - Võttis arvesse seina soojainertsit
 - Püüdis vältida kondenssvee teket
 - Arvestas eluruumide temperatuuriks $+18^{\circ}\text{C}$
 - Seinte nõutav u-väärtus 1,1 (paneel lamud)
 - Lagede nõutav u-väärtus 0,72 (paneel lamud)

Normide areng - 1991, 1992

Eesti Vabariigi Ehitusministeeriumi käskkirjaga nr. 62 (19.06.1991) „Hoonete välispiirete soojapidavus“ kehtestati väikemajade ja mitmekorruseliste hoonete köetava osa välispiirete soojajuhtivuse piirväärtuse normid:

- Väikemajade seinad $u = 0,33 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}),$
- Mitmekorruseliste hoonete seinad $u = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}),$
- Ülemiste korruste laed ja katuslaed $u = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}).$

Energia kulu:

- Pereelamutes $< 280 \text{ kWh}/\text{m}^2,$
- Ridaelamutes $< 265 \text{ kWh}/\text{m}^2,$
- teistes elamutes $< 190 \text{ kWh}/\text{m}^2,$

Praegu kehtivad nõuded

“Ehitusseadus”

“Energiaõhususe miinimumnõuded” VV määrus 20.12.2007. nr 258.

		Praegu	1991, 1992	СНиП II-3-79
U-väärtused, W/m ² K	Seinad	0,2 – 0,25	0,33 – 0,45	~1,0
	Katused	0,15 – 0,2	0,25	0,72
	Aknad	0,7 – 1,4		~2,5
Energiaõhusus, kWh/m ² a	Üksikelamud	180 “D”	280	
	Korterelamud	150 “C”	190	
Õhulekkearv, m ³ /hm ²		1,0		

Kui palju see maksab?

1 KWh hind

Elekter ~ 0,1€

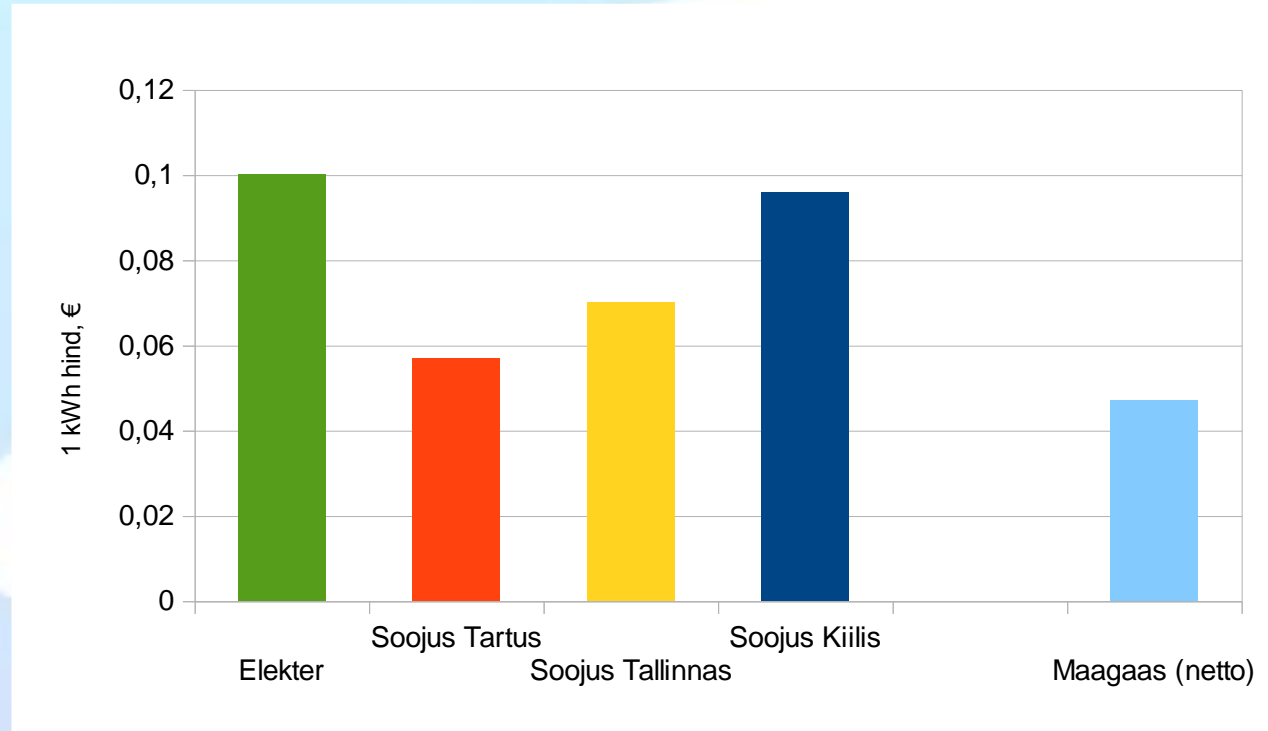
Soojus:

Tartus 0,057€

Tallinnas 0,070€

Kiili 0,096€

Gaas 0,047€



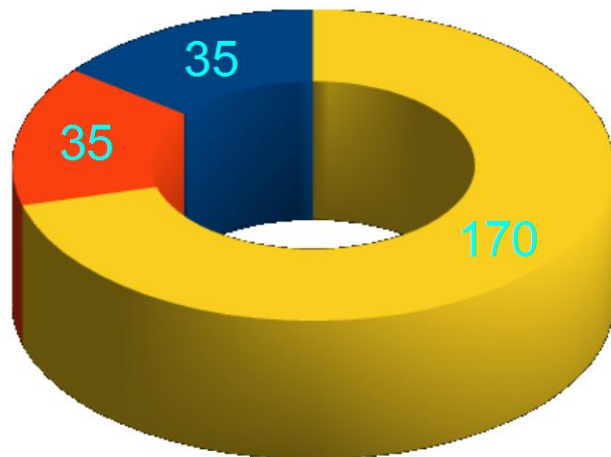
Numbrid, suurusjärgud?

Soe vesi ca 25-35 kWh/m²a
Olmeelekter ca 25-35 kWh/m²a

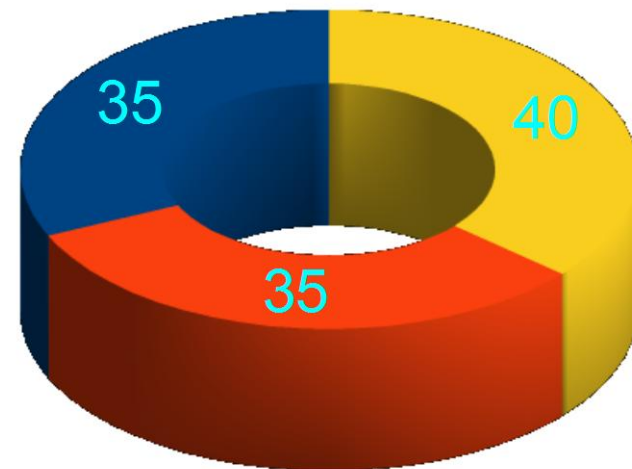
Küte

Renoveerimata korterelamu 120-170 kWh/m²a
Renoveeritud korterelamu 60-100 kWh/m²a
Madalenergia maja ca 40 kWh/m²a
Saksa standardi Pasiivmaja 15 kWh/m²a

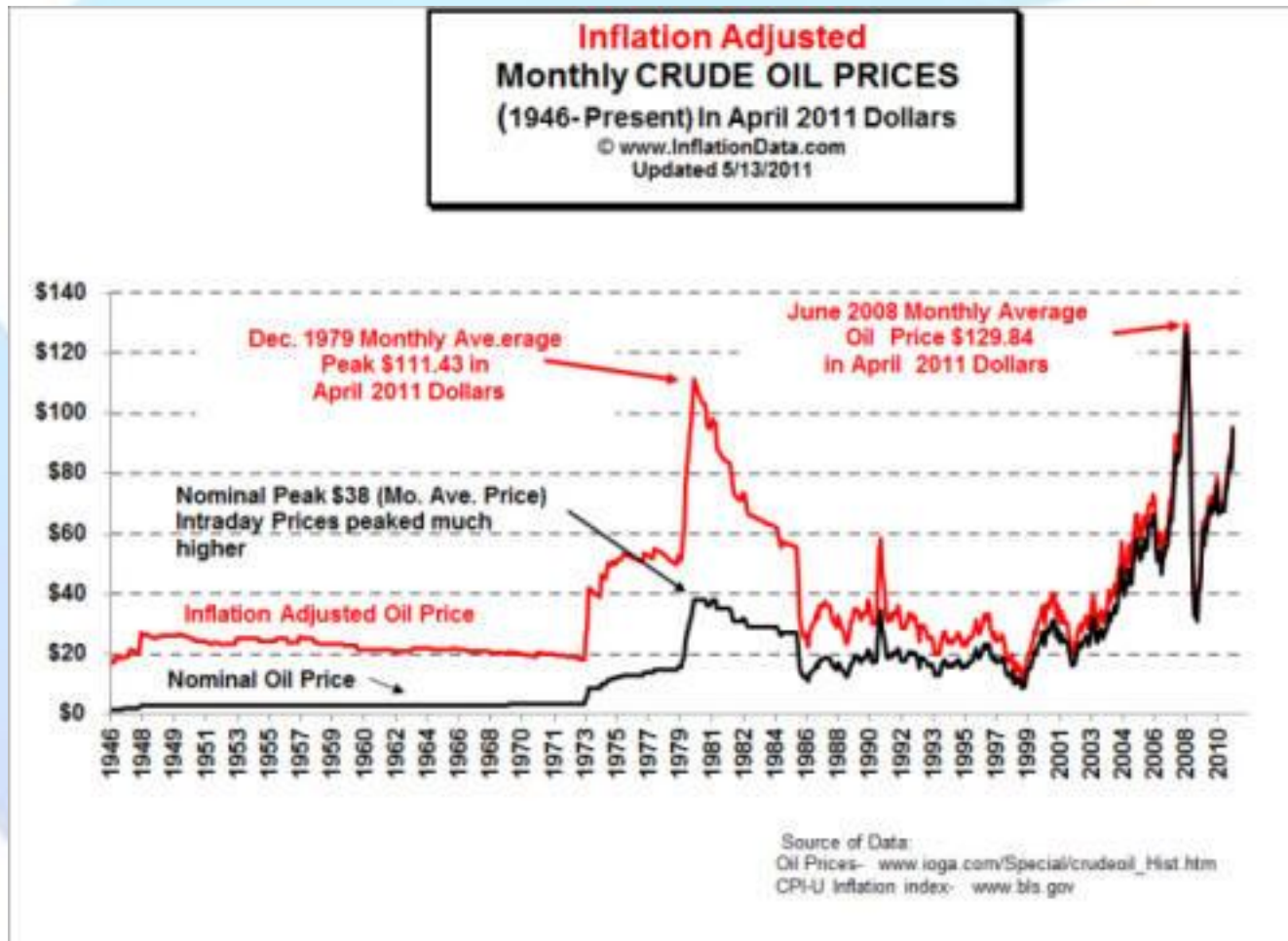
Renoveerimata elamu



Renoveeritud elamu



Pikaajaline nafta hind



Maja kulub... ja vajab uuendamist

Kulumisajad aastates:

Seinavärv	10-15
Seinakate (plast)	10-15
Keraamilistest plaatidest põrand	30-40
PVC kattega põrand	20-25
Vannitoa seadmed	30-35
Kanaliseerimisitorud	30-60
Veetorud	30-40
Küttesüsteem	80 (suletud süsteem)
Soojasõlm	30-40

(Renoveringshandboken, Stockholm 2009)



Uuringutest...

“Kuna täielikult ei vasta nõuetele ühegi elamu fassaadipaneelide külmakindlus, tuleks kõigi elamute puhul võtta tarvitusele meetmeid betooni kaitsmiseks keskkonnamõjude eest. [---] Soovitav on ühtlasi teha fassaadi lisasoojustamine, sest see väldib betooni külmumist ning suurendab fassaadi remondi maksumust vaid paarikümne protsendi võrra, vähendades samas oluliselt kulusid kütteenergiale.”

“Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute tehniline seisukord ja planeeritav eluiga”, TTÜ 2009

“Vastavalt katsetulemustele saab väita, et betoonist fassaadimaterjaliga võrreldes on silikaatmüüritise külmakindlus oluliselt madalam, sõltumata ehitusaastast, ja kui kohandada tellisfassaadile betooni külmakindluse katsemeetodit, on hoonete seisukord külmakindluse seisukohast murettekitav”

“Eesti eluasemefondi telliskorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga”, TTÜ 2010



Fotod: "Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute tehniline seisukord ja planeeritav eluiga", TTÜ 2009

Rootsi näide

Maja seisukord:

Soojustust 10 cm - $u = 0,5 \dots 1,0$ ("hruštšovka" $u \sim 0,95$)

Rõdud külmasildadega

Akende u -väärtus $2,5 \dots 3,0$

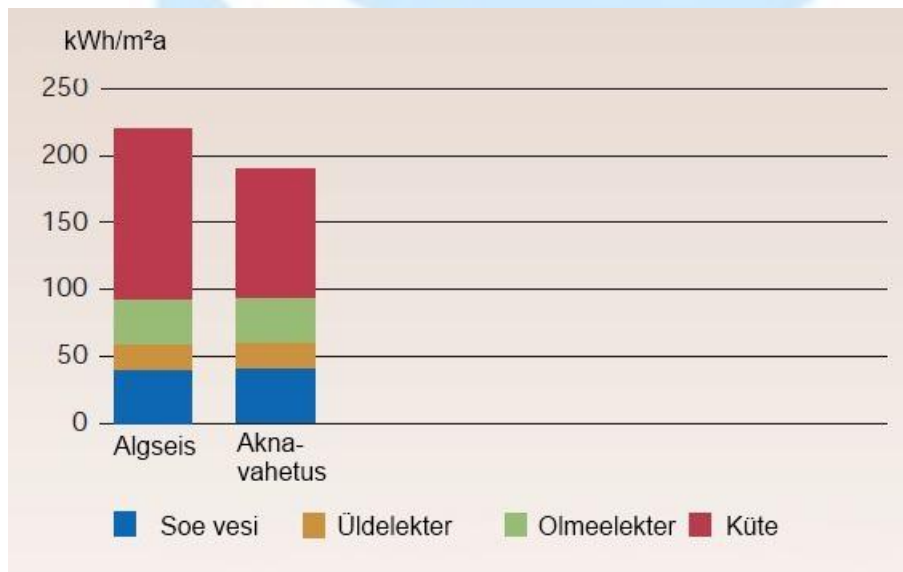
Õhutihedus vähene

Loomulik (harvem väljatõmbega) ventilatsioon

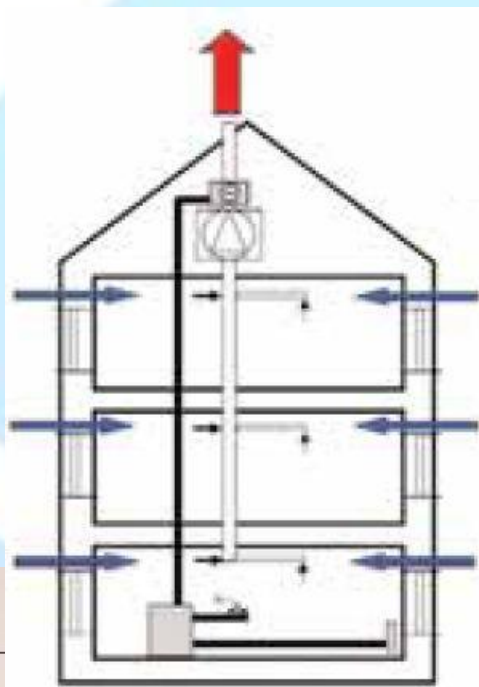
Sisetemperatuur ei ole reguleeritav

Mida teha? Akende vahetus

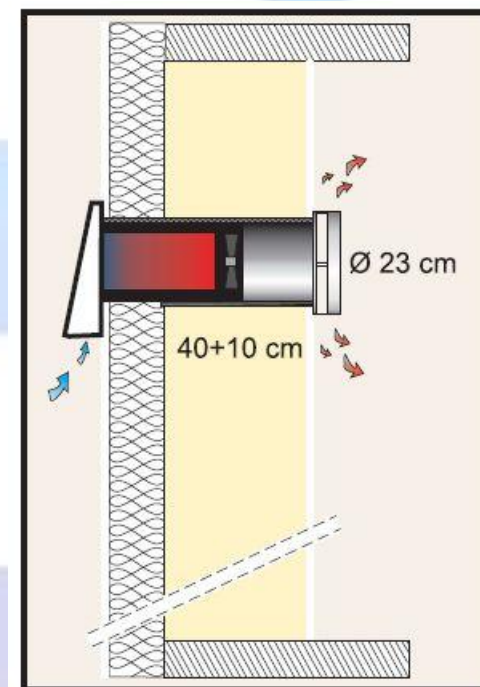
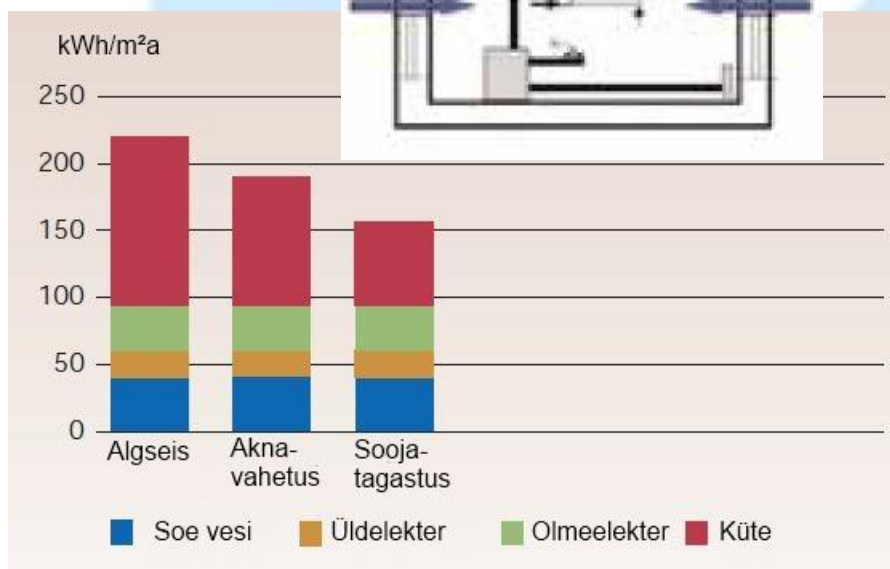
kWh/m ² a	Algseis	Pärast
Küte	125	95
Soe vesi	40	40
Üldelekter	20	20
Olmeelekter	35	35



Mida teha? Ventilatsioon

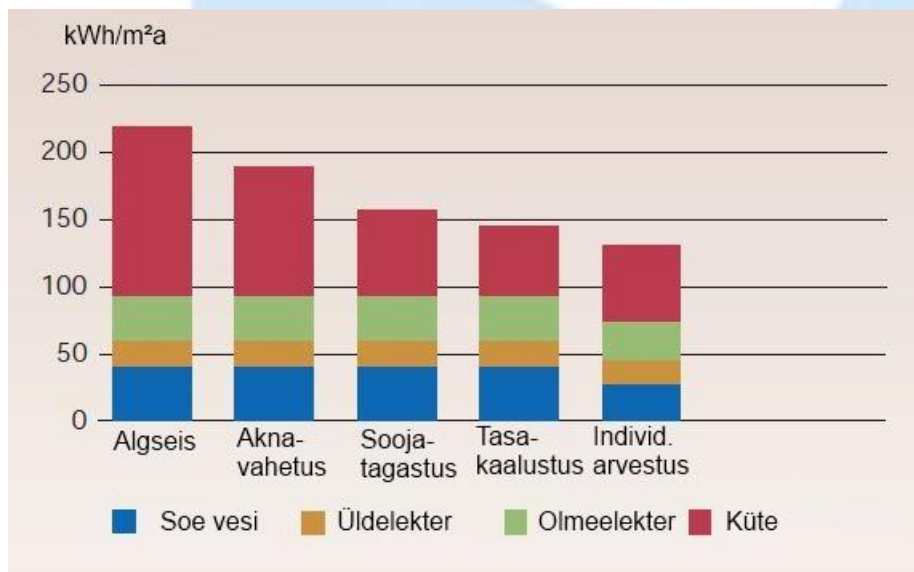


<u>kWh/m²a</u>	<u>Algeis</u>	<u>Aknad</u>	<u>Vent</u>
<u>Küte</u>	<u>125</u>	<u>95</u>	<u>60</u>
<u>Soe vesi</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>40</u>
<u>Üldeleker</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>
<u>Olmeeleker</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>35</u>
<u>KOKKU</u>	<u>220</u>	<u>190</u>	<u>155</u>



Mida teha? Küttesüsteemi remont; kulude individuaalne arvestus

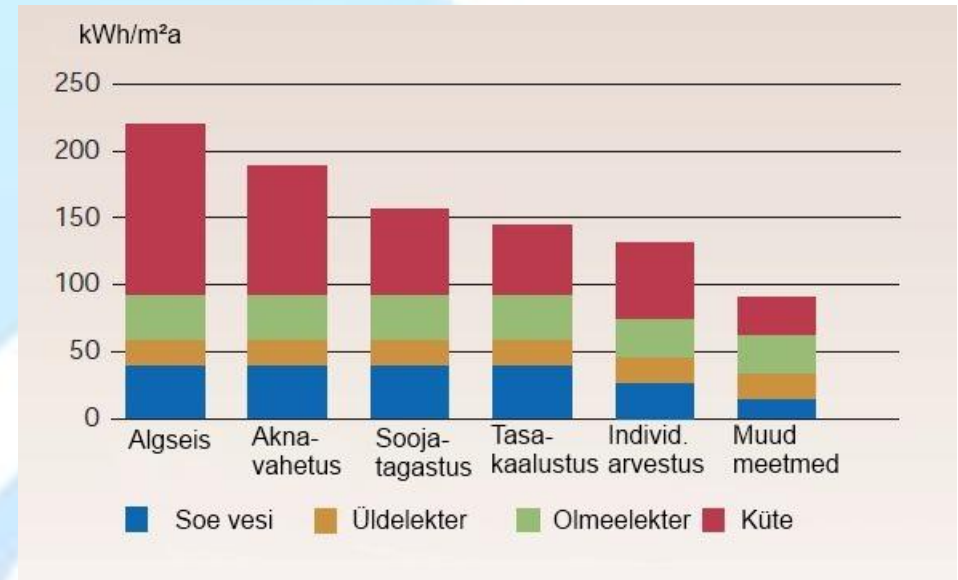
<u>kWh/m²a</u>	<u>Algseis</u>	<u>Aknad</u>	<u>Vent</u>	<u>Küte</u>	<u>Ind. arv</u>
<u>Küte</u>	<u>125</u>	<u>95</u>	<u>60</u>	<u>50</u>	<u>50</u>
<u>Soe vesi</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>25</u>
<u>Üldelekter</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>
<u>Olmeelekter</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>35</u>
<u>KOKKU</u>	<u>220</u>	<u>190</u>	<u>155</u>	<u>145</u>	<u>130</u>



NB!
Ettevaatust individuaalse arvestusega!

Mida teha? Muud meetmed

- Välisseinte soojustus
- Kaotada külmasillad
- Päikeseküte soojale veele



<u>kWh/m²a</u>	<u>Algseis</u>	<u>Aknad</u>	<u>Vent</u>	<u>Küte</u>	<u>Ind. arv</u>	<u>Muud</u>
<u>Küte</u>	<u>125</u>	<u>95</u>	<u>60</u>	<u>50</u>	<u>50</u>	<u>30</u>
<u>Soe vesi</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>40</u>	<u>25</u>	<u>15</u>
<u>Üldelekter</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>
<u>Olmeelekter</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>35</u>	<u>25</u>
<u>KOKKU</u>	<u>220</u>	<u>190</u>	<u>155</u>	<u>145</u>	<u>130</u>	<u>90</u>

Kas see kõik ära tasub?

Direktiiv 2010/31/EL hoonete energiatõhususe kohta

(10) Hoonete ja ehitusdetailide energiatõhususe miinimumnõuete kehtestamine on liikmesriikide ainupädevuses.

Nõuete kehtestamisel tuleks eesmärgiks seada **kulutõhusa tasakaalu saavutamise vajalike investeeringute ja hoone olelusringi jooksul kokkuhoitavate energiakulude vahel**, piiramata liikmesriikide õigust kehtestada **kulutõhususe tasemest rangemaid energiatõhususe miinimumnõudeid**.

Rahavoogude analüüsi meetodid

Traditsiooniliselt kasutatakse kolme meetodit:

1. Lihttasuvusaeg .

“Energiaauditite miinimunõuded”: 4.Audiitor pakub välja minimaalselt kolm tehniliselt võimalikku energiasäästumeedet, sõltumata selle maksumusest. Võimalusel antakse meetme lihttasuvusaeg ning meetme eluiga.

2. Nüüdispuhasväärtus – NPV (Net Present Value)

Direktiiv 2010/31/EL hoonete energiatõhususe kohta, lisa III räägib energiatõhususe meetme maksumusest nüüdispuhasväärtusena

3. Sisemine tulusus IRR (Internal Rate of Return)

Säästetud energia hind

Staatilise arvutuse ja pidevalt tõusva energia hinna asemel on soovitatav arvutada säästetud energia hind - €/MWh

Algne investeering arvutatakse ümber annuiteediks meetme eluea pikkuselt ja jagatakse saadud tulemus aastase oodatava säästuga.

		Annuiteeditegurid				
		Period				
		5	10	15	20	50
Reaal-intressi määr	3,0%	0,218	0,117	0,084	0,067	0,039
	3,5%	0,221	0,120	0,087	0,070	0,043
	4,0%	0,225	0,123	0,090	0,074	0,047
	4,5%	0,228	0,126	0,093	0,077	0,051

Säästetud energia hind - näide

Investeering energiasäästu 42 000 €

Oodatav sääst aastas 48 000 kWh

Meetme eluiga 10 a.

Laenuperiood

Diskontomäär (intress) 5%, sellele vastav annuiteedifaktor = 0,1295

<http://www.financeformulas.net/Present-Value-Annuity-Factor.htm>

Säästetud energia hind:

$0,1295 \cdot 42\,000 \text{ €} / 48\,000 \text{ kWh} = 0,113 \text{ €/kWh} = \mathbf{113 \text{ €/MWh}}$

(lihttasuvusaeg soojuse hinnaga 90€/MWh - 10 aastat)

Näide elust enesest

Kalda tee 40, Tartu

40 krt. 5-korruseline elumaja

- Ehitatud 1989
- Ehitusalune pind 391 m²,
 - köetav pind 1941 m².
- Soojusenergia tarbimine 2008-2010 keskmise 302 MWh
 - Sellest 42 MWh tarbevee soojendamiseks, s.o. 22 kWh/m²a
- Küttekulu – 134 kWh/m²a



Energia kalkulatsioon

	Pindala	Soojakaod enne	Soojakaod pärast	Võit
	m2	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Otsaseinad	306,9	28,5	5,2	23,3
Küljeseinad	750,08	69,6	12,7	56,9
Aknad (puit)	162,72	45,3	26,8	18,5
Välisüksed	12,25	2,3	2,0	0,3
Hoone katus	354,16	25,6	3,8	21,8
Lodža ukseid	19,8	5,3	3,3	2,0
Ventilatsioon		81,0	20,2	60,8
Kokku		260,2	76,6	183,6

Kogu töö maksumus: 182 200€

Lihttasuvusaeg

Soojusenergia maksumus Tartus – 57 €/MWh

Säästetav energia aastas – 184 MWh

Tööde kogumaksumus – 182 200 €

Lihttasuvusaeg: $182\,200 / (184 * 57) = 17$ aastat

Energiasäästu osa

	Pindala m ²	Ühiku hind €	Maksumus €	Energiaõhus- use osa, %	Energiaõhus- use osa, €
Otsaseinad	307	50	15 350	30	4 605
Küljeseinad	750	50	37 500	30	11 250
Aknad (puit)	163	150	24 300	20	4 860
Välisuksed	12	200	2 450	20	490
Hoone katus	354	45	15 930	35	5 576
Lodža uksed	20	150	2 970	20	594
Küttesüsteemi renoveerimine			35 000	50	17 500
Ventilatsiooni paigaldus			49 300	80	39 440
			182 800		84 315

Säästetava energia hind

Tasuvusarvutus 20 aasta jooksul säästetava energia maksumus hetke hinnaga, diskonteeritud investeeringuga

Säästetav energia aastas 184 MWh

Energiatõhususe suurendamiseks kulus 84 315 €.

Jääkväärtus 20 a. perioodile 40 a. meetmest on 27%

Diskontomäär (20 aastases investeringust, 5%) on 0,08024

$$0,08024 * 84\,315 * (1 - 0,27) / 184 = \mathbf{26,8 \text{ €/MWh}}$$

(praegu 57 €/MWh)

Säästetud kWh hind EL-is

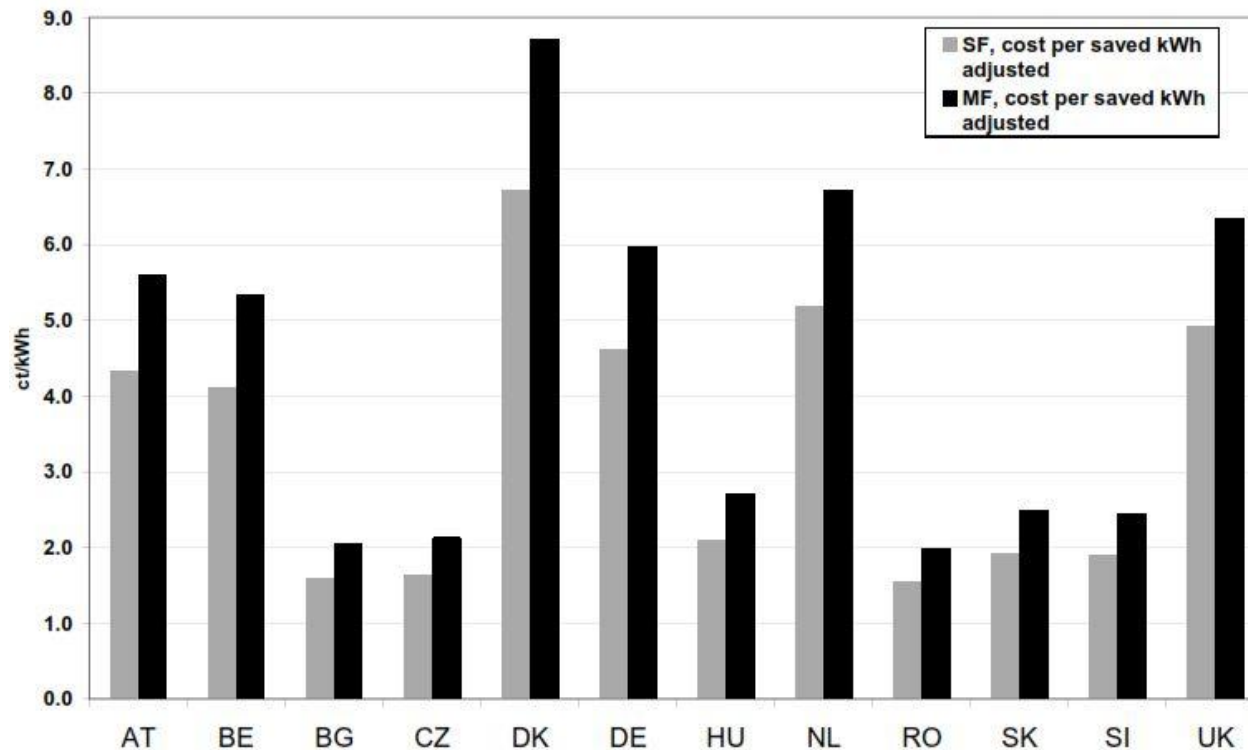


Figure 11 Estimated, adjusted national cost per saved kWh for single- and multi-family homes

2009 tehtud uuring “How Deep to Go: Remarks On How To Find the Cost-Optimal Level For Building Renovation”

Kui renoveerida “mõõdukalt” jäämegi seda tegema ega saavuta tegelikult omi eesmärke.

Üks kasulik valem

$$\frac{H(A-L)}{12000} - \frac{ED(1-T)}{12R} = \epsilon$$

H – Soojuse hind, €/MWh

A – Praegune erisoojatarbimine aastas, kWh/m²a

L – Prognoositav eritarbimine aastas, kWh/m²a

E – Renoveerimise maksumus, €

D – Annuiteeditegur

T – Toetuse osa (vahemikus 0-1)

R – köetav pind, m²

€ - aasta keskmise makse vähenemine m² kohta

Mõned mõtisklused



Kuni 30.11.2012 esitavate toetustaotluste alusel kompenseerib KredEx täisrenoveerimise korral 35% ka nendest kuludest, mis ei anna otseselt energiasäästu – töödest, mis tuleb teha niikuinii.



Tööd, mis tuleb teha niikuinii, tulebki teha niikuinii.

Järgmise finantsperioodi (2014-2020) toetuste saadavus ja tingimused ei ole hetkel teada.

A large, stylized blue house icon with a white outline, serving as a background for the text. The house has a gabled roof and a chimney on the right side.

Tänaan!

Tartu Regiooni Energiaagentuur

kalle.virkus@trea.ee

763 5374

Virkus Postil OÜ

kalle@virkus.com

551 2424