



Kuluoptimaalsed energiatõhususe tasemed ja liginullenergia lisamaksumus

30.11.2017 Liginullenergia infopäev

Jarek Kurnitski
www.nzeb.ee

Teadmistepõhise ehituse
tippkeskus www.zebe.ee



MAJANDUS- JA
KOMMUNIKATSIOONI-
MINISTEERIUM



Liginullenergia eluhooned

Projekti osapooled

- Sihtasutus KredEx
- Majandus-ja Kommunikatsiooniministeerium



- Tallinna Tehnikaülikool
- Hevac OÜ
- AS YIT Ehitus
- KAMP arhitektid OÜ
- AS MERKO Ehitus Eesti
- Arhitektuuribüroo JVR OÜ
- Timbeco Woodhouse OÜ
- QP Arhitektid OÜ
- AS Matek
- Energiamaja OÜ



Euroopa Liit
Ühtekuuluvusfond



Eesti
tuleviku heaks

**Teadmistepõhise ehituse
tippkeskus**



Liginullenergiahoone

- Energiatõhususarvu piirväärtused toodud MTM määruses nr 55 (30.08.2012, jõustus 09.01.2013) Energiatõhususe miinimumnõuded
- **NB! Liginullenergiahoone kehtib ainult uutele hoonetele**

Energiatõhususarvude piirväärtused ehitatavatele ja oluliselt rekonstrueeritavatele hoonetele

Hoone kasutusotstarve	Liginullenergia- hoone A kWh/(m ² a)	Madalenergia- hoone B kWh/(m ² a)	Miinum- 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



Liginullenergiahoone

- Liginullenergia eluhoonete projekti ettepanekud liginullenergia nõuete täpsustamiseks – uued kasutusotstarvete kategooriad

Hoone kasutusotstarve	Energiatõhususarv kWh/(m ² ·a)
Väikeelamu kuni 120 m ²	100
Väikeelamu 120-220 m ²	80
Väikeelamu üle 220 m ²	50
Ridaelamu	80
Korterelamu	100

- Samuti mitmed ettepanekud nt garaažide väljajätmiseks ja energiamärgise täpsustamiseks eesmärgiga $ETA \cong KEK$



Mis muutub?

Välispiirded:

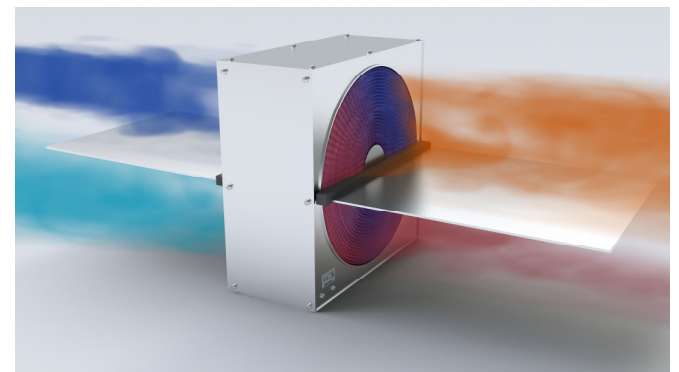
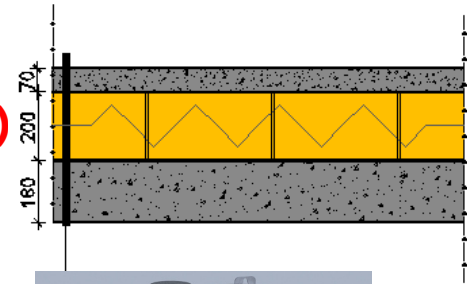
- **Välissein $U=0,14/0,12$ (korter/väikemaja)**
- Aken $U=0,9$ (turg ei ole veel paremaks valmis)
- Katuslagi $U=0,1$
- **Põrand $U=0,12$**
- **Õhulekkearv $\leq 1,5 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$**

Tehnosüsteemid:

- Ventilatsiooni erivõimsus $\text{SFP}=1.5$
- Soojustagastus $\geq 80\%$
- **Välja jäätumist!**
- **Kompenseeri pliidikubu!**
- **PV päikesepaneelid**

Arhitektuur:

- Mõistlik kompaktsus
- Aknad ja varjestused
- Suvine ülekuumenemine





Liginullenergia korterelamu



- Eeldatud, et nõudeid peab olema võimalik täita gaasiküttel
- Liginull = praegune parim praktika + PV katusele

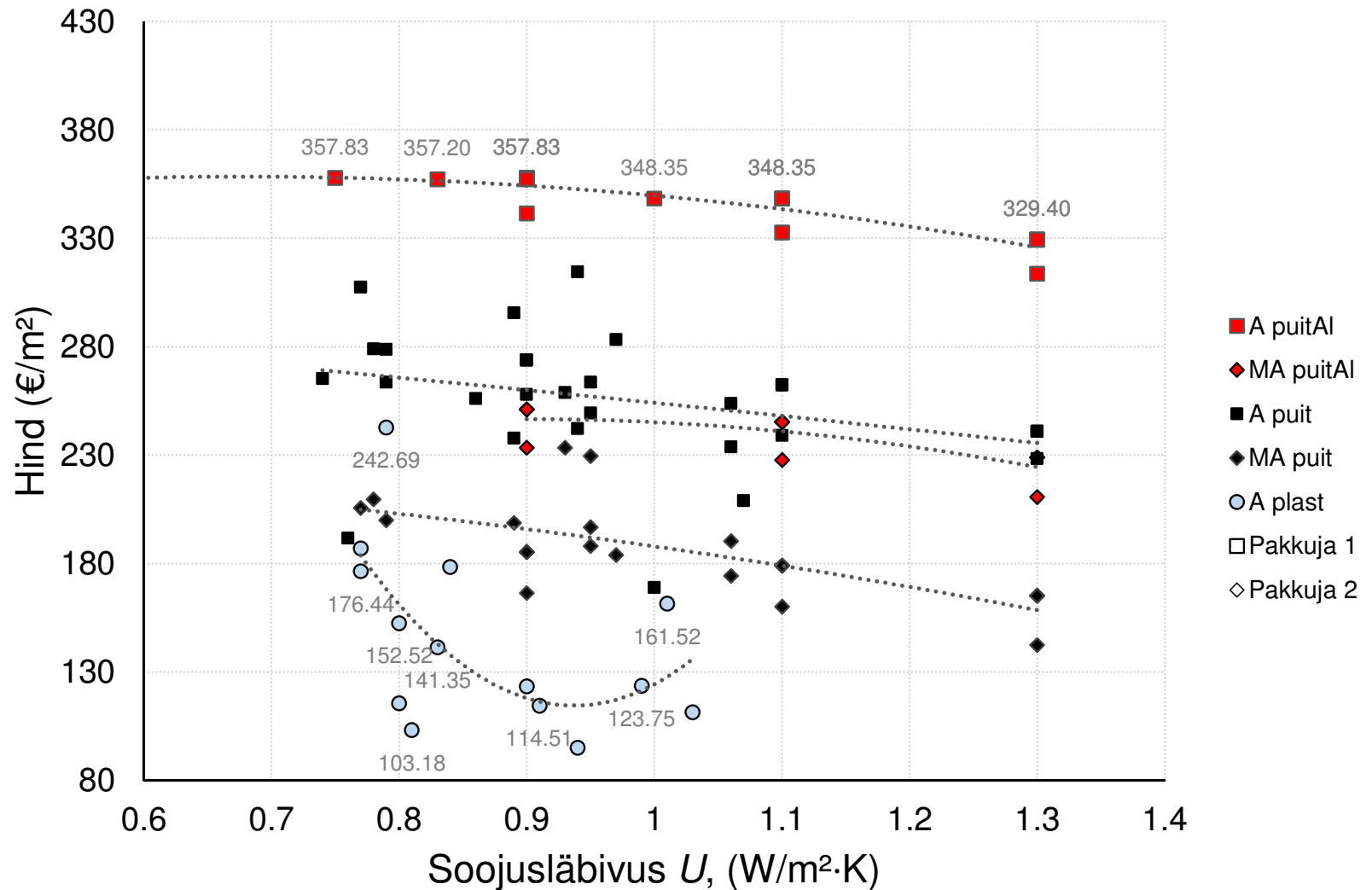


-
- Figure 10 is a scatter plot showing the relationship between the maximum cost (Maksumus, €/m²) and the heat transfer coefficient (Soojuslähivus U , W/m²·K) for various insulation materials. The x-axis ranges from 0.08 to 0.22 W/m²·K, and the y-axis ranges from 100 to 200 €/m². The plot includes data for Min.vill (Mineral wool) with different thermal conductivities (λ), EPS (Expanded Polystyrene) with different λ , PIR (Polyisocyanurate), Pakkuja 1 (Packaging 1), and Pakkuja 2 (Packaging 2). The legend indicates the following series:
- Min.vill $\lambda=0.040$ (Red square)
 - Min.vill $\lambda=0.035$ (Red diamond)
 - Min.vill $\lambda=0.035$ (Black square)
 - EPS $\lambda=0.040$ (White diamond)
 - EPS $\lambda=0.040$ (White square)
 - EPS $\lambda=0.033$ (Blue diamond)
 - EPS $\lambda=0.033$ (Blue square)
 - PIR (Yellow square)
 - PIR (Yellow diamond)
 - Pakkuja 1 (White square)
 - Pakkuja 2 (White circle)
- The plot shows that for most materials, the maximum cost decreases as the heat transfer coefficient increases. However, for Pakkuja 1 and Pakkuja 2, the cost remains relatively stable or slightly increases at higher U values.



Liginullenergia maksumused

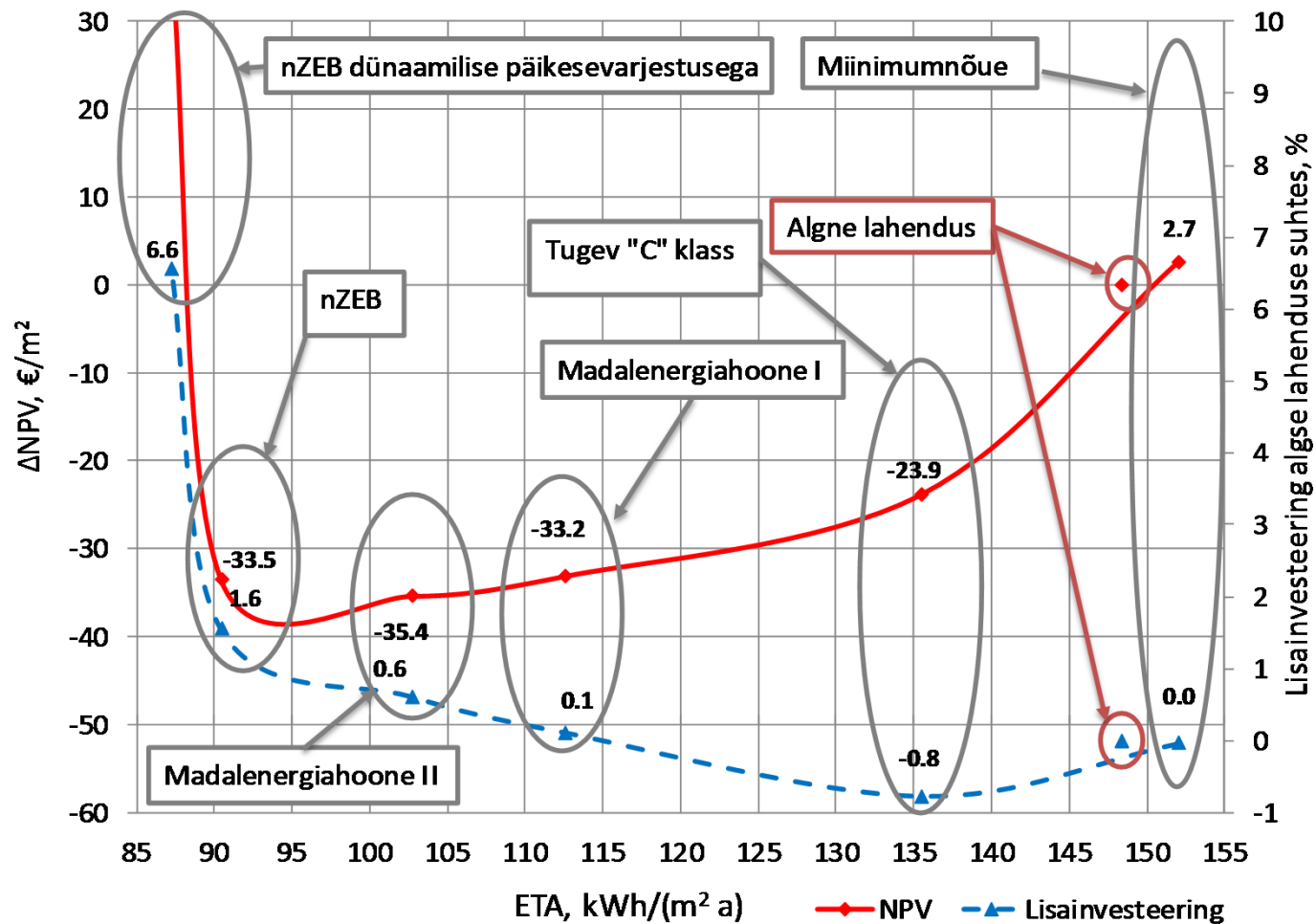
- Akende maksumusel nõrk seos energiatõhususega





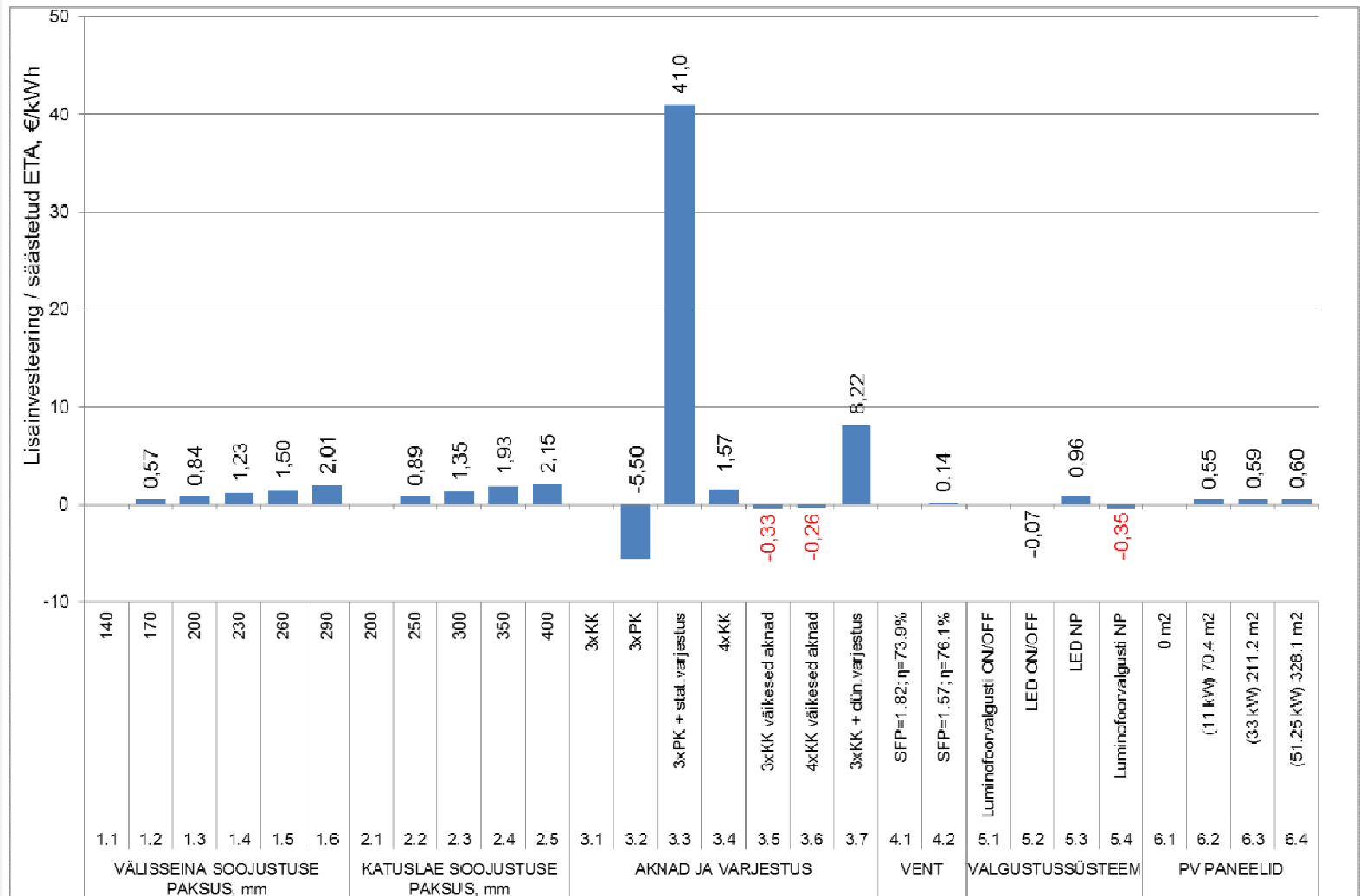
Büroohoone maksumuse näide

- 0,8% kokkuhoid energiatõhusust parandades – algsed lahendused ei olnud tihti optimaalsed – tasub panustada projekteerimisse
- Antud näites lisamaksumus 1,6% (17 €/m²-bruto ilma km-ta)





Büroohoone – üksikmeetmed



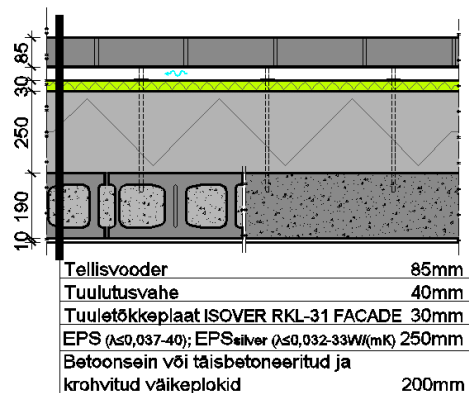
Välispiirete kulutõhusus



	Energiaklass	ETA kWh/m ² ·a	Tarindid										Süsteem	
			Sein		Katus		Põrand		Aken		q ₅₀		SV kollektor PV 30kW	
			U=0.19 W/m ² ·K	U=0.14 W/m ² ·K	U=0.17 W/m ² ·K	U=0.10 W/m ² ·K	U=0.15 W/m ² ·K	U=0.14 W/m ² ·K	U=1.1 W/m ² ·K	U=0.9 W/m ² ·K	3 m ³ /(h·m ²)	1.5 m ³ /(h·m ²)		
Algversioon	C	139	X		X		X		X		X		kaugküte	
Projekteeritav	A	≤100		X		X		X		X		X	X	X

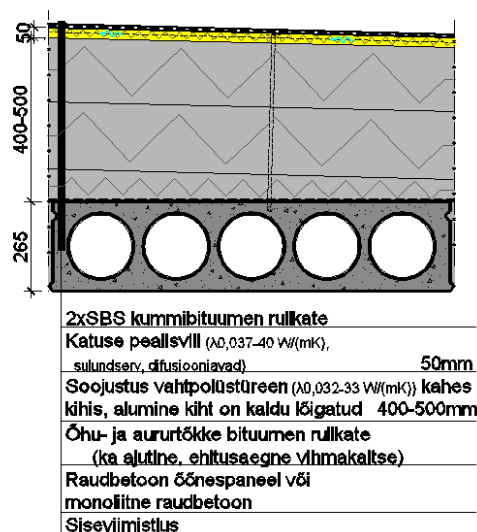
sein

VS-C/EPS0.033-250_RKL30 U=0,14W/(m²K)



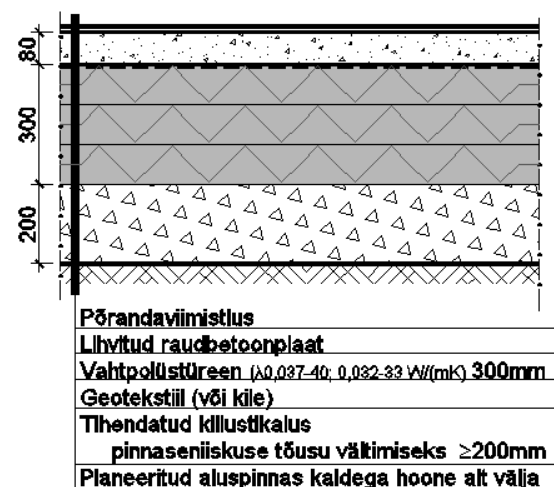
katus

KL-C/EPSsilver0.033-450 U=0,10W/(m²K)



põrand välisõhu kohal

PP-C/EPS0.040-300_ktga U=0,118W/(m²K)





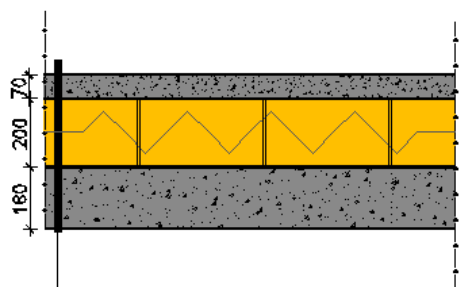
Välispiirete kulutõhusus



	Energiaklass	ETA kWh/m²·a	Tarindid										Süsteem	
			Sein		Katus		Põrand		Aken		q ₅₀			
			U=0.17 W/m²·K	U=0.14 W/m²·K	U=0.10 W/m²·K	U=0.10 W/m²·K	U=0.21 W/m²·K	U=0.14 W/m²·K	U=1.1 W/m²·K	U=0.9 W/m²·K	3 m³/(h·m²)	1.5 m³/(h·m²)	SV kollektor	PV paneelid
Algversioon	C	130	X		X		X		X		X		kaugküte	
Projekteeritav	A	≤100		X		X		X		X		X	X	X

sein

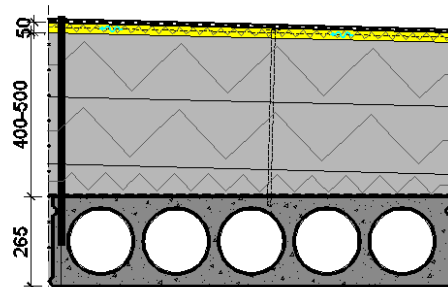
VS-CSW/PIR0.023-200_ktga U=0,135W/(m²K)



Betoonist väliskoort 70mm
PIR/PUR (λ≥0,022-25W/(mK)) 200mm
Betoonist kandesein 150-180mm

katus

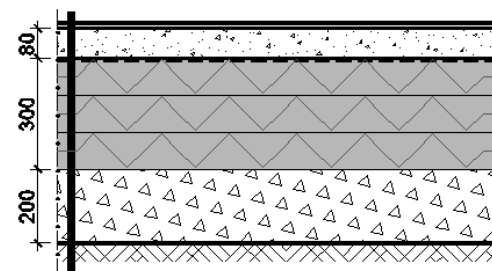
KL-C/EPSSilver0.033-450 U=0,10W/(m²K)



2xSBS kummibituumen rullkate
Katuse pealiskihvill (λ0,037-40 W/(mK), sulundserv, difusioonivad) 50mm
Soojustus vahtpolüstüreen (λ0,032-33 W/(mK)) kahe kihis, alumine kiht on kaldu lõigatud 400-500mm
Õhu- ja aurutõkke bituumen rullkate (ka aluline, ehitusaegne vihmakalve)
Raudbetoon õõnespaneel või monoliitne raudbetoon
Siseviimistlus

põrand

PP-C/EPS0.040-300_ktga U=0,118W/(m²K)



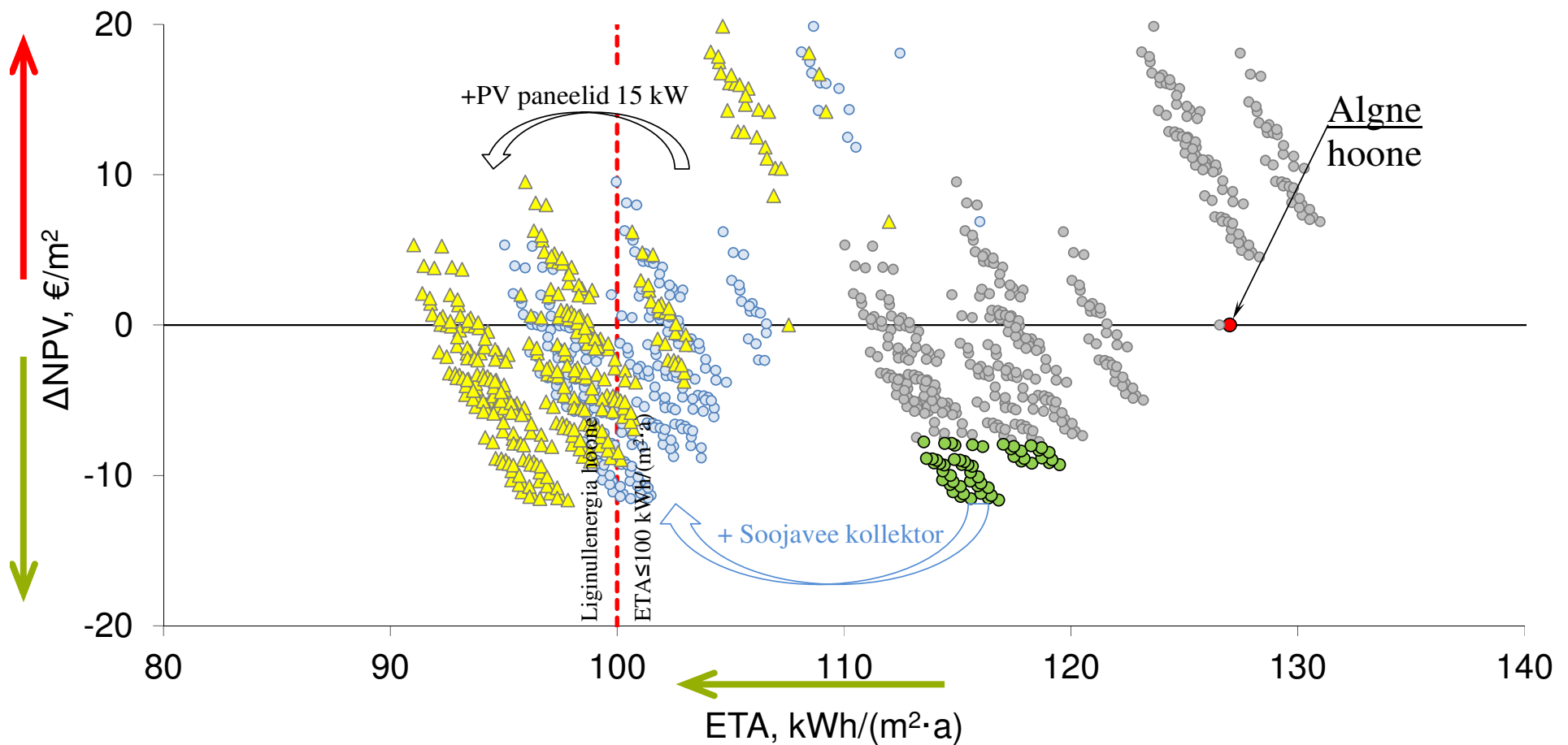
Põrandaviimistlus
Lihvitud raudbetoonplaat
Vahtpolüstüreen (λ0,037-40; 0,032-33 W/(mK)) 300mm
Geotekstiil (või kile)
Tihendatud kilustikalus
pinnaseniiskuse tõusu väikimiseks ≥200mm
Planeeritud aluspinnas kaldega hoone alt välja



Kuluoptimaalsus



- NPV arvutus näitab liginullenergia investeeringu tasuvust
- Joonisel välispiirded, õhupidavus, päikesekollektor ja PV





Kuluoptimaalsuse kokkuvõte

- Võrreldes 2011 aastaga on kuluoptimaalsed energiatõhususarvud oluliselt paranenud ja jõudnud kas väga lähedale või läinud isegi mööda liginullenergiatasemest

Hoone	2011 aasta kuluoptimaalne kWh/(m ² a)	Kuluoptimaalne kWh/(m ² a)	Liginullenergia nõue kWh/(m ² a)	Lisamaksumus ¹ €/m ²
Väikeelamu 100 m ²	-	80	100	40
Väikeelamu 200 m ²	140	87	80	49
Ridaelamu	-	71	80	26
Korterelamu	145	103	100	17
Büroohoone	140	93	100	17

¹Kuluoptimaalse taseme lisamaksumus brutopinna m² kohta ilma käibemaksuta võrreldes referentshoonega.

- Makroökonoomilised arvutused tehti Eestis esmakordselt ja nende tulemused kattusid enamikel juhtudel finantsarvutuse tulemustega
- Oluliselt rekonstrueeritavate hoonete energiatõhususe tase on paranenud ühe energiamärgise klassi võrra
- Oluliselt rekonstrueeritavate väikeelamute, korterelamute ja büroohoonete tulemuste järgi tuleks olulise rekonstrueerimise energiatõhususe miinimumnõue viia klassi võrra allapoole C-klassi



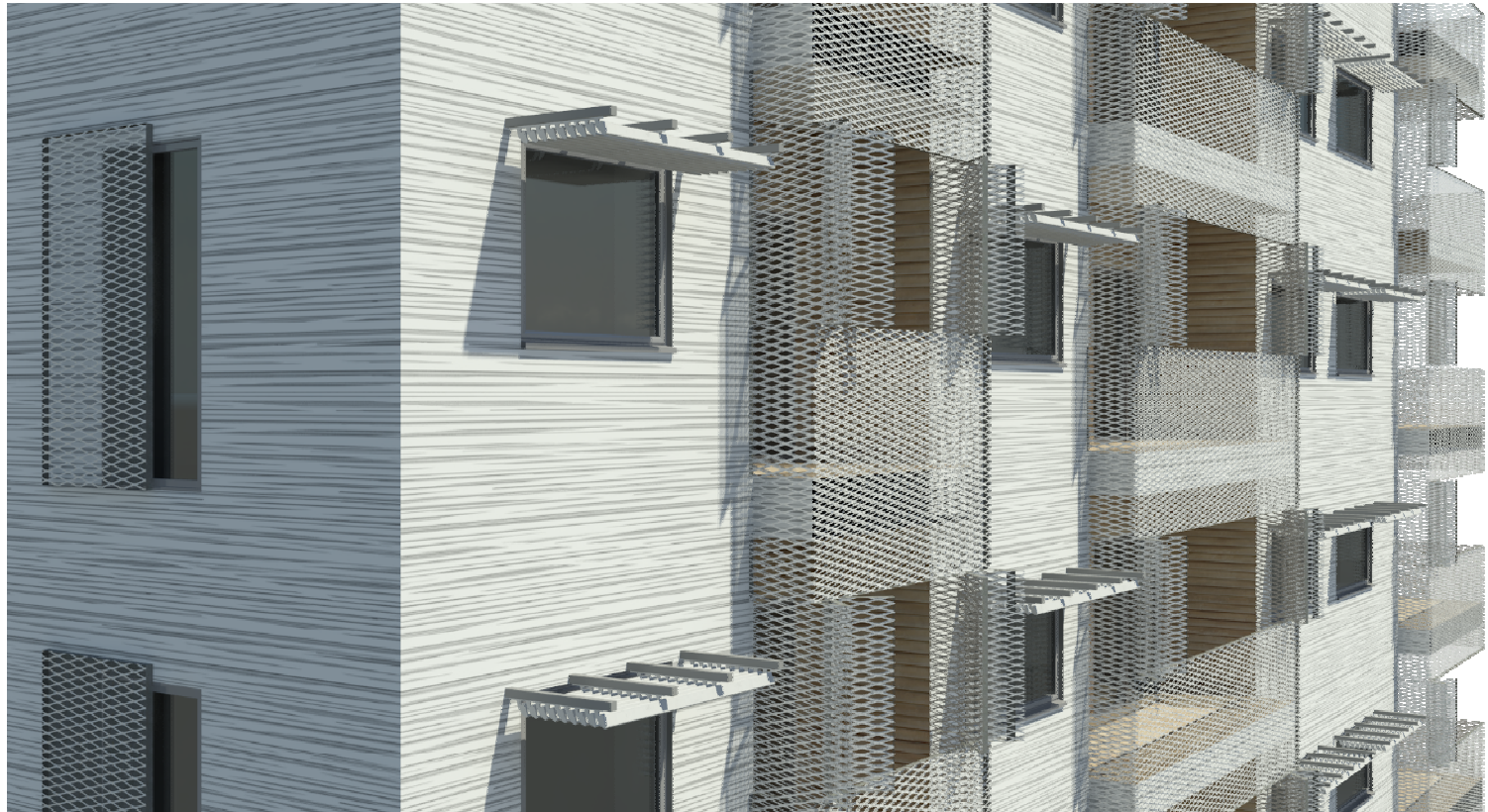
Liginullenergia korterelamu: Tallinna Õpetajate maja (Uuslinna 3a)





Liginullenergia korterelamu: Tallinna Õpetajate maja (Uuslinna 3a)

- Tsentraalne ventilatsioon – üürikorterid
- Kompenseeritud pliidikubud – õhupidava hoone väljakutse
- Aknad ja varjestused – ülekuumenemise vältimine





Metoodika täpsustused

Liginullenergiahoone nõuete erandite väljatöötamine

- päikesekiirguse saadavus krundil:
 - tootlikkus alla 80% ilma varjudeta tootlikkusest
 - eraldi tähelepanu kõrghoonetele tihedas linnakeskkonnas
- erandi rakendumisel nõutakse B-klassi ning lokaalse taastuvelektri süsteemi ei ole vaja paigaldada

Väikeelamu lihtsustatud tõendamine A- ja B-klassile

- Lihtsustatud metoodika “arhitekti võimekusega” säilitatakse
- Baseerub praegusel soojuserikao arvutamise tabelil, millesse edaspidi sisestatakse aknad ilmakaare järgi
- Arvutab välja ETA, võimalik esitada ka tabeliväärtuste kujul

Õhupidavuse tõendamine mõõtmisega

- Liginullenergiahoone = õhupidav hoone
- Õhupidavuse tõendamine muutub kohustuslikuks:
 - Projekteerimisväärtus + mõõtmine
 - Deklareerimisväärtus + pisteline mõõtmine