

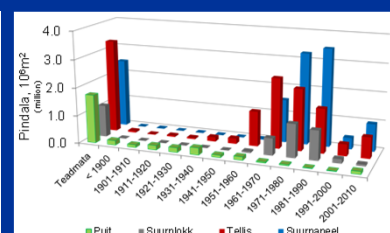
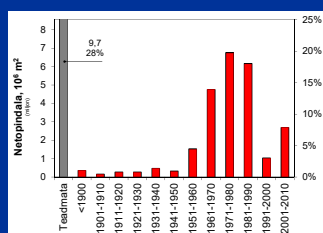
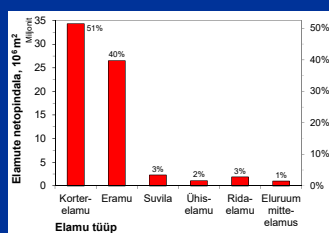
Korterelamute elemendipõhine rekonstrueerimine – uued tehnilised lahendused

Targo Kalamees, Peep Pihelo
TTÜ, liginullenergiahoonete uurimisrühm
targo.kalamees@ttu.ee

Eesti Korterühistute XXIII Foorum, 9.10.2020

Eesti korterelamud

- $\approx 14\ 000$ korterelamut, ≈ 18 miljon m^2
- 71% elanikest elab korterelamutes
- Valdavalt ehitatud perioodil: 1950–90
- Kandekonstruktsioon:
 - tellis: 37%,
 - suurpaneel: 36%,
 - suurplokk: 12%,
 - puit: 8%



Üsna palju uuringuid

- Vt. www.kredex.ee, www.mkm.ee →
 - Eesti elamufondi uuringud
 - Renoveeritud korterelamute uuringud
 - Energiamärgiste vastavuse uuringud
 - Renoveerimise tüüplahendused: sõlmed & ventilatsioon
 - Liginullenergiahoonete tüüpprojektid
 - ...
- **Doktoritööd**
 - Kalle Kuusk (tellis ja rb. elamud)
 - Endrik Arumägi (puitkorterelamud)
 - Üllar Alev (maamajad)
 - Simo Ilomets (kasutusiga)
 - Anti Hamburg (energiatõhususe saavutamine)
 - Peep Pihelo (elementidega renoveerimine)
 - Lauri Lihtmaa (renoveerimismustrid)

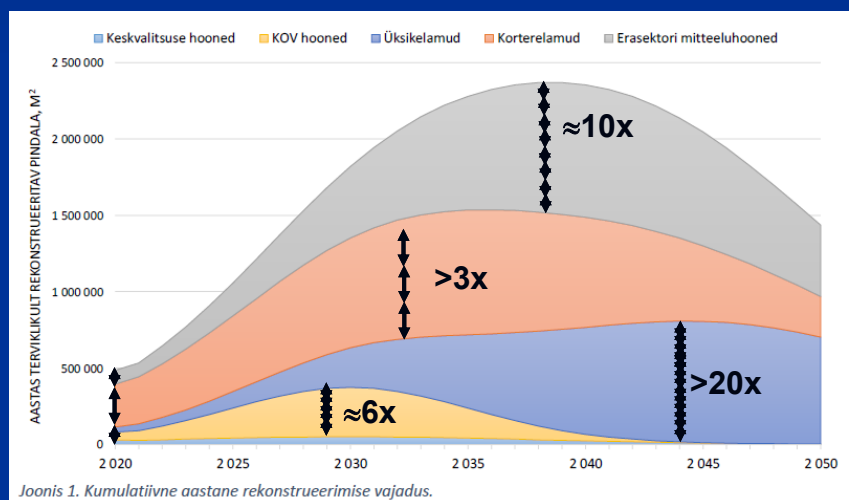


3

Hoonete rekonstrueerimise pikaajaline strateegia

- Rekonstrueerida hoonefondist C-klassi aastaks:
 - 2030 22%,
 - 2040 64%,
 - 2050 100%.

- 54 mln m²
- 22 mld €
- 400 €/m².



Joonis 1. Kumulatiivne aastane rekonstrueerimise vajadus.

4

Nõudlus - maksumus

- **Käsitöö** –
nõudluse kasvades kasvab maksumus
- **Tööstuslik tootmine** –
mastaabiefekt alandab maksumust

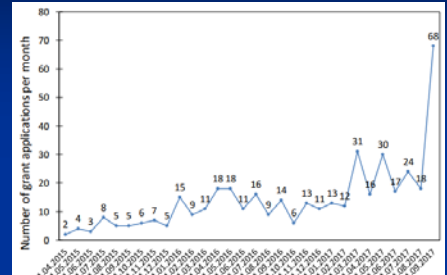
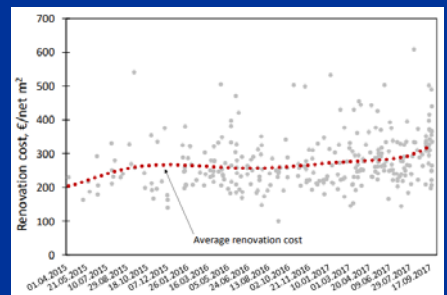


Fig. 4. Number of grant applications per month.



Ehitame nagu alati

■ Renoveerimine täna

- Kaua
- Ehitusniiskuse probleemid
- Ehituskvaliteet
- Lõpptulemuse kvaliteet



7

Lahendus: elemendipõhine renoveerimine

■ Renoveerimise tulevik

- Kiiresti
- Niiskusturvaliselt
- Kvaliteetselt



8

Esimene piloot on valmis

■ TTÜ pereühiselamu, Akadeemia tee 5

- Energiaklass „A“
- Puidust lisasoojustuselemendid:
 - Fassaad
 - Katus
 - Ventilatsioonikamber
- Efektiivsed tehnosüsteemid ja taastuenergia lahendused:
 - Soojustagastusega ventilatsioon
 - Efektiivne küttesüsteem
 - Taastuenergialahendused:
 - Päikesekollektorid
 - Heitveesoojustagasti
 - Päikesepaneelid



9

Teist pilooti valmistame ette

■ Korterelamu

- Energiaklass „C“
- Puidust välisseinte lisasoojustuselemendid
- Efektiivsed tehnosüsteemid ja taastuenergia lahendused:
 - Soojustagastusega ventilatsioon
 - Efektiivne küttesüsteem
 - Päikesepaneelid



0



**Korterelamu (seeria 121)
elemendipõhine rekonstrueerimine**

11



Õppevideo
<https://youtu.be/pPvlf9-G290>

12

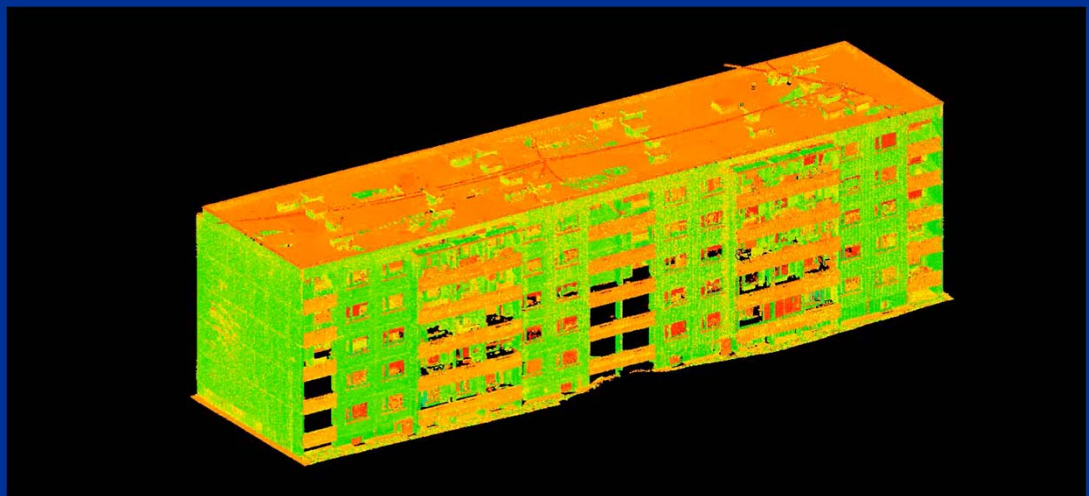
Ehitus 2017

- 2 pakkumust (koos km.):
 - 3,46 milj €
 - 3,56 milj €
- Maksumuse sisu
 - 822€/m² suletud netopindala kohta, km-ga (kõik tööd)
 - 251€/m² (siseviimistlus, 31%)
 - 121€/m² (üldehitus, kelder, 15%)
 - **334€/m² (energiatõhusus, sisekliima, 41%)**
 - 116€/m² (liginullenergiahoone, teadustöö valmidus, 14%)
- Kestvus
 - Kogu ehitusprotsess: detsember 2016 – november 2017
 - Fassaadi ettevalmistus: mai
 - Elementide paigaldus: juuni - august

13

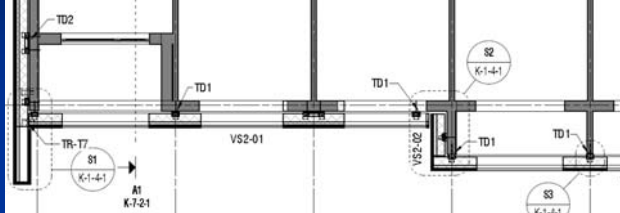
Ülesmõõdistus

- 10 jaama, 7 reeperit
- 2p välitööd, mudeli valmistus

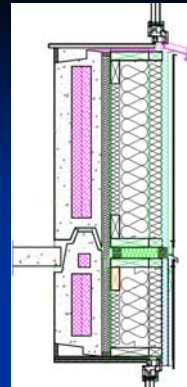


14

Seinaelemendid

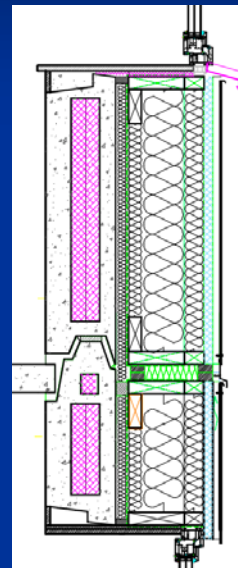
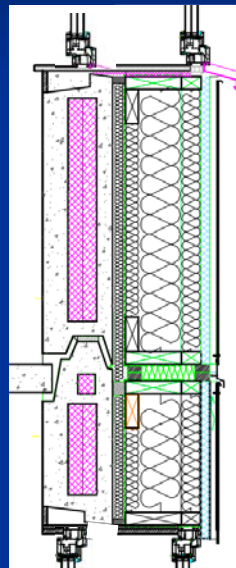
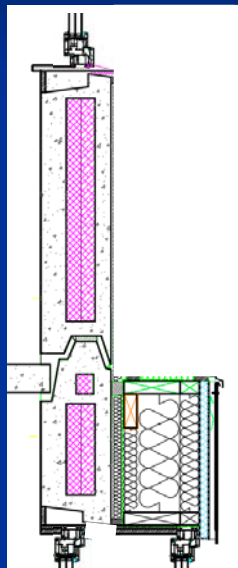
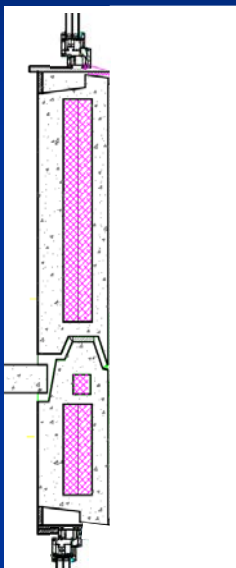


■ Mõõdud
~9.3 x 2.7m
(3 akent)



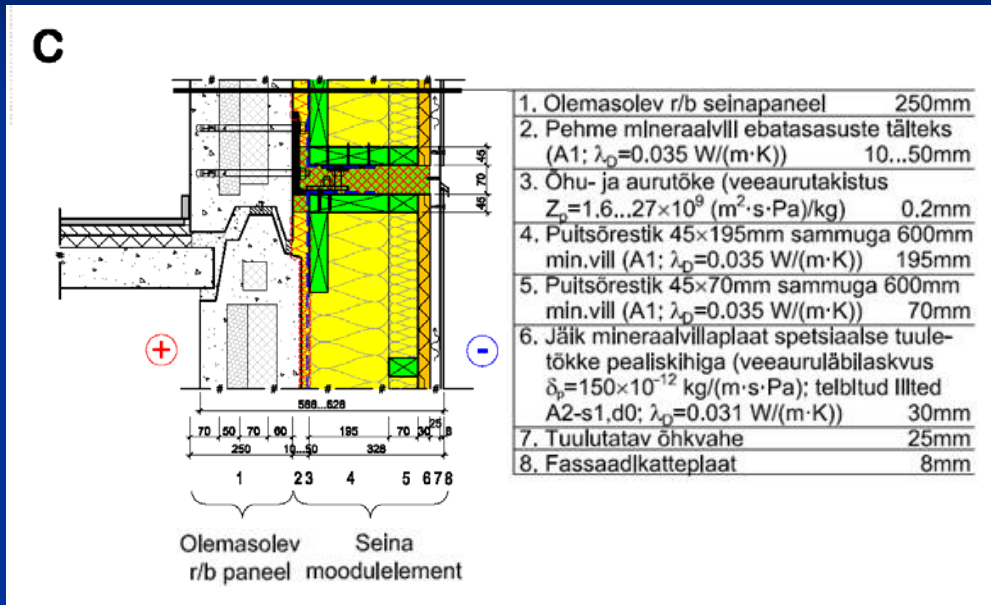
15

Seinaelemendid

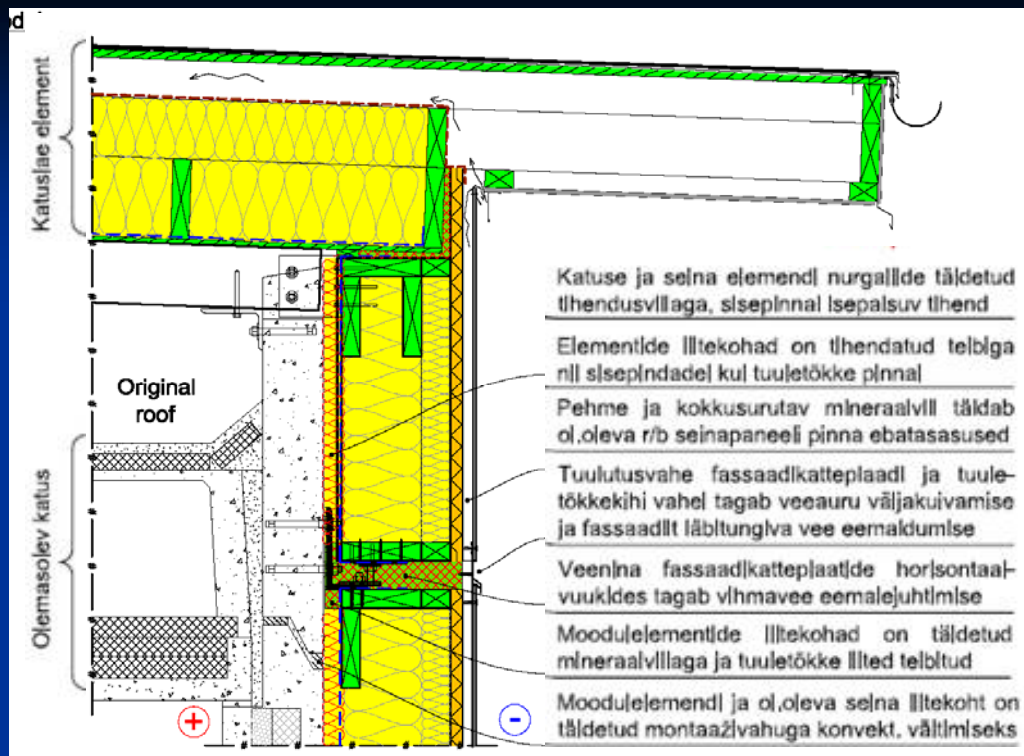


16

Projektlahendus



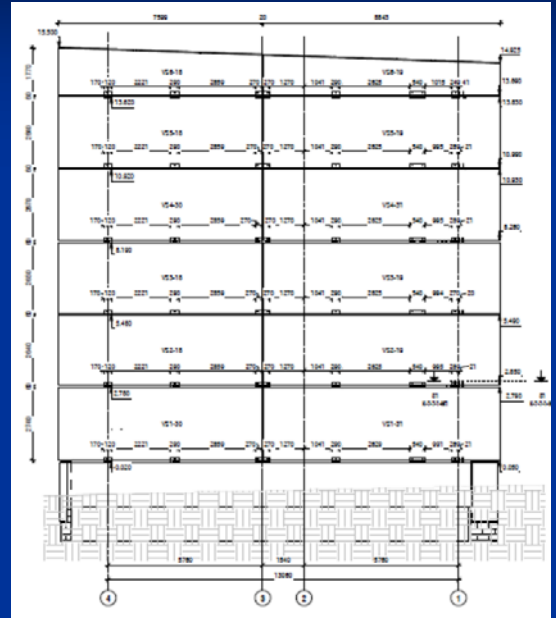
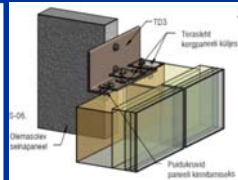
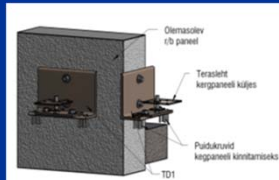
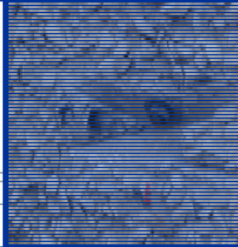
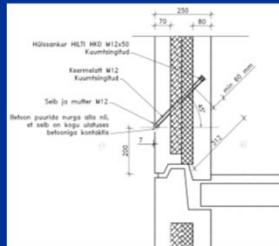
17



18

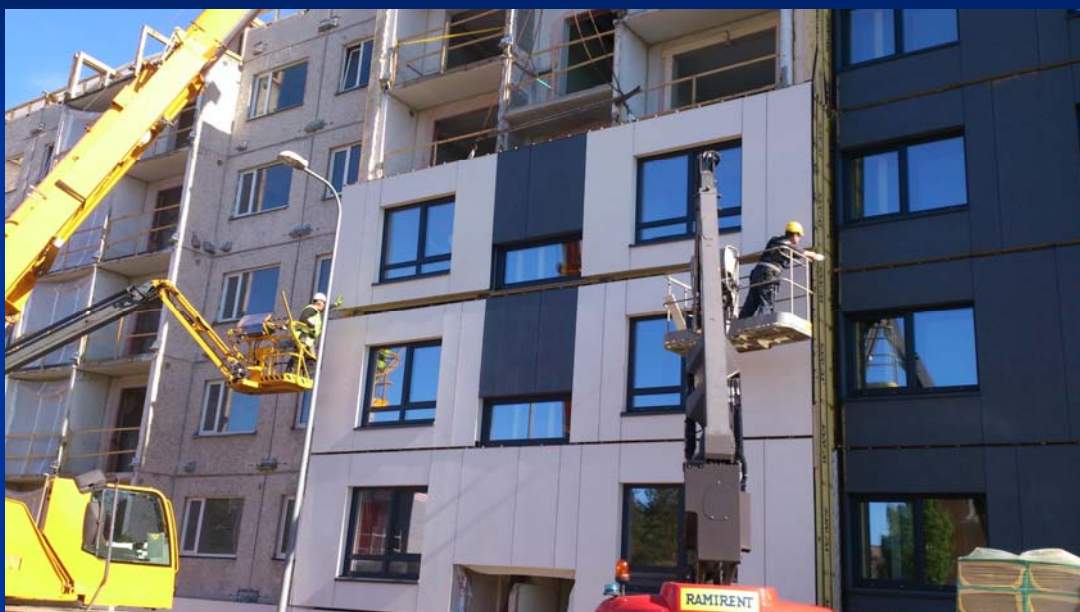
Elementide kinnitus

- Fassaadi ankurdus, tugevdamine
- Kinnituskronstein



19

Paigaldus



20

Elementide vuukide tihendamine



21

Elementide vuukide soojustamine



22

Maksumus



- Fassaadikate $\pm 13\%$ – 15% ;
- Tuuletõke $\pm 5\%$ – 6% ;
- Soojustus $\pm 1\%$;

- Mineraalvill tuuletõke on soojus- ja niiskustehniliselt oluliselt parem

- <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/7/1709/html>

Development and Performance Assessment of Prefabricated Insulation Elements for Deep Energy Renovation of Apartment Buildings

by Peep Piho*, Kale Kuusk and Targo Kalamees

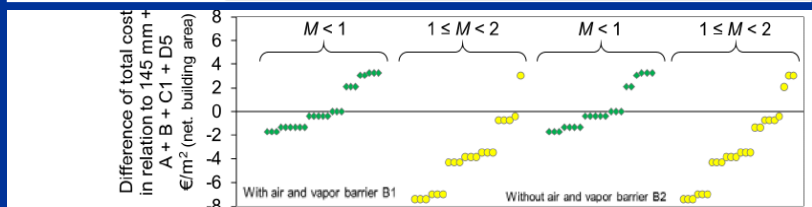
Department of Civil Engineering and Architecture, Nearly Zero Energy Buildings Research Group, Tallinn University of Technology, 19086 Tallinn, Estonia

* Author to whom correspondence should be addressed.

Energies 2020, 13(7), 1709; <https://doi.org/10.3390/en13071709>

	Unit Price of Element, €/m ² (Frame Thickness, Layer C1 or C2)					
	120 mm		145 mm		195 mm	
	MW	CW	MW	CW	MW	CW
■ Membraan	88	85	90	87	96	93
■ Kipsplaat	93	90	95	92	101	98
■ Tsementkiudplaat	96	93	98	95	105	102
■ Puitkiudplaat	98	95	100	97	107	104
■ Mineraalvill	100	97	102	99	108	105

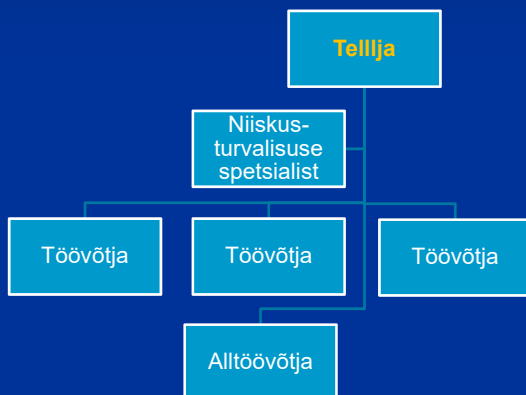
	Unit Price of Facade, €/m ²	Maintenance Cost, €/m ²	Maintenance Interval, Years
■ Puitlaudis	18	15	15
■ Plastikvooder	22	5	15
■ Metallprofiil	35	15	15
■ Tsementkiudplaat	54	5	25
■ Fassaadikivi	55	5	25
■ Krohvitud plaat	56	15	20



23

Niiskusturvalisuse tagamise lahendused

■



24