

TAL TECH

SUURPANEELHOONETE TERVIKRENOVEERIMINE PUITKARKASS-LISASOOJUSTUSELEMENTIDEGA AKADEEMIA TEE 5A HOONE NÄITEL

Peep Pihelo, Peep.Pihelo@taltech.ee
Ehituse ja arhitektuuri instituut
Liginullenergiahoonete uurimisrühm

10.juuni 2020

DRIVE 

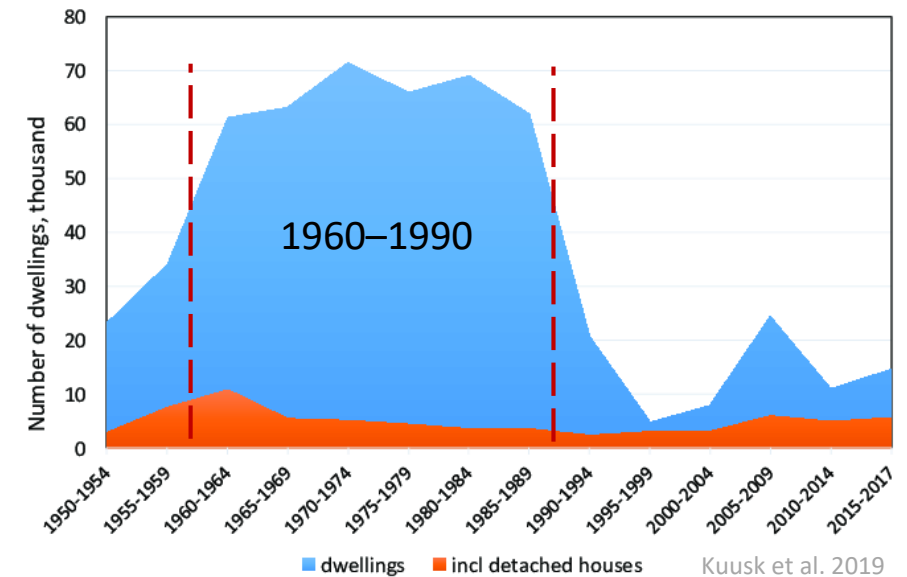
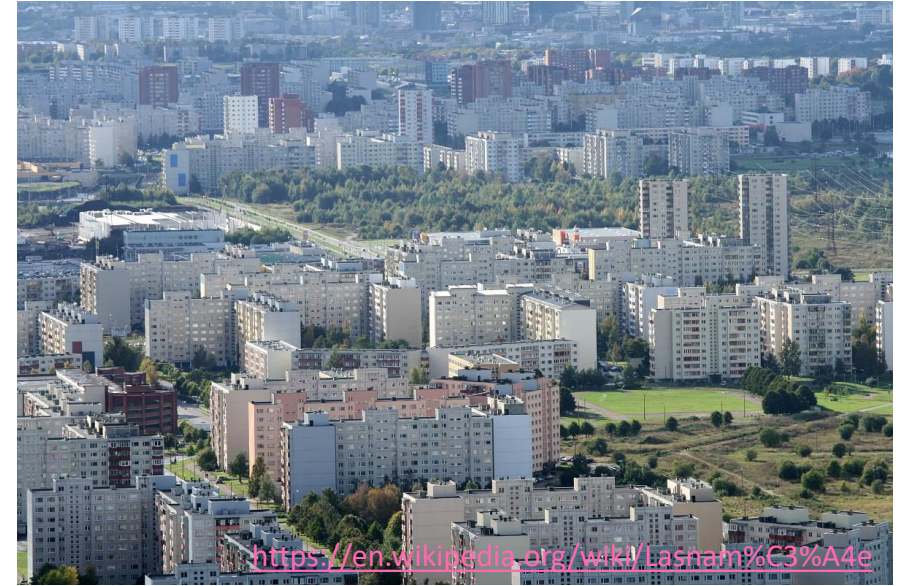
 NERO



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme

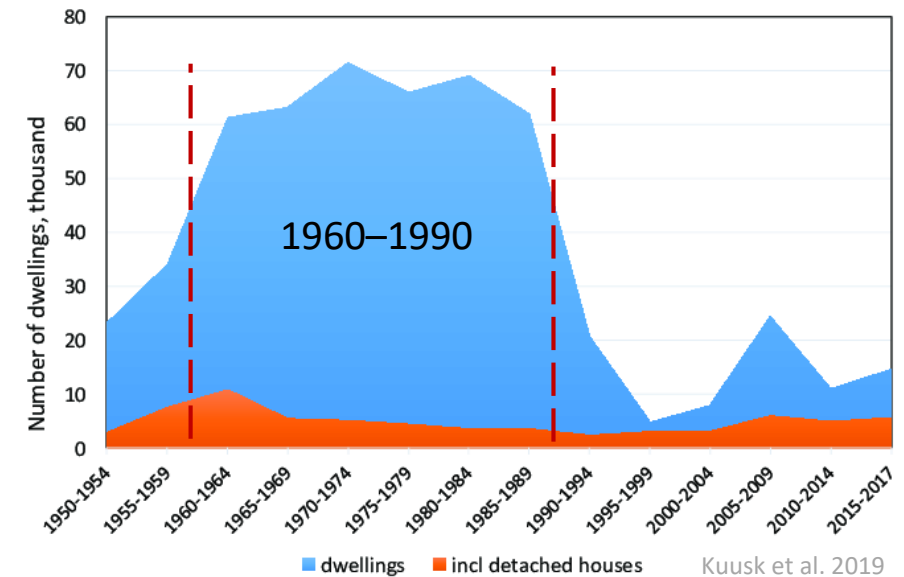
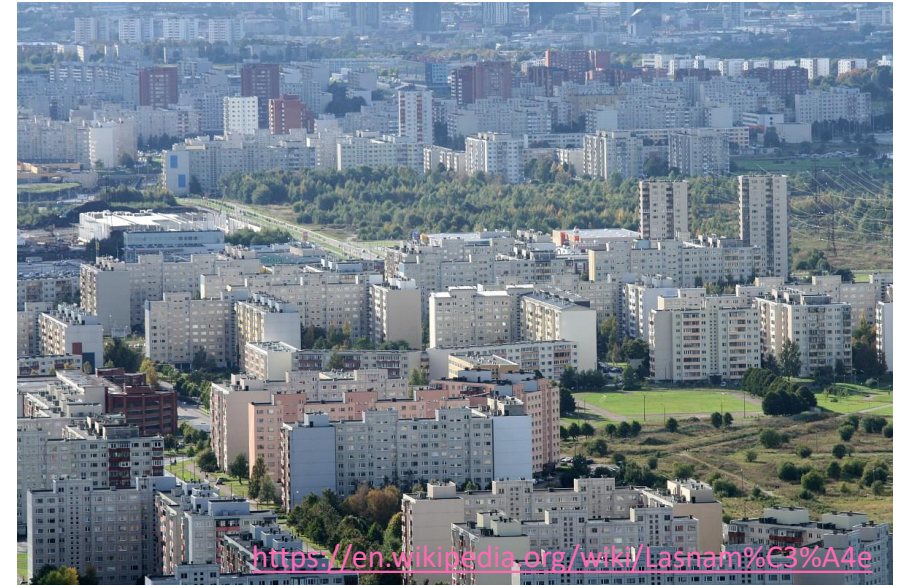
SISSEJUHATUS

- EL-s on hoonete energiatarve ~40% kogu energiatarbest; Eestis eluhoonetes 31%
- 70% hoonete vanus on enam kui 30 aastat ja 35% üle 50 aasta



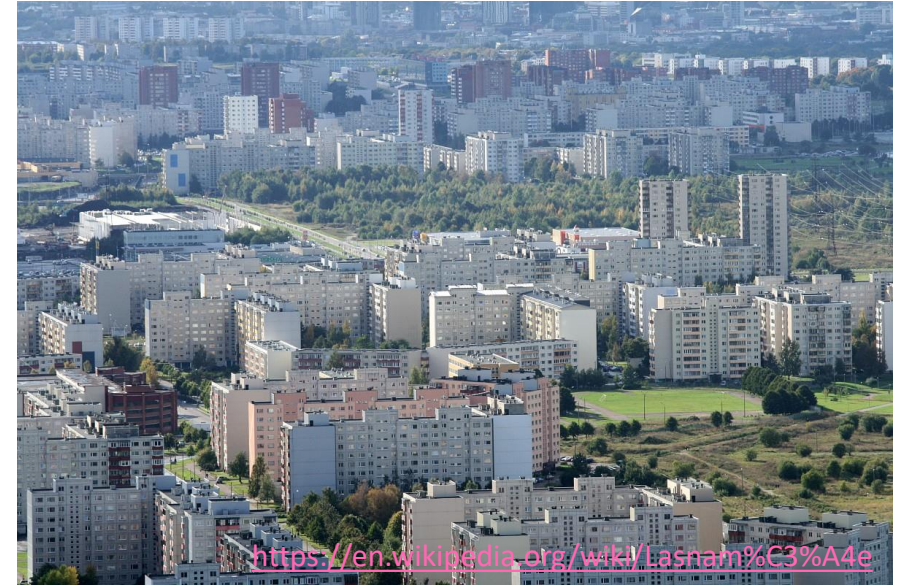
SISSEJUHATUS

- EL-s on hoonete energiatarve ~40% kogu energiatarbest; Eestis eluhoonetes 31%
- 70% hoonete vanus on enam kui 30 aastat ja 35% üle 50 aasta
- Enam kui 65% rahvastikust elab korter-
majades; Eestis on 97% elamispinnast
eraomandis ning 82% omaniku kasutuses



SISSEJUHATUS

- EL-s on hoonete energiatarve ~40% kogu energiatarbest; Eestis eluhoonetes 31%
- 70% hoonete vanus on enam kui 30 aastat ja 35% üle 50 aasta
- Enam kui 65% rahvastikust elab korter-majades; Eestis on 97% elamispinnast eraomandis ning 82% omaniku kasutuses
- Eestis vajab tervikrenoveerimist ~14 000 korterelamut; hoonete välispiirded peavad olema edaspidi rohkem soojustatud

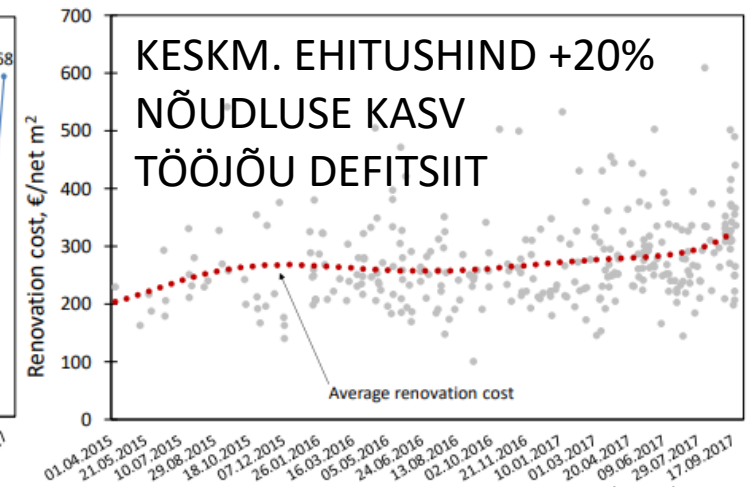
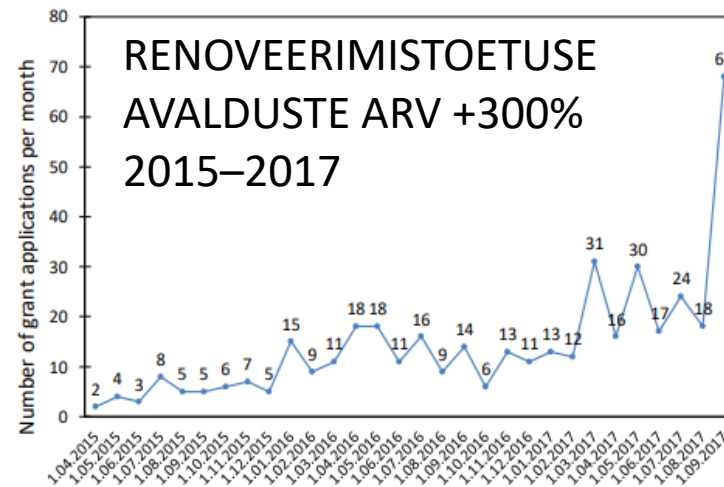
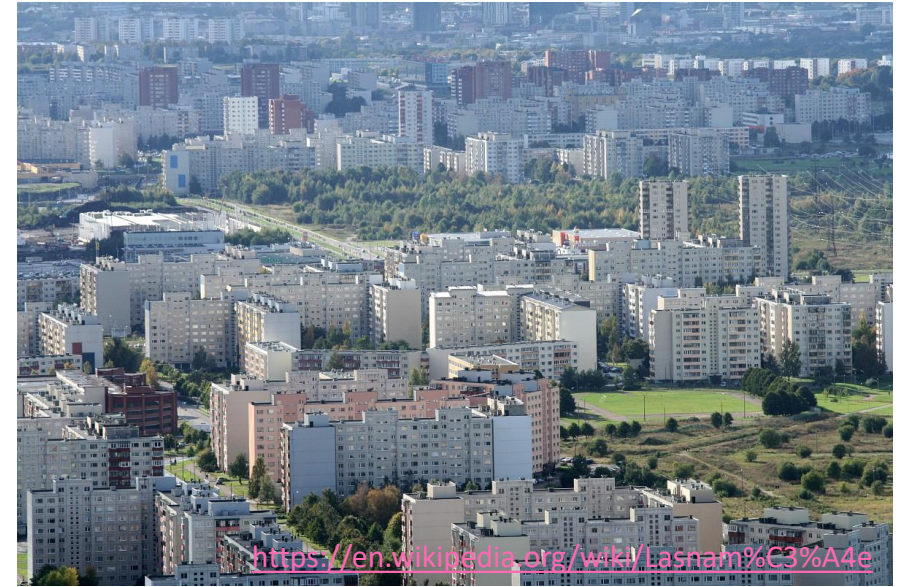


Energiatõhususe miinimumnõuded, ETA, kWh/(m²·a)

ETA ≤ 105	A	LIGINULLENERGIAHOONE
106 ≤ ETA ≤ 125	B	MADALENERGIAHOONE
126 ≤ ETA ≤ 150	C	TERVIKRENOVEERIMISE TASE
151 ≤ ETA ≤ 180	D	
181 ≤ ETA ≤ 220	E	} OL.OLEV OLUKORD
221 ≤ ETA ≤ 280	F	
281 ≤ ETA ≤ 340	G	

SISSEJUHATUS

- EL-s on hoonete energiatarve ~40% kogu energiatarbest; Eestis eluhoonetes 31%
- 70% hoonete vanus on enam kui 30 aastat ja 35% üle 50 aasta
- Enam kui 65% rahvastikust elab korter-majades; Eestis on 97% elamispinnast eraomandis ning 82% omaniku kasutuses
- Eestis vajab renoveerimist ~14 000 korterelamut
- Renov. hoonete arv peab olema minim. 2 korda suurem kui see on täna



TÖÖSTUSREVOLUTSIOON AUTOTOOTMISES



1900, 5th Avenue, NY.
Pildil on üks auto



1913, 5th Avenue, NY.
Pildil on üks hobuveok

TÖÖSTUSREVOLUTSIOON TERVIKRENOVEERIMISES

Suurpaneel-
korterelamu tervik-
renoveerimine
tehases toodetud
puitkarkass-
soojustus-
elementidega

Esimene liginull-
energiahooneks
renoveeritud
korterelamu
Eestis

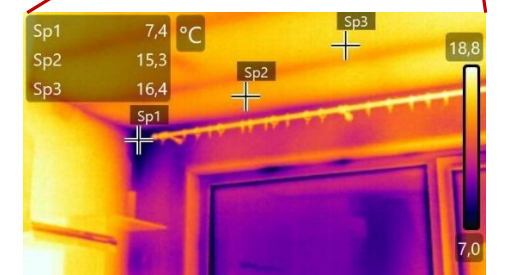
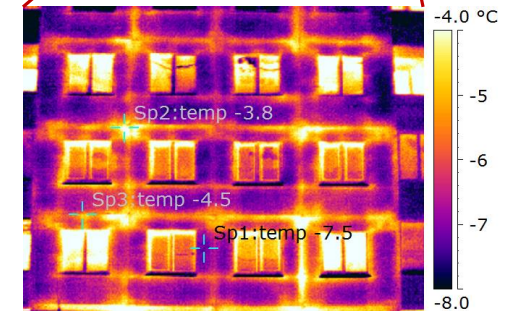
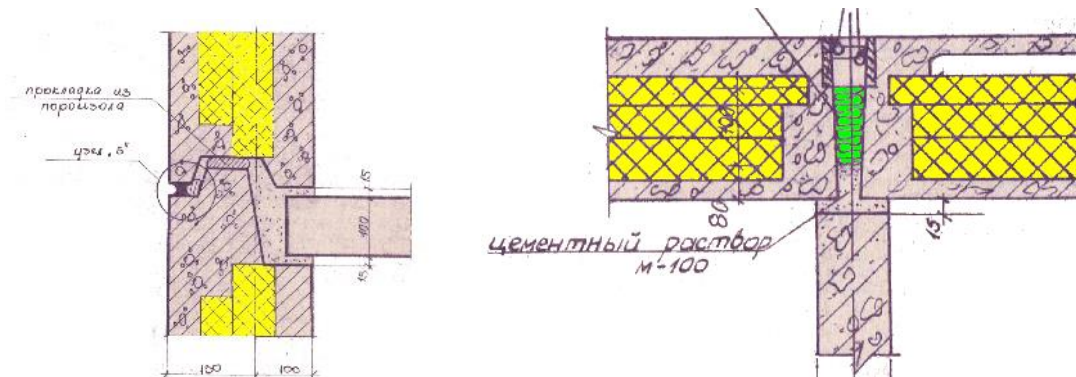
**TAL
TECH**



**AKADEEMIA TEE 5A
TERVIKRENOVEERIMINE
SUVI 2017**

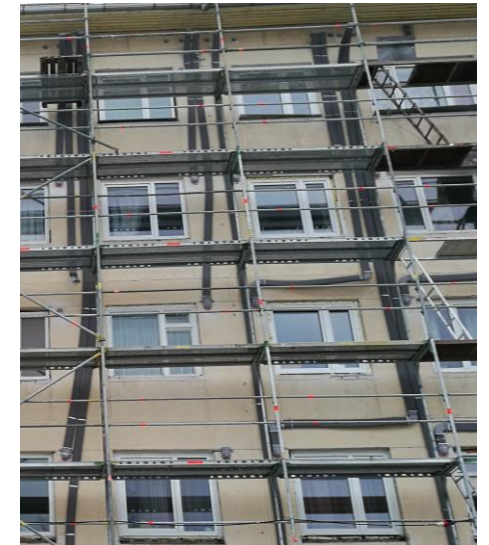
RENOVEERIMISE EELNE OLUKORD

- Välispiirete suur soojusläbivus, $U \sim 0.9-1.1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Külmasillad paneelide liidetes, hoone nurkades
- Hallitus välisnurkades, külmasildade piirkonnas
- Lokaalsed niiskuskahjustused, korrosioon
- Amortiseerunud avatäited
- Puudulik ventilatsioon
- Isoleerimata torustikud
- Ebamõistlikult suur energiakulu, $\text{KEK} < 300 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$



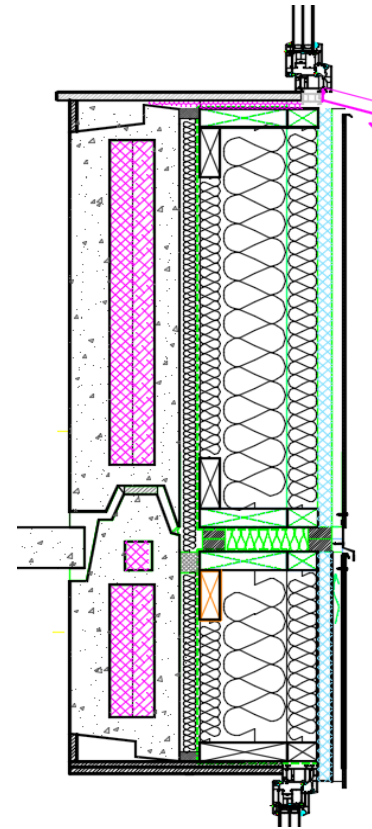
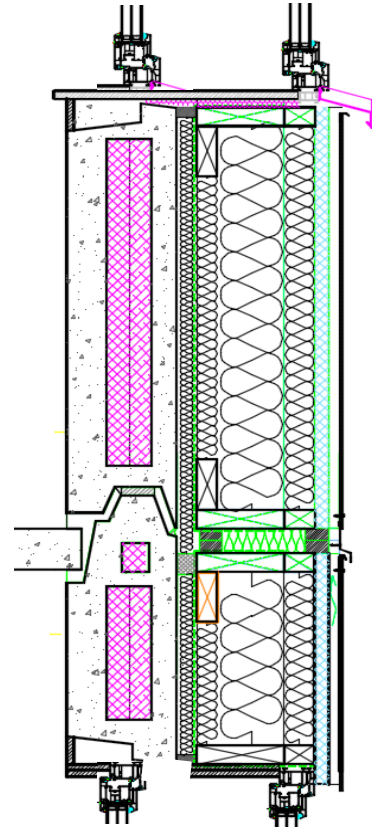
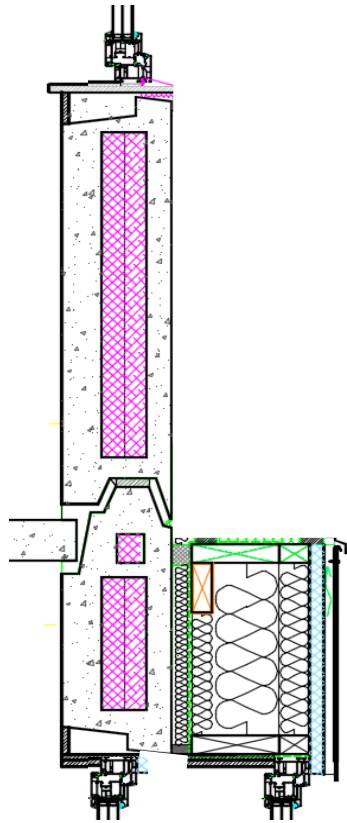
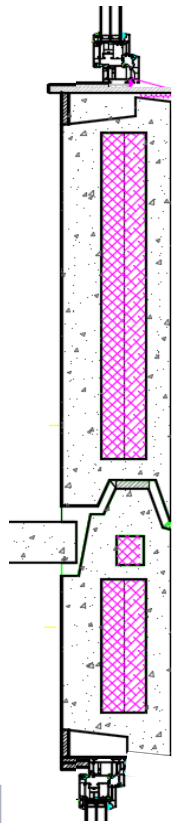
SENINE PRAKTIKA

- Pikk tööde teostuse aeg ehitusplatsil
- Niiskusturvalisus
- Kvaliteet
- Vastupidavus



ELEMENTIDEGA LISASOOJUSTAMISE MEETOD

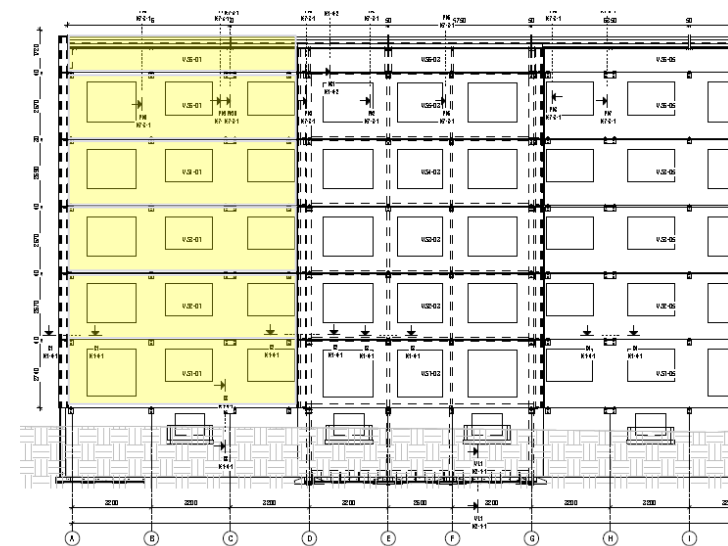
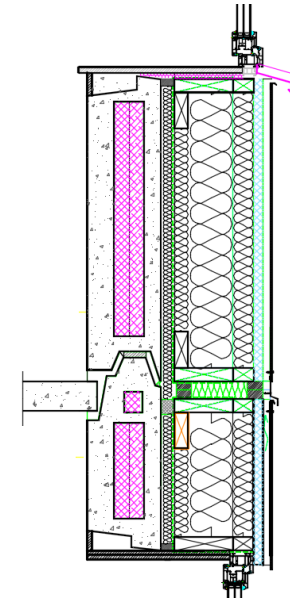
Algne välissein
 $U \sim 0.9-1.1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Välissein
lisasoojustuselementidega
 $U \sim 0.1-0.2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

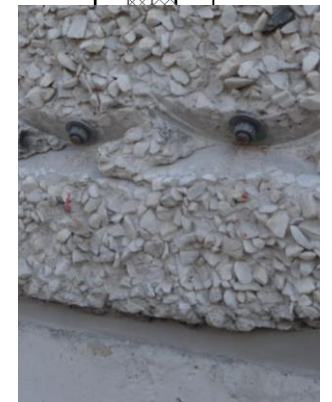
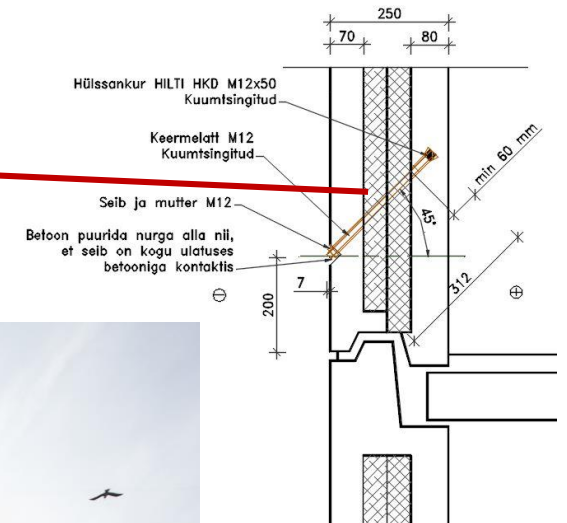
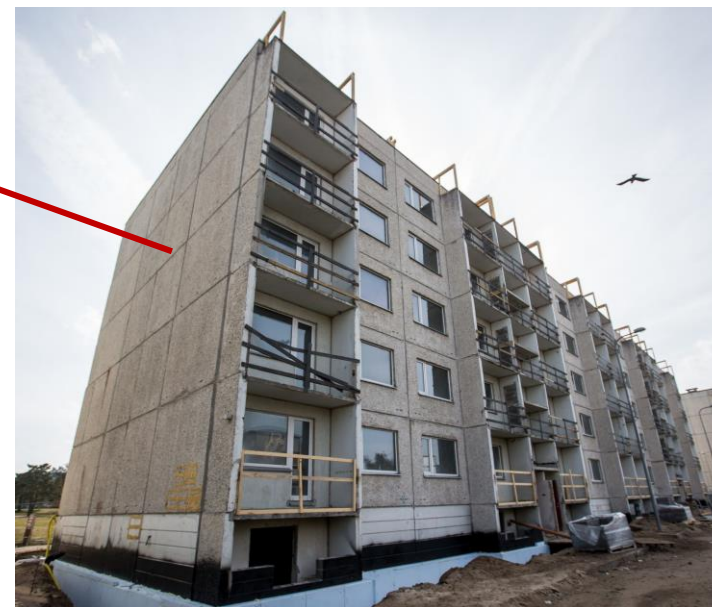
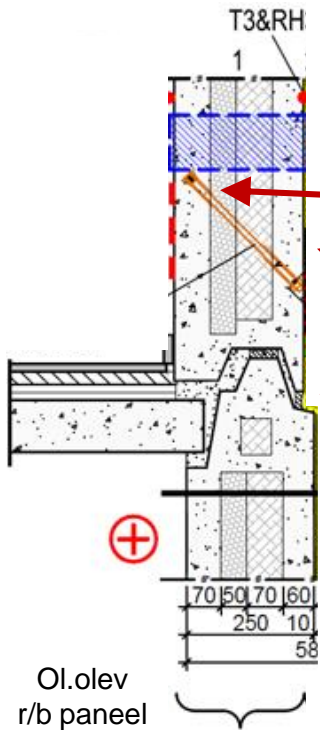
ELEMENTIDE GA LISASOOJUSTAMISE MEETOD

- Elementide tootmine tehases (<1 kuu)
- Tehases: fassaadikate, avatäited, vent.torustikud
- Paigaldus objektil <2 nädalat (~200 m²/päevas)
- Elanikud saavad jätkata oma korterite kasutamist
- Teostatav aastaringsest



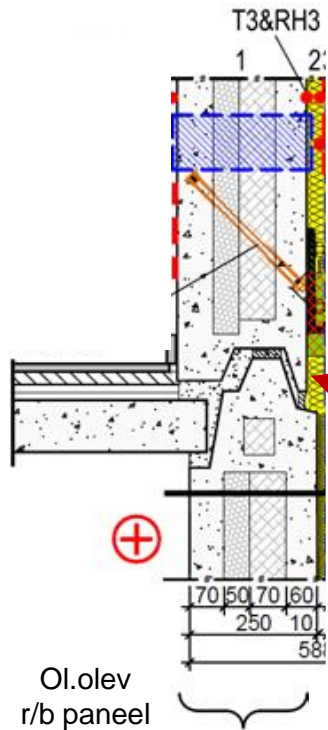
PUITKARKASS-LISASOOJUSTUSELEMENDID

1. Ol.olev raudbetoonpaneeli pind võib olla ebatasane ning vajada täiendavat ankurdust



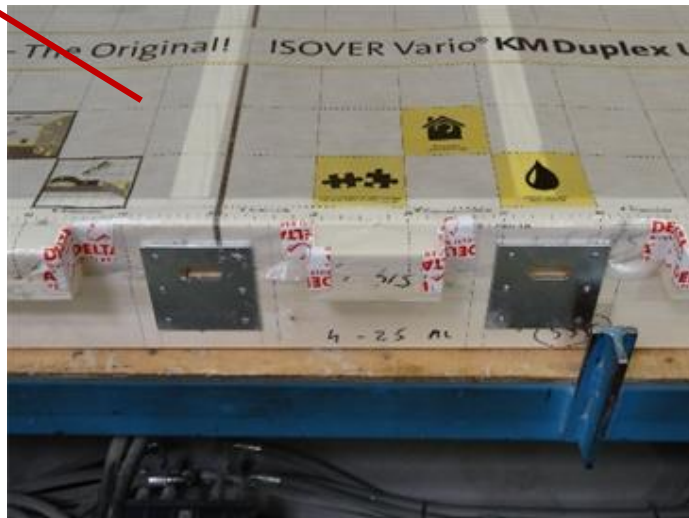
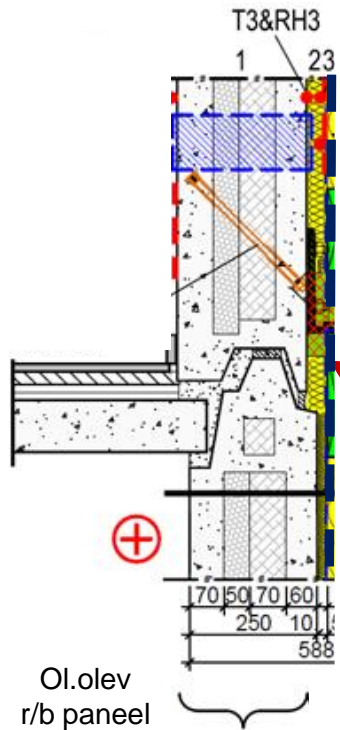
PUITKARKASS-LISASOOJUSTUSELEMENID

1. Ol.olev raudbetoonpaneel
2. Elemendi tagakülg on tehases kaetud puhvervilliga kihiga, et täita ol.oleva fassaadi ebatasasused

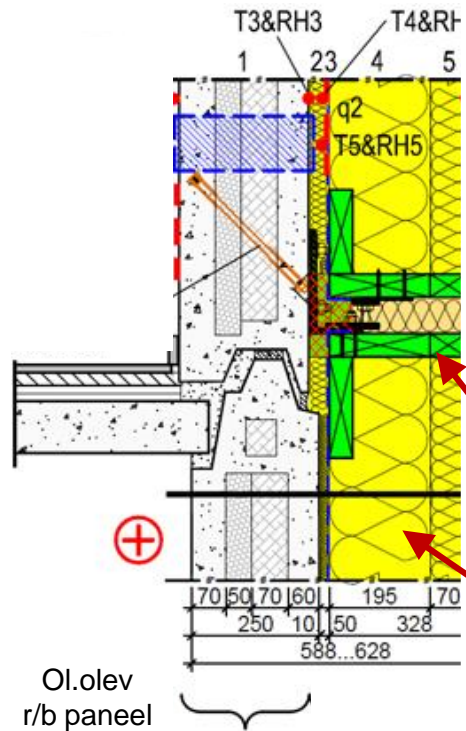


PUITKARKASS-LISASOOJUSTUSELEMENDID

1. Ol.olev raudbetoonpaneel
2. Puhvervilla kiht
3. Õhu- ja aurutõkkekiht tagab õhupidavuse ja kontrollib niiskuse väljakuivamist



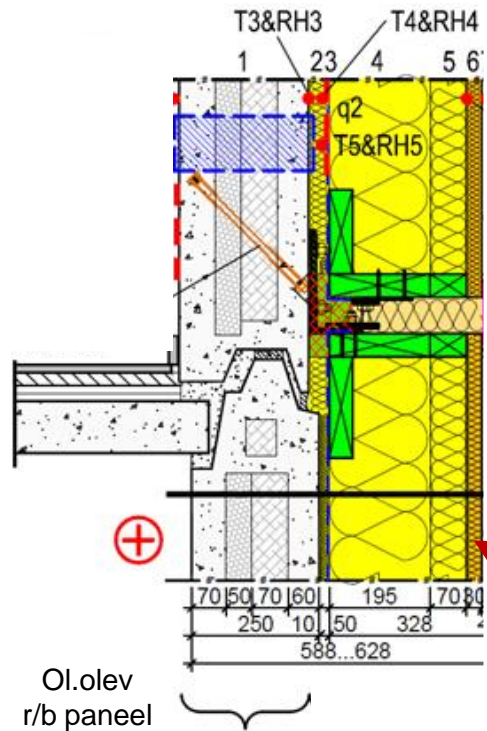
PUITKARKASS-LISASOOJUSTUSELEMENDID



1. Ol. olev raudbetoonpaneel
2. Puhvervilla kiht
3. Õhu- ja aurutõkkekiht
4. Kandev puitkarkass ja soojustuse kihid



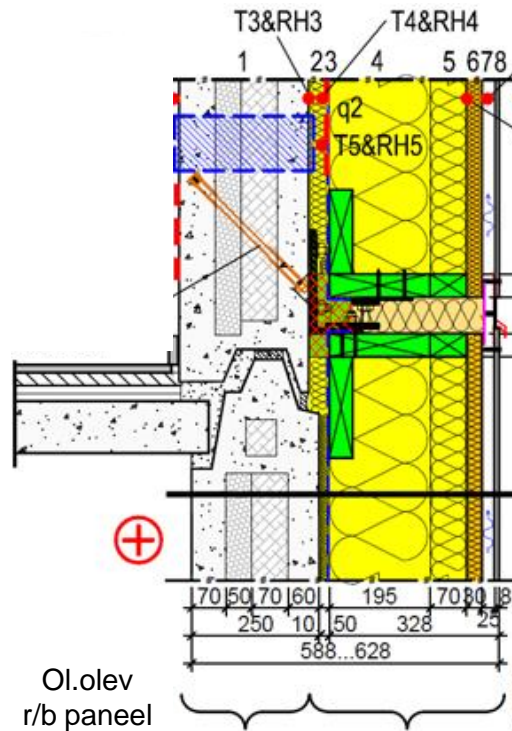
PUITKARKASS-LISASOOJUSTUSELEMENDID



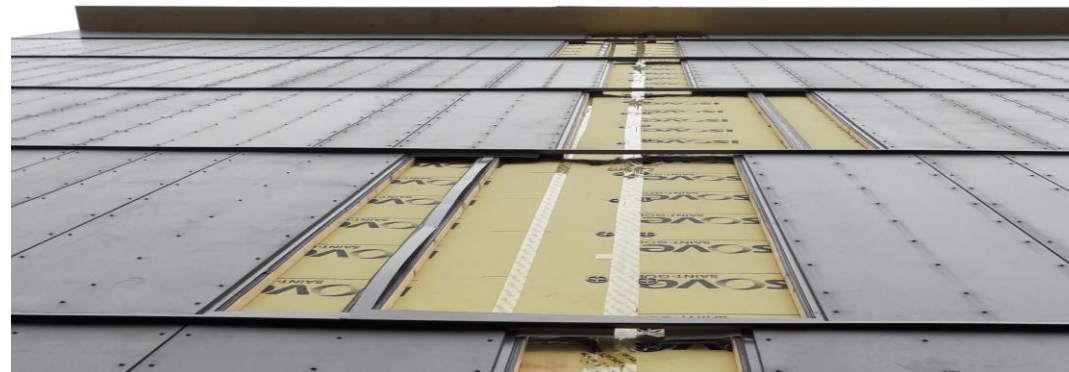
1. Ol.olev raudbetoonpaneel
2. Puhvervilla kiht
3. Õhu- ja aurutõkkekiht
4. Kandev puitkarkass ja soojustuse kihid
6. Tuuletõkkekiht on veeaurudifusioonile avatud. Kõik liitekohad on hoolikalt tihendatud ja teibitud



PUITKARKASS-LISASOOJUSTUSELEMENDID



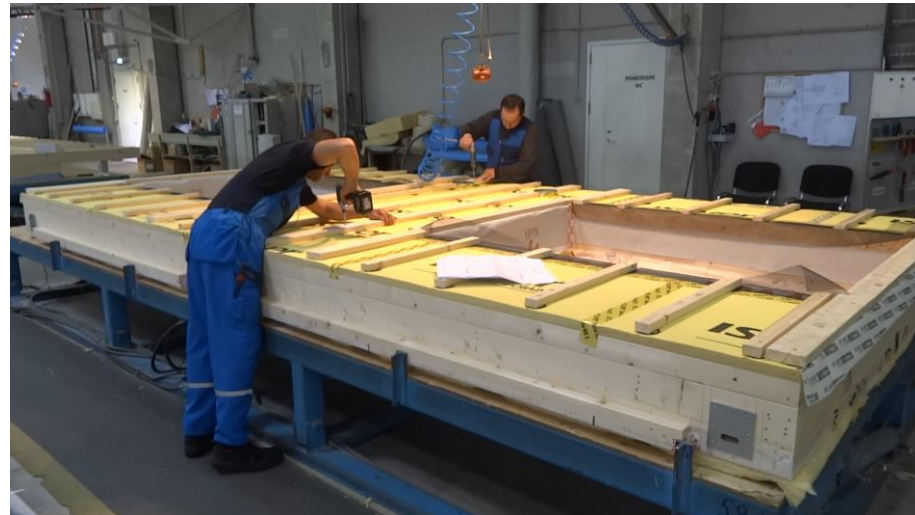
1. Ol.olev raudbetoonpaneel
2. Puhvervilla kiht
3. Õhu- ja aurutõkkekiht
4. Kandev puitkarkass ja soojustuse kihid
6. Tuuletõkkekiht
7. Tuulutusvahe ja -roovid >25mm
8. Fassaadikate ja profiilid sadevee eemale juhtimiseks



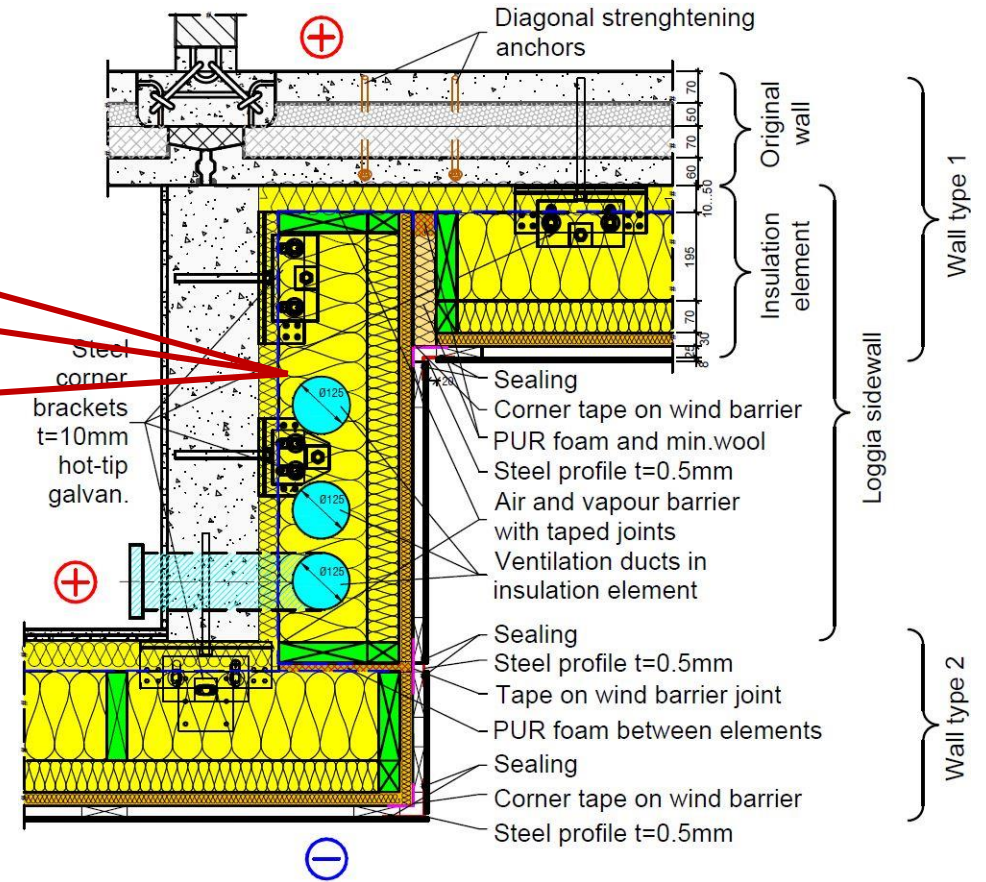
ELEMENTIDE TOOTMINE TEHASES



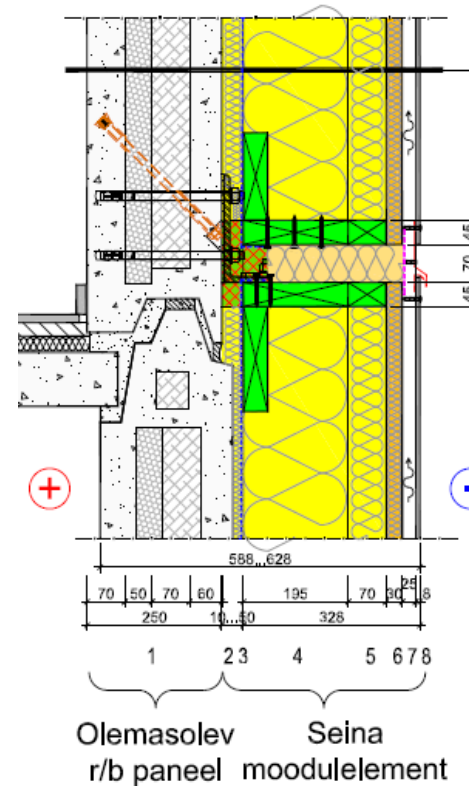
ELEMENTIDE TOOTMINE TEHASES



VENTILATSIOONITORUSTIKUD ELEMENTIDESSE

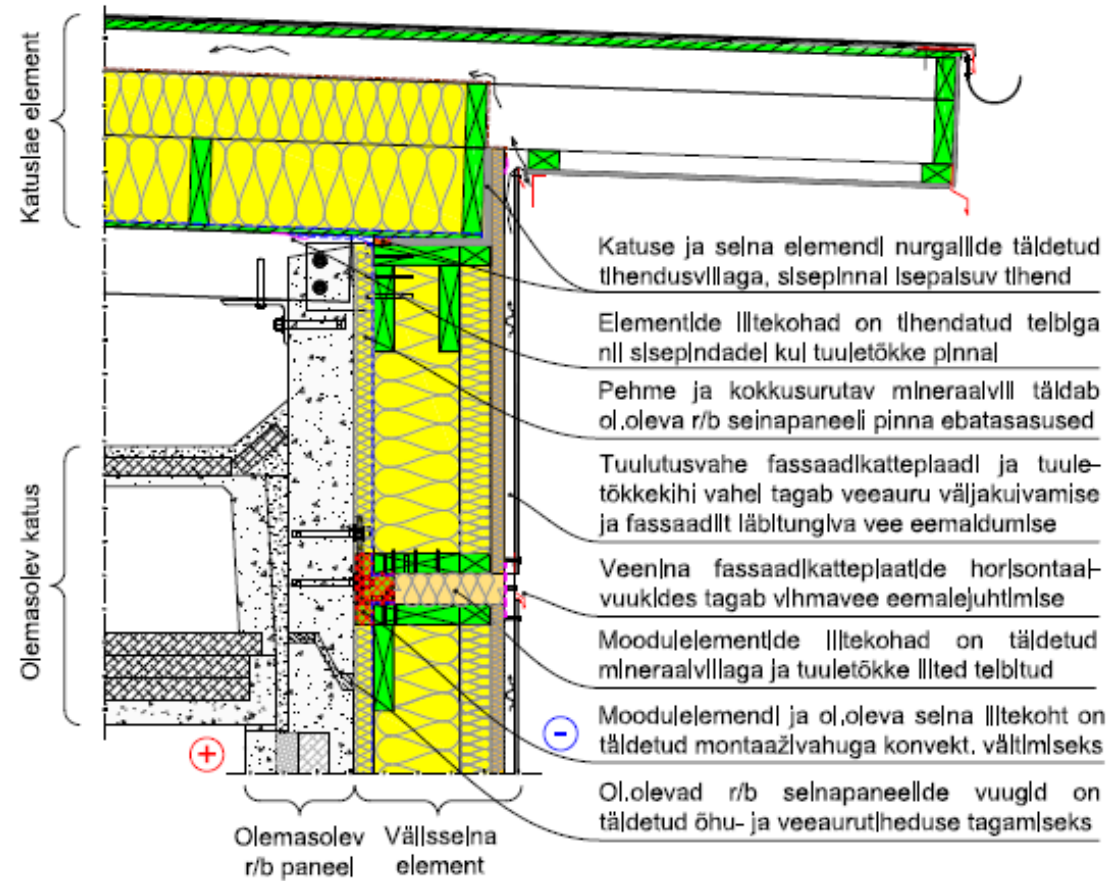


LISASOOJUSTUSELEMENTIDE SÕLMLAHEDUSED

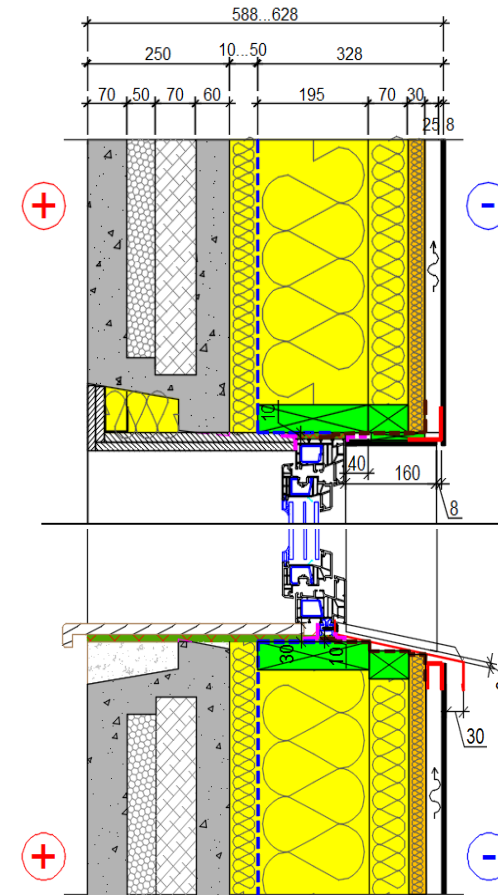


1. Olemasolev r/b seinapaneel	250mm
2. Pehme mineraalvill ebatasasuste täteks (A1; $\lambda_D=0.035$ W/(m·K))	10...50mm
3. Õhu- ja aurutõke (veeaurutakistus $Z_p=1.6...27 \times 10^9$ (m ² ·s·Pa)/kg)	0.2mm
4. Puitsõrestik 45×195mm sammuga 600mm min.vill (A1; $\lambda_D=0.035$ W/(m·K))	195mm
5. Puitsõrestik 45×70mm sammuga 600mm min.vill (A1; $\lambda_D=0.035$ W/(m·K))	70mm
6. Jäik mineraalvillaplaat spetsiaalse tuuletõkke pealiskihiga (veeauruläbilaskvus $\delta_p=150 \times 10^{-12}$ kg/(m·s·Pa); telbitud liited A2-s1,d0; $\lambda_D=0.031$ W/(m·K))	30mm
7. Tuulutatav õhkvahe	25mm
8. Fassaadkatteplaat	8mm

LISASOOJUSTUSELEMENTIDE SÕLMLAHEDUSED



LISASOOJUSTUSELEMENTIDE SÕLMLAHEDUSED



LISASOOJUSTUSELEMENTIDE PAIGALDUS



LIITEKOHTADE TIHENDAMINE

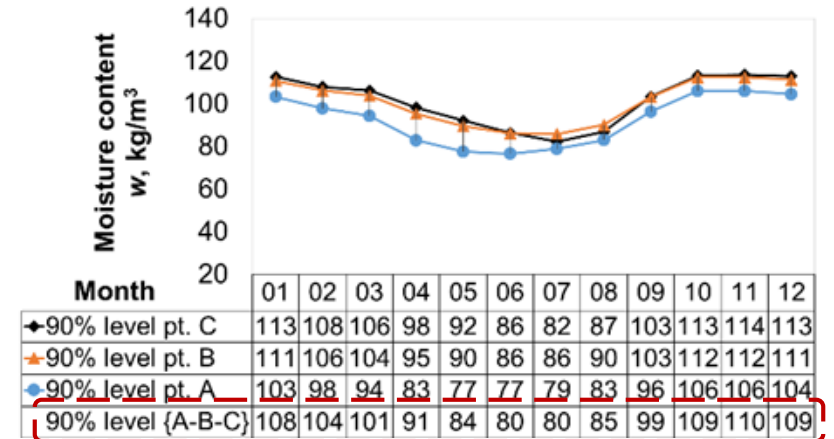
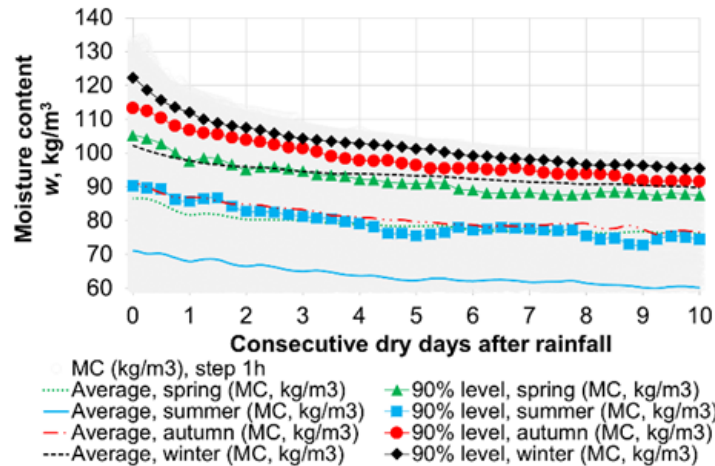
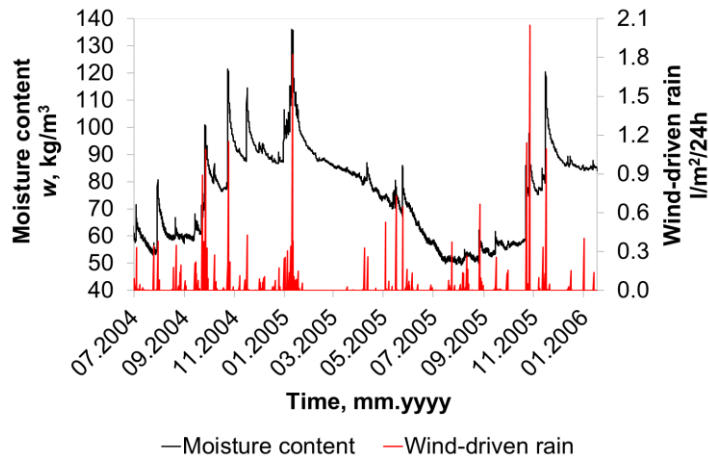
- Aeganõudev, kuid väga oluline etapp kvaliteedi ja vastupidavuse tagamiseks



AKADEEMIA TEE 5A
TERVIKRENOVEERIMINE
SUVI 2017

NIISKUSTEHNILINE TOIMIVUS

- Projekteerimisel tuleb arvestada muutuvate niiskuskooormustega
- Sademed ja muud kliimakoormused mõjutavad fassaadi
- Niiskusel peab olema võimalus välja kuivada
- Eksimuste korral on kõrge hallituse ja kondensaadi tekke risk
- R/b algniiskuse tase ($w \leq 110 \text{ kg/m}^3$; $u \leq 4.7\%$) ei tohi olla ületatud

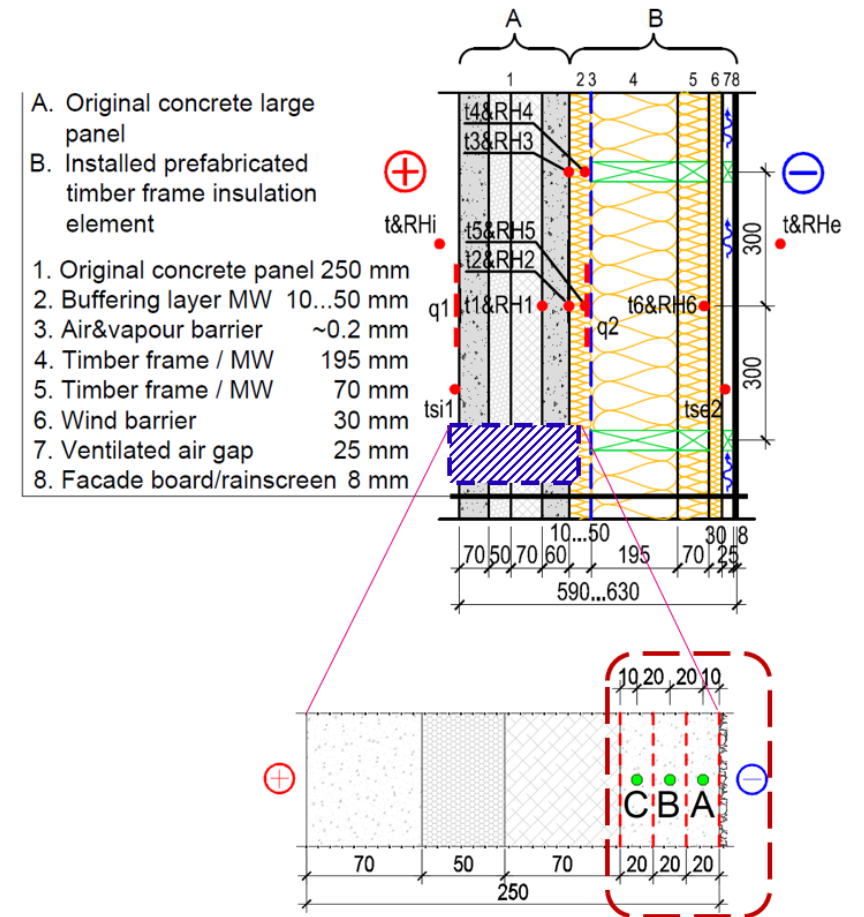
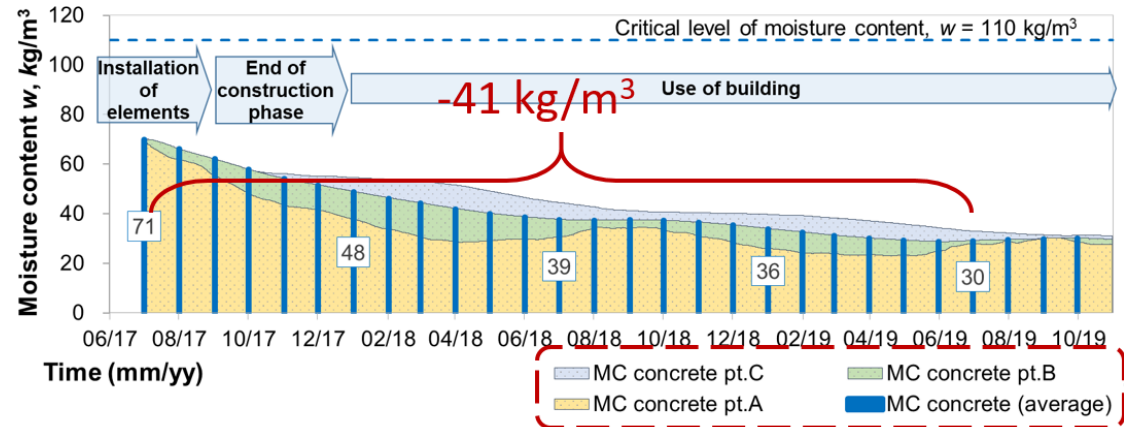
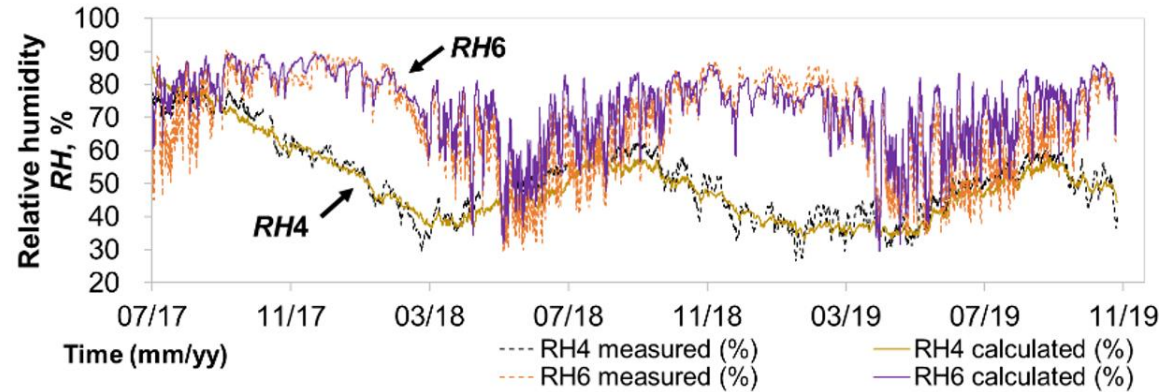


NIISKUSTEHNILINE TOIMIVUS

- Projekteerimisel tuleb arvestada materjalide omadustega
- PE-kile ($S_d \geq 50\text{m}$) aurutõkkena on sobiv, kui ol.oleva r/b seina algniiskus on $w \leq 55 \text{ kg/m}^3$ (kesksuvi, kui sademeid ei ole)
- OSB ($S_d \geq 5\text{m}$) aurutõkkena on sobiv, kui ol.oleva r/b seina algniiskus on $w \leq 75 \text{ kg/m}^3$ (kesksuvi, kui on väga vähe sademeid)
- Muutuva veeaurutakistusega õhu- ja aurutõkkemembraan ($0.2\text{m} \leq S_d \leq 5\text{m}$) on sobiv, kui ol.oleva r/b seina algniiskus on $w \leq 110 \text{ kg/m}^3$
- Tuuletõkkekiht peab olema suure soojustakistuse ja veeauru läbilaskvusega, et vältida hallituskahjustusi. Näit. vineer või OSB ei ole reeglina sobivad, sest on hallitusele tundlikud ning madala veeaurujuhtivuse ja soojustakistusega.

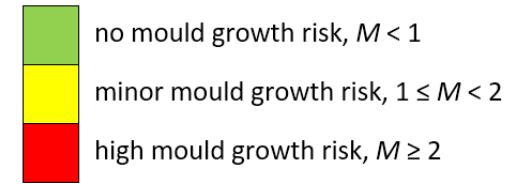
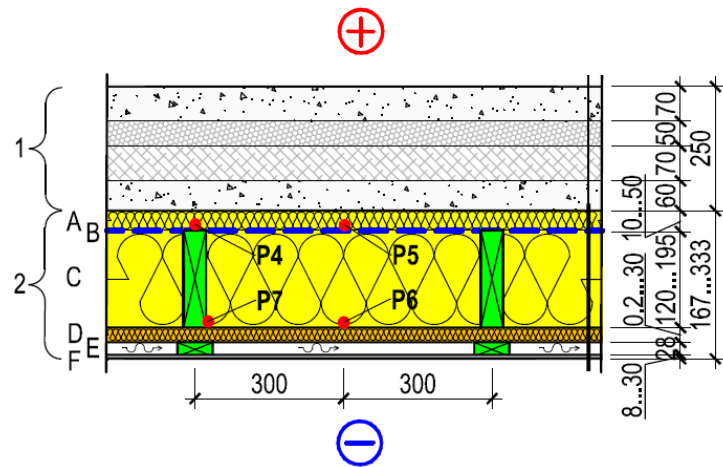
NIISKUSTEHNILINE TOIMIVUS

• Mõõdetud tulemused 2017-2019



NIISKUSTEHNILINE TOIMIVUS

- Kombineeritud meetod
- Erinevad algtingimused
- Erinevad materjalid
- Erinevate tingimuste koosmõju



Wind barrier layer	Air and vapour barrier	Mould index M (green, yellow, red) with different frame thicknesses at the most critical points (4 or 6) *								
		120 mm			145 mm			195 mm		
		IMC of the PCLP wall (kg/m ³)								
		85	95	110	85	95	110	85	95	110
D1	B1 Vapour barrier	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D2		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D3		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D4		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D5		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D1	B2 Without vapour barrier	6	6	6	6	6	6	6	6	6
D2		6	6	6	6	6	6	6	6	6
D3		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D4		6	6	6	6	6	6	6	6	6
D5		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D1	B3 PE-foil $S_d \geq 50$ m	4	4	4	4	4	4	4	4	4
D2		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D3		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D4		4	4	4	4	4	4	4	4	4
D5		4	4	4	4	4	4	4	4	4

KOKKUVÕTE

- Tehases toodetud lisasoojustuselementidega on võimalik kiiresti, kvaliteetselt ja säästlikult olemasolevaid hooneid renoveerida.
- Niiskustehniliste riskide hindamine on väga oluline. See peab saama töövõtu lahutamatuks osaks ja olema standardiseeritud.
- Paigaldusele kulutatud aeg on minimaalne = ilmastikust tingitud riskid on madalamad.
- Hoone elanike heaolu ei ole tööde ajal märkimisväärselt häiritud.
- Töid saab teostada aastaringset.
- Suurpaneelilamute liginullenergiahooneks tervikrenoveerimise lahendused on saavutatavad ja kulutõhusad.

PALJUD HOONED OOTAVAD TERVIKRENOVEERIMIST!



**TAL
TECH**

 **MORE
CONNECT**

DRIVE 

NERO



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme