



ÕHULEKKEARVU DEKLAREERIMISVÄÄRTUS SENSE NÄITEL

JAANUS HALLIK

TALTECH (Nearly Zero Energy Buildings Research Group) | Sense OÜ

Teadmistepõhine ehitus 2019 konverents Viru konverentsikeskuses 23.04.2019



JAANUS HALLIK

Ehituse ja keskkonnatehnika tööstusdoktorant (2017 – 2021,
juhendaja prof. Targo Kalamees)

“MINIMIZING OF HEAT LOSS OF nZEB BUILDING ENVELOPE”

10 years in Energy efficient building core lab



TARTU ÜLIKOOL

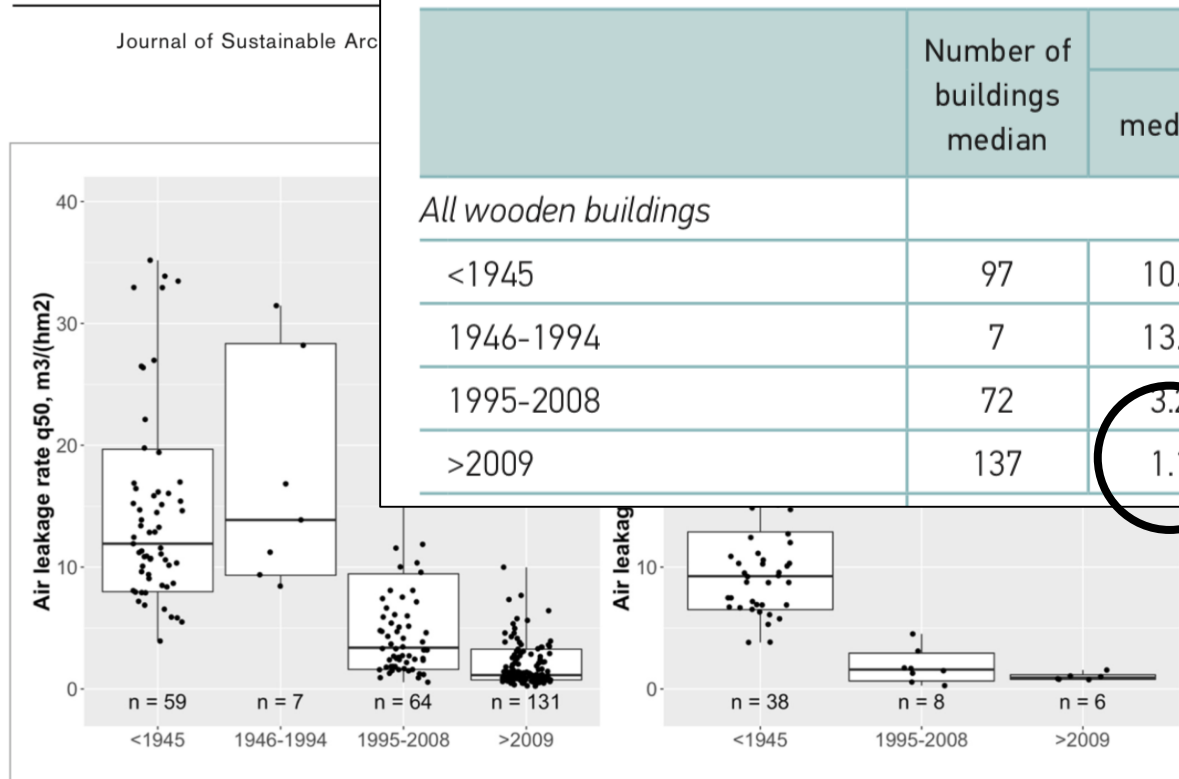
3+ years in future-proof prefab timber house factory

sense

3+ years (founder) in UT spin-off company

BUILDING NUMERICS

MÕÕTMISANDMETE PÕHJAL ON VIIMASTEL AASTATEL EHITATUD HOONETE ÕHUPIDAVUS OLULISELT PARANENUD



	Number of buildings median	Air leakage rate q_{50} , m ³ /(h·m ²)					
		median	16% percentile	84% percentile	mean	σ_{q50}	$q_{50,base}$
<i>All wooden buildings</i>							
<1945	97	10.7	6.9	16.4	12.5	6.9	17.8
1946-1994	7	13.9	9.3	28.3	17.1	9.2	26.8
1995-2008	72	3.2	1.5	8.1	5.2	5.5	9.5
>2009	137	1.1	0.8	3.1	1.8	1.6	3.0

Table 1

Effect of different factors on air leakage rate and its distribution

MIDA EELDADA OLUKORRAS, KUI HOONET EI OLE VEEL VÕIMALIK MÕÕTA? (PROJEKTEERMINE / ENERGIAARVUTUSED)

§ 9. Hoone välispiirde õhuleke

(1) Hoone ehitusloa taotlemiseks või ehitusteatise esitamiseks tehtavas energiatõhususarvutuses kasutatakse:

- 1) õhulekkearvu väärtust 1,5 kuupmeetrit tunnis ruutmeetri kohta, kui hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearvu mõõtmine;
- 2) deklareerimismeetodiga määratud õhulekkearvu väärtust.

(2) Juhul kui ehitusprojektis toodud õhulekkearv on suurem kui tabeli 6 baasväärtus, kasutatakse projekteeritud väärtust.

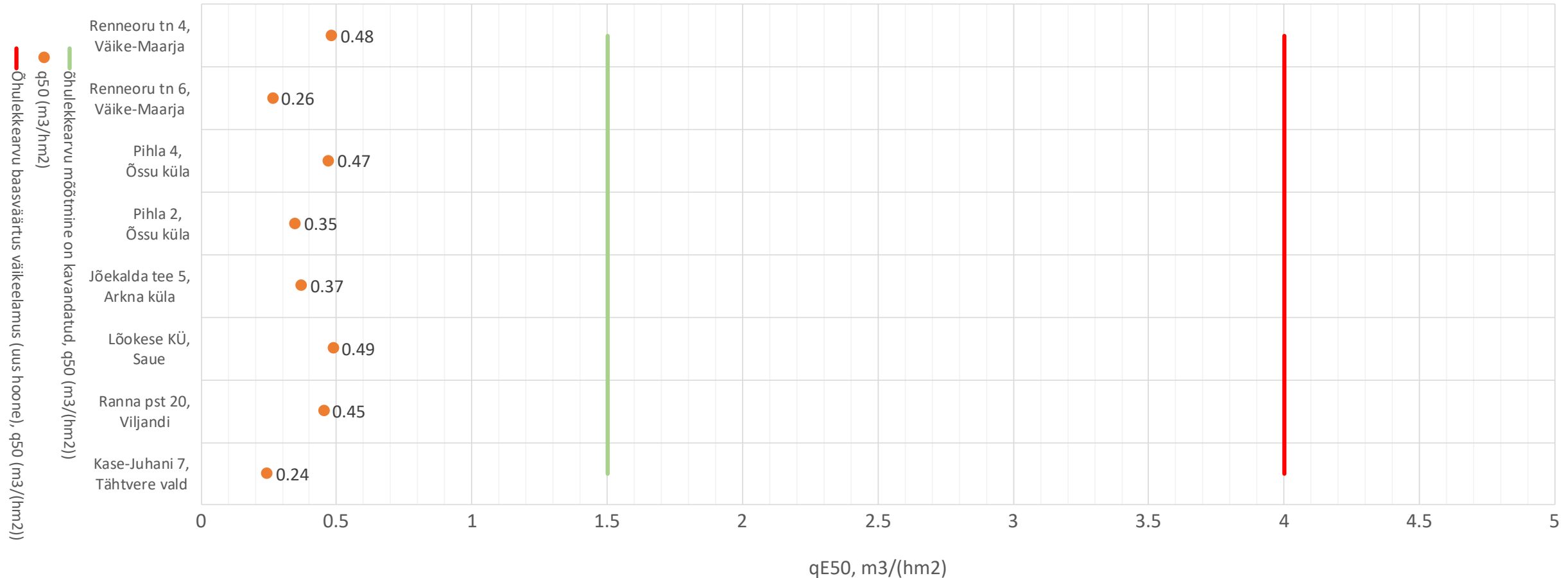
(3) Kui õhuleke on mõõdetud vastavalt standardile EVS-NE ISO 9972 või on tõendatud muu nõuetekohase standardi või samaväärse meetodi alusel, kasutatakse kasutusloa taotlemiseks või kasutusteatise esitamiseks tehtavas energiaarvutuses vastavalt mõõdetud või tõendatud väärtust.

(4) Kui välispiirde õhuleket ei ole mõõdetud või muul viisil tõendatud, tehakse energiaarvutus tabelis 6 toodud hoone õhulekkearvu baasväärtusega.

Tabel 6. Hoone õhulekkearvu baasväärtused välispiirde ruutmeetri kohta

Kasutusotstarve	Õhulekkearvu baasväärtus m ³ /(h·m ²)	
	Uus hoone, oluline rekonstrueerimine	Rekonstrueerimine, olemasolev hoone
Väikeelamu	4	6
Muu hoone	2,5	4

MIDA EELDADA OLUKORRAS, KUI HOONET EI OLE VEEL VÕIMALIK MÕÕTA? (PROJEKTEERMINE / ENERGIAARVUTUSED)



MIDA EELDADA OLUKORRAS, KUI HOONET EI OLE VEEL VÕIMALIK MÕÕTA? (PROJEKTEERMINE / ENERGIAARVUTUSED)

01.10.2018

Ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri määruse „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“ eelnõu seletuskiri

1. Sissejuhatus

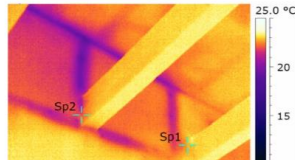
Määrusega kehtestatakse ehitusseadustiku (edaspidi *EhS*) § 65 lõike 3 alusel miinimumnõuded hoone energiatõhususele.

Määrus on koostatud ettevõtlus- ja infotehnoloogiaministri määrusena, kelle vastutusvaldkondade hulka kuulub vastavalt peaministri 24. novembri 2016. a korraldusele nr 130 „Ministrite pädevus ministeeriumi juhtimisel ja ministrite vastutusvaldkonnad“ ka ehitusvaldkond. Määruse koostamise tingis vajadus viia hoonete energiatõhususe nõuded kuluoptimaalsele tasemele. Kuluoptimaalsete energiatõhususe miinimumnõuete sätestamise kohustus tuleneb Eesti õigusesse üle võetud Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivist 2010/31/EL hoonete energiatõhususe kohta (ELT L 153, 18.6.2010, lk 13–35) (edaspidi *hoonete energiatõhususe direktiiv*).

Vastavalt hoonete energiatõhususe direktiivile tuleb iga viie aasta järel määrata hoonete energiatõhususe kulutõhusad tasemeid, võttes arvesse tehnilist arengut, mis möödunud perioodi jooksul on toimunud. Hoonete energiatõhususe direktiivile vastavad kuluoptimaalsed energiatõhususe miinimumnõuded võeti Eesti õigusesse üle Vabariigi Valitsuse 30. augusti 2012. a määrusega nr 68 „Energiatõhususe miinimumnõuded“. Tingituna EhS-i jõustumisest 1. juulil 2015. a asendati Vabariigi Valitsuse määrus majandus- ja taristuministri 3. juuni 2015. a määrusega nr 55 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“ (edaspidi *MTM määrus nr 55*), mis vastas EhS-s sätestatud volitustnormile. Energiatõhususe nõuded MTM määruse nr 55 sõnastuses sisuliselt ei muutunud. Seega on hoonete energiatõhususe direktiivile vastavate kuluoptimaalsete energiatõhususe miinimumnõuete sätestamisest möödunud viis aastat.

 1918
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
EHITUSFÜÜSIKA JA ARHITEKTUURI ÕPPETOOL

Elamupiirete õhupidavus



 1918
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
EHITUSFÜÜSIKA JA ARHITEKTUURI ÕPPETOOL

Elamupiirete õhupidavus

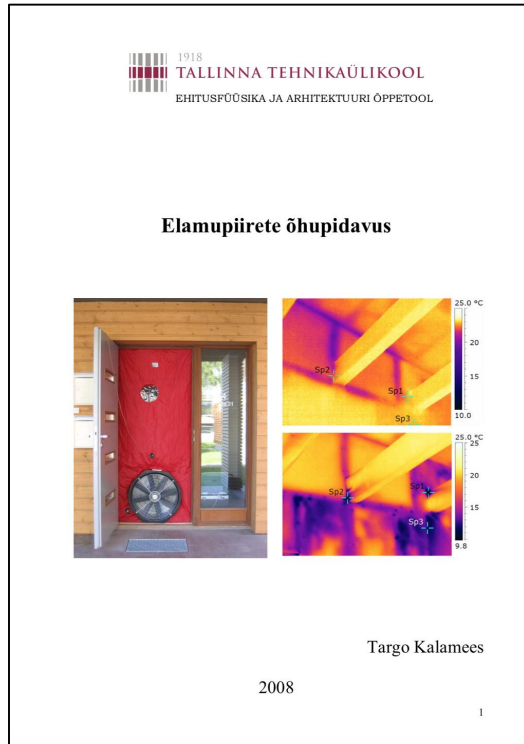
Uurimistöö
„Elamute õhulekkearvu baasväärtuse väljaselgitamine ja õhulekkearvu muul viisil tõendamise metoodika väljatöötamine“
raport

Deklareeritud õhulekkearv on teatud hoonetüübile hoone tarnija poolt õhupidavuse tõendamismeetodi abil deklareeritud õhulekkearv, mis arvestab mõõtmistulemuste hajuvust.

Deklareerimismeetodi kirjeldus on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli ehitusfüüsika ja arhitektuuri õppetooli uurimistöö „Elamute õhulekkearvu baasväärtuse väljaselgitamine ja õhulekkearvu muul viisil tõendamise metoodika väljatöötamine“ raportis.

<https://www.etis.ee/Portal/Publications/Display/93bbe584-a854-43ed-a20a-26508dcd835f>

ÕHUPIDAVUSE SÜSTEEMSE TAGAMISE KORRAL ON OLEMSOLEVATE HOONETE BAASIL VÕIMALIK "SÜSTEEMILE" VASTAV ÕHULEKKEARVU BAASVÄÄRTUS DEKLAREERIDA



Õhulekkearvu tõendamine **põhineb** hoone tarnija **kvaliteedisüsteemil**, mis tagab deklareeritud õhulekkearvu püsiva saavutamise. Kvaliteedisüsteemi kuuluvad nii:

- projekteerimine,
- ehitamine
- kui ka järelevalve.

Õhulekke tõendamismeetod koosneb järgmistest osadest:

- Uuring (süst. lahenduse kirjeldus, joonised, õhulekketestid);
- Deklareerimine (arvutus variatsiooni ja määramatuse jaoks);
- järelevalve ja kvaliteedikontroll (juhised / tegevused, järelkontroll 6 a hiljem).

ARVUTUSED / DEKLAREERIMINE

Deklareeritud õhulekkearv, $q_{50, dekl.}$, arvestab mõõtmistulemuste hajuvust ja arvu ning arvutatakse valemiga 2.1:

$$q_{50, dekl} = \overline{q_{50}} + k \cdot \sigma_{q_{50}}, \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2) \quad 2.1$$

kus:

$\overline{q_{50}}$ on antud hoone tüübi keskmine õhulekkearv, $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$;

k on kordaja, mis sõltub mõõdetud hoonete arvust [-], mis arvutatakse valemiga 2.2 ning mis põhineb normaaljaotuse järgse valiku 25 % fraktiili 84 % tõenäosusel (hoonetüübi kõigist hoonetest 75% vastab deklareeritud õhupidavuse suurusele 84% tõenäosusega);

$\sigma_{q_{50}}$ on antud hoone tüübi õhulekkearvude mõõtmistulemuste standardhälve, $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$, mis arvutatakse valemiga 2.3;

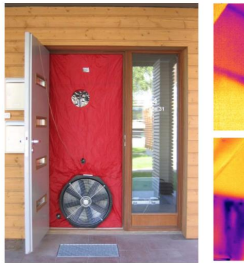
$$k = 0,674 + \frac{1}{\sqrt{n}}, - \quad 2.2$$

kus:

n on mõõdetud hoonete arv;

1918
TALLINNA TEHN
EHITUSFÜÜSIKA JA ARHI

Elamupiirete õh



2008

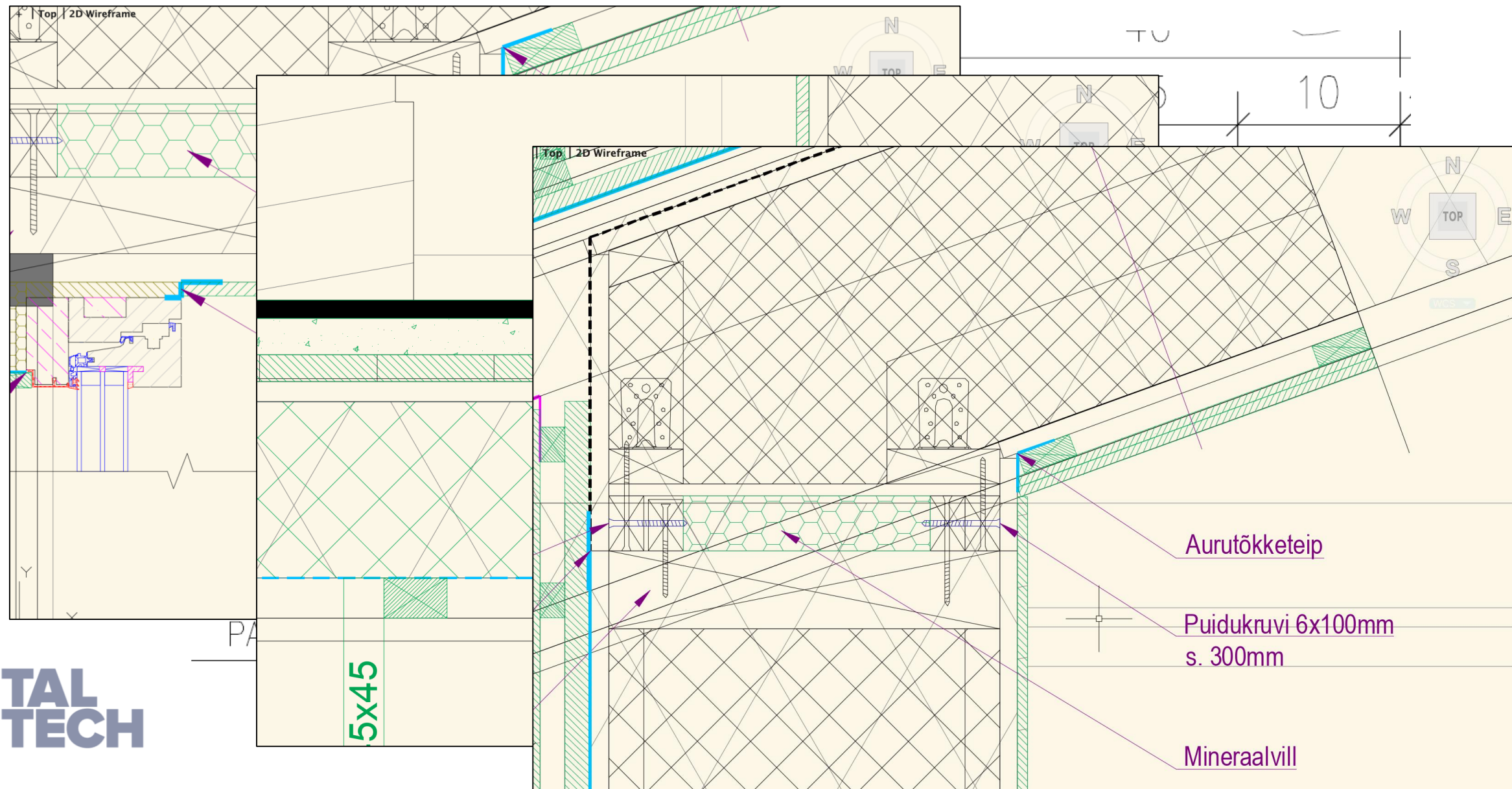
Ettevõtte väiksuse ning paindlikkuse tõttu on paljud tegevused mitteametlikud (kvaliteedi- ja tootmisohjesüsteem on loomisel).

- *Õhupidavuse tagamisega seotud sõlmejooniste „elav“ andmebaas projekteerimises;*
- *Korralised projektikoosolekud projekteerimise, tootmise ja ET-arvutustega seotud personali vahel iga projekti lahenduse kooskõlastamiseks.*
- *Sisekoolitused ja know-how jagamine töötajate vahel;*
- *Osaliselt samad inimesed tootmises / platsil + projekteerimises (nõ sisekontroll kvaliteedi tagamisel);*
- *Kõigi hoonete õhulekke mõõdistused nii ehituse ajal kui pärast hoone valmimist.*

Hoolikalt valitud komponendid / optimeeritud konstruktiivne lahendus



Õhupidavuse tagamiseks projekteerimises eraldi joonise kihid ja markeering



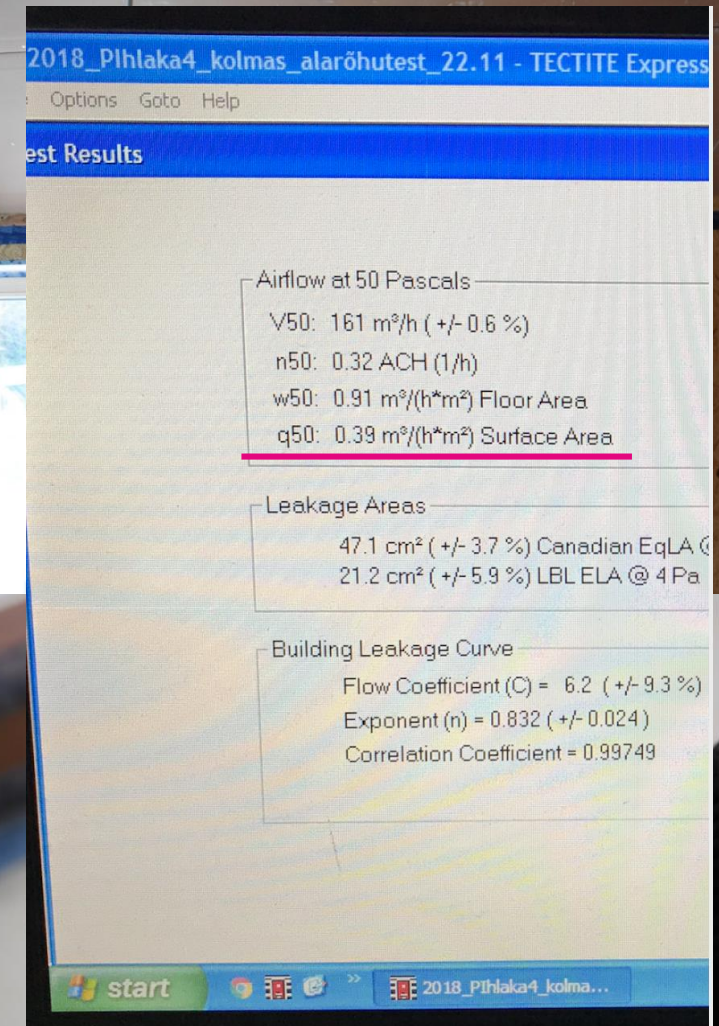
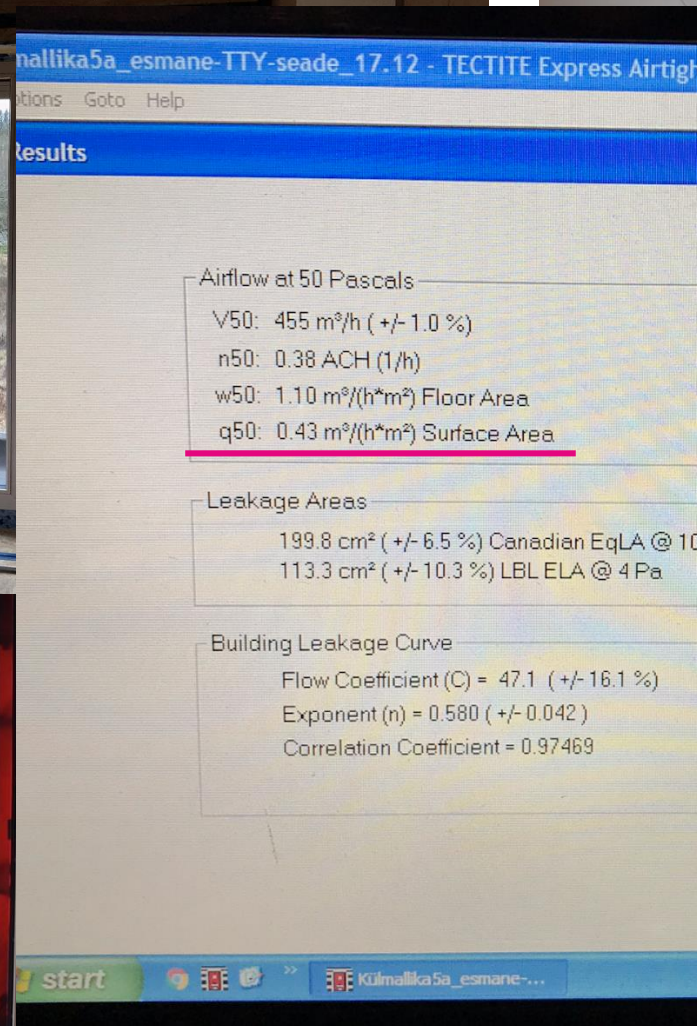
Avatäidete ettevalmistamine teipimiseks



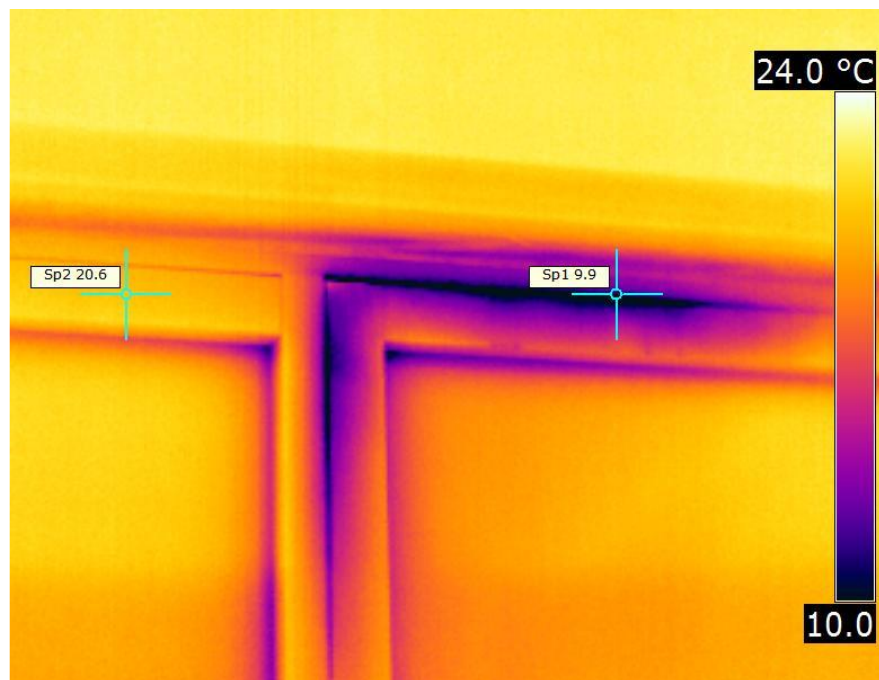
Õhupidavate kihtide ühendamise ja liitekohtade teipimine ehituse ajal



Oluline kontrollmõõdistus ehituse ajal, enne siseviimistlust (parandused võimalikud)



Oluline kontrollmõõdistus ehituse ajal, enne siseviimistlust (komponentide kontroll!)



SENSE TEHASEMAJADE MÕÕTETULEMUSED JA DEKLAREERITUD ÕHULEKKEARVU ARVUTUSKÄIK

Keskmine õhulekkearv:

$$\bar{q}_{50} = \frac{0,35 + 0,37 + 0,48 + 0,26 + 0,47 + 0,49 + 0,45 + 0,24}{8} = 0,39 m^3 / (h \cdot m^2)$$

Standardhälve:

$$\sigma_{q_{50}} = \sqrt{\frac{(0,35 - 0,39)^2 + (0,37 - 0,39)^2 + \dots + (0,45 - 0,39)^2 + (0,24 - 0,39)^2}{8 - 1}} = 0,10 m^3 / (h \cdot m^2)$$

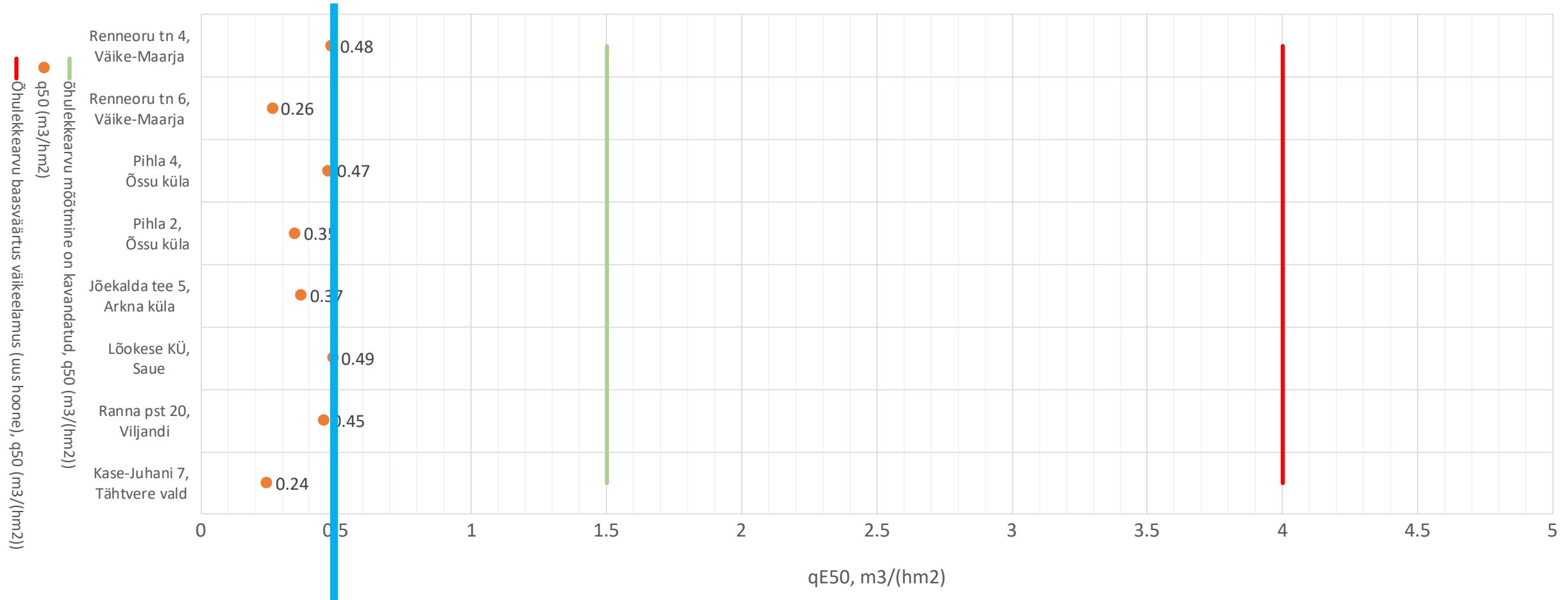
Kordaja k:

$$k = 0,674 + \frac{1}{\sqrt{8}} = 1,03$$

Mõõtmiste aluses tõendatud hoonetüübi õhupidavus:

$$q_{50, \text{dekl}} = 0,39 + 0,1 \cdot 1,03 = 0,49 m^3 / (h \cdot m^2)$$

SENSE TEHASEMAJADE MÕÕTETULEMUSED JA DEKLAREERITUD ÕHULEKKEARVU ARVUTUSKÄIK



KOKKUVÕTE: OLULISEMAD ASPEKTID ÕHUPIDAVUSE TAGAMISEL (SENSE KOGEMUS)

sense

TAL
TECH

- *Tooteatendus – süsteemsed tüüplahendused ja materjalid. Toode lähtub funktsionaalsusest, komponentide hoolikas valik, katsetused erinevate teipidega;*
- *Projekteerimine – arhitektuurist tingitud keerukam kihtide ühendamise juba algfaasist alates laual hoida (suhtlus tootmisega ja ET-spetsialistiga). NB! Niiskusturvalisus ja sõlmede toimivus!*
- *Tootmine ja ehitus – sisekoolitus ja oskusteabe jagamine ettevõtte sees;*
- *Läbivalt – vajalik on üks inimene kes jälgib õhupidavusega seotud küsimusi ja kelle käest saab tõrgete puhul kiiret tagasisidet;*
- *Osaliselt samad inimesed tootmises / platsil + projekteerimises (nõ sisekontroll kvaliteedi tagamisel);*
- *Kõigi hoonete õhulekke mõõdistused nii ehituse ajal kui valmimisel.*



TÄNAN KUULAMAST

JAANUS HALLIK | jaanus.hallik@taltech.ee

TALTECH (Nearly Zero Energy Buildings Research Group) | Sense OÜ

Teadmistepõhine ehitus 2019 konverents Viru konverentsikeskuses 23.04.2019