

# Välisseinte soojapidavuse mõõtmiste tulemustest

KOKKUVÕTE INSENERIKOJA VÄLISSEINTE UURIMISE KOMISJONI TÖÖDEST  
A. 1937÷1939.





82.018

# Välisseinte soojapidavuse mõõtmise tulemustest.

Kokkuvõte Insenerikoja välisseinte uurimise komisjoni töödest a. 1937–1939.

**Komisjon** moodustati Insenerikoja poolt 17. jaanuaril 1937. Komisjoni töödest on osa võtnud Tehnikaülikoolist prof. L. Jürgenson, prof. E. Maltenek ja viimase haigestumise järele ins. A. Tammer; Insenerikojast arh. A. Esop ja J. Pikkov, ins. A. Grauen ja H. Oss ning komisjoni esimehena ins. E. Mõttus.

Komisjoni algatusel ja lisas loetletud asutiste lahkel toetusel hankis Insenerikoda soojavoolu mõõtmise aparraadi, millega Tehnikaülikooli Ehitusõpetuse Laboratooriumi tegelikul korraldusel ja prof. L. Jürgenson'i juhatusel komisjoni poolt koostatud kavade kohaselt aastail 1937–1939 toimusid allpool kirjeldatud välisseinte soojapidavuse mõõtmised ja uurimused. Joonisel 7 on näidatud mõõdetud seinte tarindusviis ja soojavoolu mõõtmiste andmed väljendatult soojavoolu tegurites. Sealjuures on iga seina kohta võrdluseks toodud ka teoreetiliselt arvatud tegurid „k” ja „ $\Delta$ ”.

Ilmastikuolud ja muud olulisemad andmed iga üksiku mõõtmise kohta on esitatud tabelis nr. 1 ja seinatüüpide soojapidavuse võrdlus tabelis nr. 2 ning joon. 8 ja 9. Mõõtmiste kohta käiv algmaterjal on hoiul Ehitusõpetuse Laboratooriumi arhiivis. Tulemuste kokkuvõte ja esitises esinevate märkide seletus on käesoleva esitise lõpul.

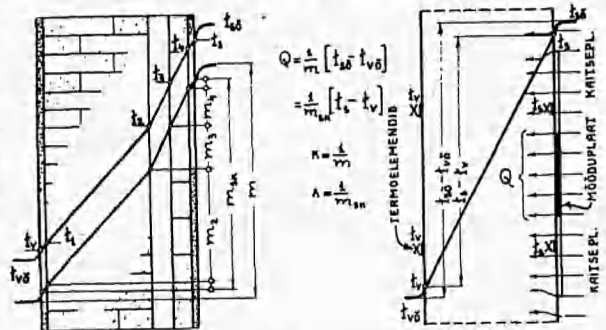
## Töö ulatus.

Soojavoolu-mõõteaparadiga mõõdeti kokku 33 eri hoone välisseinu, netto-mõõtmisvältusega 3650 tundi. Nopsaseinu on lisaks sellele vaatlamise teel uuritud 13 hoonel Nõmme linnas ja 45 hoonel Peresaare asunduses. Viimastest on soojavoolu-mõõteaparadiga mõõdetud 2 seina, pinnatermomeetritega 16 seina, elektrilise takistumõõtjaga sisekihi niiskusesisaldust on määratud 13 seinal, avamise teel on täidist uuritud ühel seinal ja vaadeldud 20 seina. Saviseinu on mõõdetud Viljandis soojavoolu-mõõteaparadiga 2, pinnatermomeetritega 10; pealeselle on Viljandis pinnatermomeetritega mõõdetud puitseinu 3 ja kiviseinu 2 ja vaadeldud on saviseinu 5.

**Mõõtmiste ülesanne** oli võrdlusandmete hankimine välisseinte soojapidavuse kohta tegelikes hoonetes ja harilikes oludes, nagu neid tingib

hoone tegelik kasutamine. Eriti oli sellejuures rõhutatud tegelike andmete saamise tähtsust nopsaseinte kohta, kuna nende soodsuse kohta oli lahk-  
arvamisi.

Seinte soojajuhtivust on võimalik arvutada teoreetiliselt. Kuid raskusi teeb siin materjalide eritakistuse väärtuse oletamine. Peale urbsuse eritakistus oleneb väga suuresti veel materjali niiskusesisaldusest ja tegelik niiskusesisaldus sõltub väga paljudest teguritest, nagu seina väliskaitse, seina tihedus vee ja veeauru suhtes, tihenduskih-



Joon. 1. Mõõtmisviisi skeem.

tide asukoht seinas jne. Ligemate andmete puudusel tuleb teoreetiliselt arvutuses iga materjali eritakistus võtta kirjanduses soovitatud suurus. Kuna see suurus võib lahku minna tegelikust väärtusest, siis on ka teoreetiliselt arvutuse täpsus sellega piiratud. Seina soojajuhtivuse otsene mõõtmine aga lubas anda vastuse, milles kõik tegurid on juba iseenesest arvesse võetud.

**Mõõtmise viis.** Mõõtmise toimus  $500 \times 500 \text{ mm}^2$  suure 8 mm paksu mõõteplaadiga. Plaat sisaldab suure arvu järjestikkulülitatud termoelemente, mille ümber on valatud kummi. Temperatuuri vahedest ( $\Delta t$ ) kahelpool plaati tekib termoelementides termoelektriline vool; seda mõõdab millivoltmeeter. Suhe temperatuuride vahe ( $\Delta t$ ) ja sellele vastava soojavoolu tugevuse ( $Q$ ) vahel on määratud laboratooriumis<sup>1)</sup>. Nii võis vastava kaliibrimis-tabeli abil millivoldid otseselt ümber arvutada soojavooluks läbi plaadi.

<sup>1)</sup> Käesoleval juhul dr. Raisch'i laboratooriumis, Münchenis.

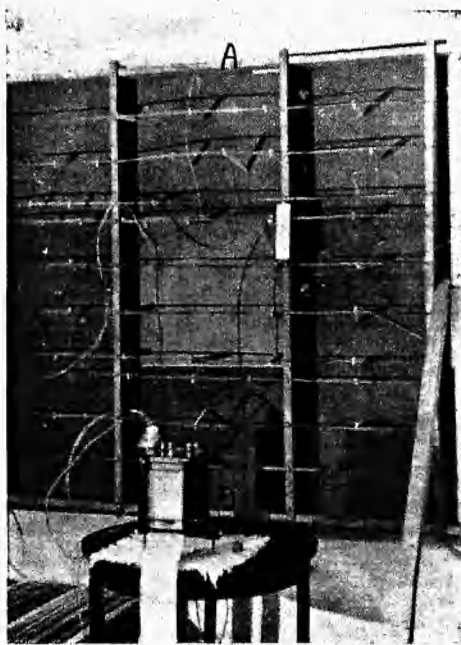
Mõõtmisel asetatakse plaat võimalikult tihedalt vastu seinale. Selleks, et soojavool läbi seinale oleks endiselt paralleelne, ümbritsetakse mõõteplaat ümber ringi 500 mm laiuse plaadiga, mis takistab soojavoolu suundumist voolama ümber mõõteplaadi äärte.

Plaadi omataktistus on väike võrreldes meie välisseinte takistusega ja ei muuda olukorda kuigi tuntuvalt.

Lisaks läbi seinale voolava soojahulgale ( $Q$ ) ajaühikus on veel tarvis teada ka temperatuure, mis seda voolu põhjustasid. Nende mõõtmiseks on omakorda seinale kinnitatud termoelementid: üks seeria plaadi alla, mis mõõdab seinale sisepinna temperatuuri ( $t_s$ ), ja teine seeria seinale välispinnale sealse temperatuuri ( $t_v$ ) mõõtmiseks. Kuna sel juhul meil on tarvis teada mitte ainult temperatuuride vahet, vaid ka nende tegelikke suurusid, on nullpunkti saamiseks vastaselement paigutatud jääga täidetud termos pudelisse.

Tegelikult mõlemad temperatuurid kõiguvad, eriti muidugi välimine; nende mõõtmiseks on tarvis pidevat märkimist. Seda toimetab automaatselt registreeriv millivoltmeeter, mis lindile märgib kõik kolm mõõdet  $t_v$ ,  $t_s$  ja  $Q$  (vt. joon. 1, 2, 3 ja 6).

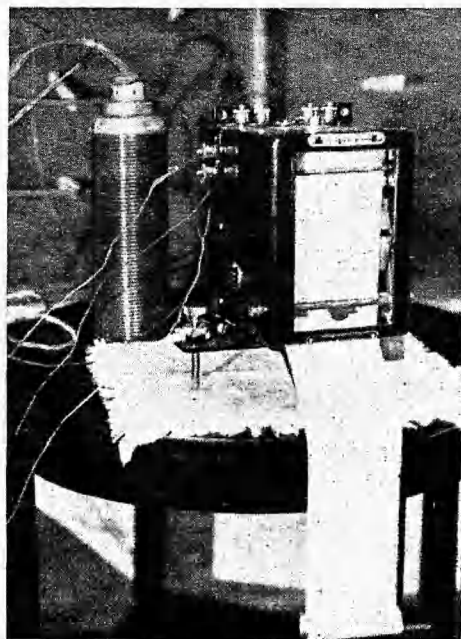
Ülesvõttel joon. 2 on näha plaadi seinale kinnitamise viis, voltmeeter ja jääpudel.



Joon. 2. Mõõteplaadi ja kaitseplaadi kinnitus seinale. Püstpuude külge on kinnitatud kummipaelad, mis pulkade abil suruvad plaadid vastu seinale pinda.

**Mõõtmiste teooria.** Kogutakistus  $m = 1 : k$ , mille soojavoolule moodustab sein, on üksikute elementide üksiktakistuste summa, s. o. sisepinna takistus ( $m_s$ ) + seinale seesmine takistus ( $m_{sk}$ ) + välispinna takistus ( $m_v$ ). Seega  $m = m_s + m_{sk} + m_v$ .

Kui seinale seesmus koosneb üksikuist eri kihtidest, siis  $m_{sk}$  on võrdne üksikute kihtide takistuste



Joon. 3. Automaatselt registreeriv millivoltmeeter ja termos pudel jääveega temperatuuride nullpunkti saamiseks.

( $m_1, m_2, m_3$  jne.) summaga. Seega  $m = 1 : k = m_s + m_v + m_1 + m_2 + m_3 + \dots = m_s + m_v + \Sigma m_n$ . Homogeense kihi takistus  $m_1$  on ainese eritakistus  $\left(\frac{1}{\lambda}\right)$  korda kihi paksus ( $d$ ), s. o.  $m_1 = \frac{d_1}{\lambda_1}$

$$m_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} \text{ jne.}$$

Nii siis, teades seinale mõõtmiseid ja eritakistusi, võime arvutada  $m$  ja selle pöördväärtuse  $k = 1 : m$ , s. o. seinale kogutakistuse või juhtivuse ühekraadilise õhutemperatuuride vahe man. Soojavoolu tugevus  $Q$  on proportsionaalne tegelikule temperatuuride vahele

$$Q = \frac{1}{m} (t_{s0} - t_{v0}) = \frac{1}{m_{sk}} (t_s - t_v).$$

Samuti võime iga üksiku kihi kohta kirjutada

$$Q = \frac{t_1 - t_v}{m_1} = \frac{t_2 - t_1}{m_2} = \frac{t_3 - t_2}{m_3} \dots \text{ ehk}$$

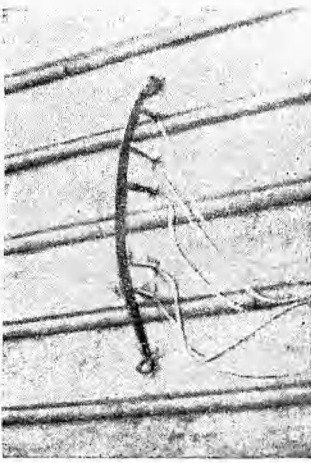
$$Q = \frac{\Delta t_1}{m_1} = \frac{\Delta t_2}{m_2} = \frac{\Delta t_3}{m_3} \dots \text{ jne.}$$

See kehtib muidugi ka mõõteplaadi kohta: teades  $m_p$  ja mõõtes  $\Delta t$ , leiamegi sooja voolutugevuse  $Q$ . Tegelikult mõõdame  $\Delta t$  termoelementide patarei abil millivoltides ja tuletame millivoltidest otseselt  $Q$  kcal/m<sup>2</sup> h. Siit leiame

$$m_{sk} = \frac{t_s - t_v}{Q} = \frac{1}{\Lambda} \text{ ja võime tuletada } k \text{ (valemist } k = 1 : (m_{sk} + m_s + m_v)).$$

Välispinna termoelementide kinnitus on näha ülesvõttel joon. 4. Juhtmed tuli toast välja tuua kas läbi akende või läbi puurmulkude, kus see võimalik oli.

Soojavool toimub teatavasti kolmel viisil: konduktsiooni, konvektsiooni (pöörivoolu) ja kiirgamise teel. Tahkete kehade seesmuses vool toimub



Joon. 4. Termoelementide kinnitus välisseinale. Naelte külge on kinnitatud pingutatud kummipael, mis vahepulkade abil surub elemendid vastu seinapinda.

peamiselt konduktsiooni teel. Pindadel aga ja õhukihtides on peamine tähtsus kiirgamisel ja konvektsioonil.

Üldiselt võetuna kandub 50÷80% kogu voolust seinapindade kiirgamise teel, ülejääv osa — konvektsiooni teel.

Kiirgamine on sõltumatu toaõhu temperatuurist, sõltudes vaid kiirgampindade temperatuuridest ja iseloomust. Sel põhjusel pole soojavoolu tegur

$$k = \frac{Q}{t_{s0} - t_{v0}}$$

just eriti tabav tegur.

**Mõõtmiste tehnika.** Plaat asetati seinale joon. 2 nähtaval viisil. Ülessead tuli nii tarindada, et võimalikult vähe tüli tuua korteriomanikule. Nii tuli hoiduda naelte tagumisest jne. Rõhtpuu A ja B on plaadipoolisel küljel 30 mm sügava väljalõikega, et vähendada õhu konvektsiooni takistust plaatide kohal.

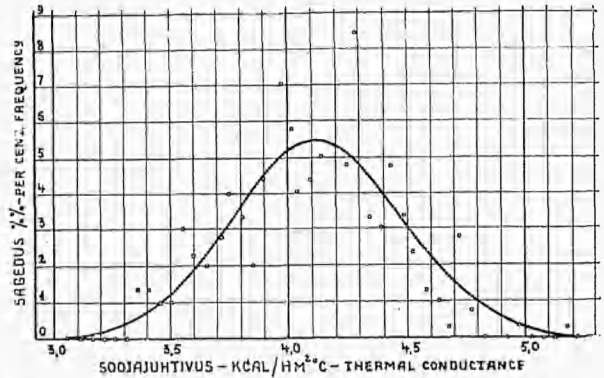
Kuna nii vool kui ka temperatuurid alaliselt kõikusid, tuli soojavoolu tegur arvutada mõõtediagrammide kõverate integraalidest ehk, teisiti öeldud, tuli leida keskmine  $Q$ ,  $t_v$  ja  $t_s$  ja siit leida seinajuhtivus, mis joonistel on märgitud tähega  $L$ .

Kuna välimine termoelement ei lasknud end seinapinna sisse suruda, võis ta olla mõjutatud õhutemperatuurist. Aparaadid mõõtetest tuleta-

tud soojavool  $L$  peaks sellepärast asuma teoreetiliselt arvatud suuruste  $\Delta$  ja  $k$  vahel, kuid  $\Delta$  ligilähedal. Tegelikke tulemusi näeme joonisel 7.

**Mõõtmiste kestus** iga seinakohta on märgitud tabelis. Üldiselt võetuna oluiks võrdlus seda täpsem, mida pikem oluiks mõõtmine ja mida suurem oluiks läbivoolanud soojahulk võrdlemise seinajärgusega. Üteldu kehtib eriti olukorra kohta, kus välisilmastik on järsukalt muutuv.

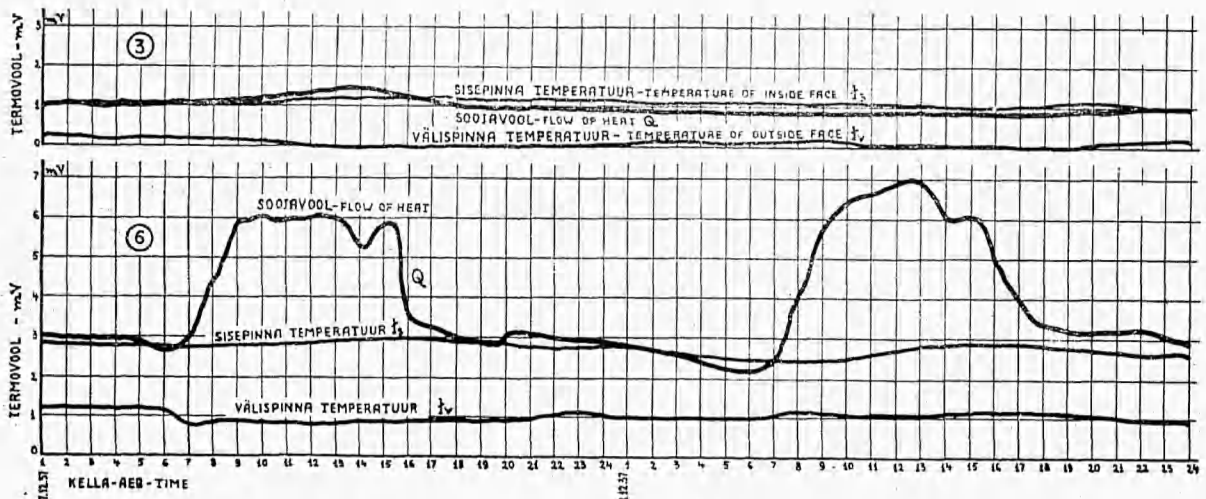
**Materjalide eritakistused** on teoreetiliselt arvutis võetud Rootsi ja Norra autoriteetide soovitusel kohaselt, kuna ju sealne ilmastik enamvähem vas-



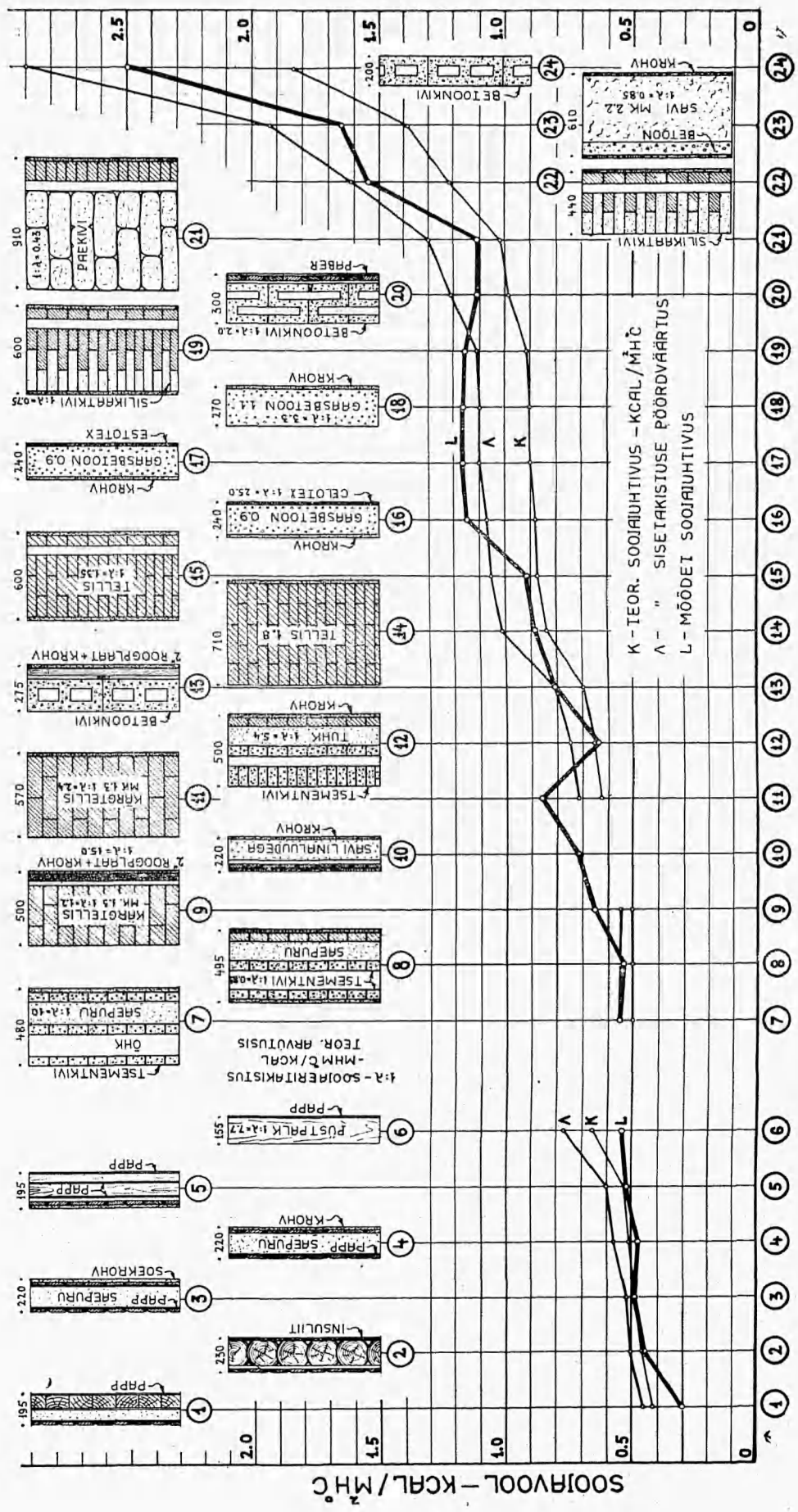
Joon. 5. Tüüpilisi mõõtetulemusi soojavoolust läbi ühekordse akna (Building Research Station'i andmetel). Sageduskõver on arvutatud 296 ühetunnise mõõte tulemustest.

tab meisele. Teoreetiliselt arvutis tarvitatud  $\lambda$  suurused on märgitud joonisel 7. Pindade takistusteks on võetud  $m_s + m_v = 0,13 + 0,07 = 0,20$ . Saadud suurused on diagrammis märgitud  $k$  ja  $\Delta$ -ga.

Nagu nägime varemalt, ei ole  $k = \frac{Q}{t_{s0} - t_{v0}}$  kuigi püsiv suurus, kuna  $Q$  peale ( $t_{s0} - t_{v0}$ ) oleneb ka veel kõigist neist tegureist, millest oleneb kiirgamine ja konvektsioon. Selle tagajärjel kõigub  $k$  alaliselt, ja keskmise väärtuse saamiseks oleks vaja pikaajalist mõõtmist. Selle illustratsiooniks on joon. 5 toodud Briti Ehituslaboratooriumi



Joon. 6. Tüüpilisi mõõtediagramme elaniketa (3) ning kütmata ruumis ja elutatud ning ahjuga kõetavas ruumis (6). Kõetud ahju kiirgamine põhjustas soojavoolu järske tõuse.



Joon. 7. Mõõdetud seinad ja mõõtmiste tulemused. Seinad on asetatud nende soojahtivuse järjekorras.

Tabel 1. Üksikandmed soojavoolu aparaadiga teostatud mõõtmistest.

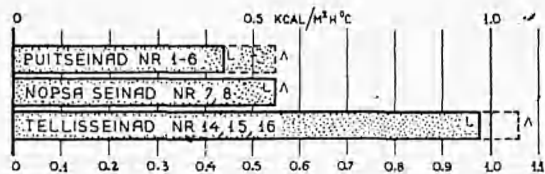
Järjekorra nr. . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Seina paksus mm . . . .	195	232	220	195	195	155	512	495	500	220	570	500	275	710	600	240	240	270	600	300	910	440	610	200	
Kaal kg/m <sup>2</sup> . . . . .	105	105	110	75	115	80	520	490	585	250	735	650	340	1280	940	230	230	320	940	400	1975	650	1320	325	
k kcal/m <sup>2</sup> h°C . . . . .	0,42	0,47	0,48	0,52	0,54	0,68	0,50	0,50	0,50	—	0,62	0,66	0,70	0,85	0,88	0,88	0,90	0,91	0,91	0,99	1,04	1,22	1,39	1,83	
Λ —, — . . . . .	0,46	0,52	0,53	0,58	0,61	0,79	0,55	0,55	0,55	—	0,71	0,76	0,81	1,02	1,06	1,07	1,10	1,11	1,11	1,23	1,31	1,62	1,93	2,90	
L —, — . . . . .	0,30	0,46	0,49	0,48	0,53	0,54	0,55	0,56	0,66	0,71	0,87	0,63	0,82	0,88	0,91	1,14	1,18	1,18	1,16	1,12	1,12	1,58	1,65	2,50	
Erisoojus kcal/m <sup>2</sup> °C . . . .	32	32	32	35	34	27	135	120	135	56	162	160	75	274	200	65	65	70	180	85	346	125	275	75	
Päevane vool kcal/m <sup>2</sup> . . . .	160	262	160	171	112	168	195	155	180	262	158	250	106	312	307	332	303	276	298	316	387	570	416	312	
Mõõtmiste kestuspäevad . . . .	4,5	5,0	2,0	4,0	2,5	3,0	4,0	10,0	10,0	4,0	4,0	4,0	6,5	4,0	6,0	5,0	4,5	2,0	4,0	2,5	9,0	10,0	4,0	4,5	
Välistemperatuuril kõikumised mõõtmiste kestel {	-3,4	-0,5	+1,0	+0,4	+4,0	+2,0	+1,5	+3,0	+4,3	+2,4	+6,8	-2,4	-0,7	+0,4	-5,6	+0,9	+1,1	-2,5	+6,7	-1,7	-9,7	-0,3	+2,7	-10,0	
Keskmine välistemperatuur . . . . .	-11,9	-19,7	+4,2	+3,4	+5,8	+5,4	-2,2	-5,1	-5,0	-6,1	+1,3	+0,2	+7,0	-3,7	-14,6	-3,8	-3,3	-1,5	-0,7	+0,2	-0,9	-17,5	-1,9	-1,2	
Pilvitus % . . . . .	-6,8	-10,6	+2,7	+1,8	+4,8	+3,8	-0,3	-0,1	+0,7	-0,3	+4,5	-1,1	+3,0	-1,5	-9,3	-1,2	-1,0	-2,0	+2,8	-0,4	-5,0	-9,5	+0,7	-5,1	
Välisiiskus % . . . . .	98	72	80	62	70	30	100	82	68	80	85	70	80	100	99	85	73	10	97	70	100	67	100	75	
Seina orientatsioon, vastu	92	94	84	80	78	83	86	89	82	90	85	78	87	97	90	88	75	63	94	77	94	83	93	87	
Nurk tuulesuuna ja seinapinna vahel . . . . .	N	NW	NW	S	SE	S	W	S	N	W	N	E	SW	S	S	S	W	NE	N	SW	E	SW	S	SW	
Tuule keskmine kiirus m/sek . . . . .	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>	40 <sup>0</sup>	50 <sup>0</sup>	40 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	0	
Tuule tugevus min—max	3,2	4,0	4—6	7—10	2—5	5—7	1—12	4—12	3—6	4—12	3—15	6—10	3—7	—	2—9	2—12	4—12	10—14	1—8	5—13	1—8	3—8	3—5	2—8	
Sademad mm	—	—	4,0	0,8	—	—	—	—	12,2	11,3	20,3	—	11,9	—	—	—	—	—	6,5	—	—	—	3,4	—	
vihm . . . . .	1,9	1,5	—	—	—	—	9,2	—	—	—	—	2,8	—	13,0	9,2	0,3	—	—	—	10,0	4,5	0,5	—	1,5	
lumi . . . . .	1938	1938	1938	1938	1938	1938	1938	1938	1939	1939	1939	1938	1938	1939	1938	1939	1939	1938	1938	1938	1938	1939	1939	1938	
Mõõtmise teostatud . . . . .	Kopli	Kopli	Nõmme	Nõmme	Nõmme	Nõmme	Peresaare	Tallinn	Tallinn	Viljandi	Tallinn	Nõmme	Tallinn	Tallinn	Kopli	Nõmme	Nõmme	Tallinn	Kopli	Nõmme	Kopli	Kopli	Viljandi	Tallinn	
Seina asukoht . . . . .																									

Tabel 2. Mõõtmiste tulemuste kokkuvõte tähtsamate seinatüüpide kohta ja nende tüüpide võrdlus puitseinaga.

Seina tüüp	Arv	Mõõte- välde tun- dides	Paksus mm	Kaal kg/m <sup>2</sup>	Teoree- tiline k kcal m <sup>2</sup> h°C	Teoree- tiline Λ	Mõõ- detud L	L/Λ %%	Võrdlus puitseinaga		
									Mõõdetud %%	Teoreetil- selt arvutatud %%	Teoreetilise võrdluse erinevus mõõdetust %%
Puitsein 1—6	6	504	200	110	0,50	0,55	0,44	80	100	100	—
Nopsasein 7—8	2	342	500	505	0,50	0,55	0,55	100	125	100	+ 20
Kärgtellissein 9, 11	2	350	535	660	0,56	0,63	0,76	120	172	115	+ 33
Betoonkivi+roog13	1	156	275	340	0,70	0,81	0,82	101	186	147	+ 21
Gaasbetoonsein 16—18	3	274	250	260	0,90	1,09	1,17	107	266	197	+ 26
Tellissein 14, 15, 19	3	308	640	1055	0,88	1,06	0,98	93	221	193	+ 12,6
Betoonkivisein 24	1	108	200	325	1,83	2,90	2,50	86	570	525	+ 7,9
Savisein 23	1	91	610	1320	1,39	1,93	1,65	86	375	350	+ 6,7
Savi + linaluud 10	1	93	220	250	—	—	0,71	—	160	—	—
Paekivisein 21	1	216	910	1975	1,04	1,32	1,12	83	255	240	+ 5,9

akende soojavoolu mõõtmiste tulemusi. Nagu näeme, on kõikumised plus ja minus kahekümne protsendi piirides, olenedes antud juhul peamiselt pilvitusest, vähemal määral tuulest.

Nii ei saa kõneallevate mõõtmiste tulemusi võtta kui absoluutset iseloomustust iga üksiku seina kohta. Nad annavad aga siiski tõetruu võrdluse üksikute tüüpide vahel. Selleks on siinjuures toodud tabelites tehtud üldkokkuvõte ja võrdlus.



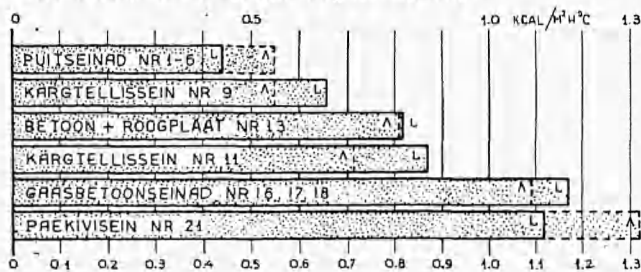
Joon. 8. Puitseinte soojajuhtivuse võrdlus nopsa- ja tellisseintega.

### TULEMUSTE KOKKUVÕTE.

1. Saadud tulemuste üldkokkuvõte on siin esitatud diagrammidena ja tabelites (1 ja 2).
2. Mõõtmiste tulemused ühtuvad teoreetiliselt arvutatud tulemustega pluss-miinus 15% piires.
3. Mõõdetud seinatüüpidest osutus soojapidavuselt parimaks puitsein.
4. Teisel kohal on nopsasein, olles keskmiselt 10% suurema soojajuhtivusega kui puitsein.
5. Nopsaseina soojapidavus on peamiselt täidise ja osutus praktiliselt sõltumatuks kivi iseloomust.
6. Ühe õhkuvahega rasketellismüür osutus soojapidavuselt ümmarguselt kaks korda halvemaks puitseinast.

7. Õhkuvahega ja tellistega vooderdatud paas- müür oli soojapidavuselt umbes 15% nõrgem rasketellismüürist.

8. Kärgtellisseinad andsid mõõtmistel umbes 20% halvema tulemuse kui teoreetiliselt arvutatud. Seda võis põhjustada ehitusniiskus, mis veel polnud suutnud seinast välja kuivada.



Joon. 9. Puitseinte soojajuhtivuse võrdlus kärgtellis-, betoon- ja paasseinaga.

9. Puitseina soojapidavus osutus paremaks kui teoreetiliselt arvutatud. Tulemus on kooskõlas skandinaavia teadlaste kogemustega, kes soovivad teoreetiliselt arvutis praegu tarvitavat puidu eritakistust tõsta.

10. Gaasbetoonseinad näitasid soojapidavust, mis ühtub nende mahukaalule vastava teoreetilise teguriga umbes 10-protsendilise niiskussisalduse puhul.

11. Laudvoodriga massiivsed saviseinad olid liiga külmad ja inimelamuks ebasobivad. Savi ja linaluude segu puitsõrestikseina täidise osutus võrdlemisi soodsaks.

12. Kõigis seisus on soojapidavusegi seisukohalt oluliselt tähtis, et ehitustöö oleks korralik.

## Märkide seletus.

$k = \frac{l}{m}$  seinä soojavoolu tegur ( $\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ).

$\Lambda = \frac{l}{m_{\text{sk}}}$  seinä soojajuhtivus ( $\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ) (teoreetiliselt arvutatud).

L seinä soojajuhtivus ( $\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ) (mõõdetud).

m seinä kogutakistus ( $\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ ).

$m_{\text{sk}}$  seinä sisetakistus ( $\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ ).

$m_s$  seinä sisepinna takistus — do —.

$m_v$  seinä välispinna takistus — do —.

$m_p$  mõõteplaadi eritakistus,

$t_{v0}$  välisõhu temperatuur  $^\circ\text{C}$ .

$t_{s0}$  toaõhu temperatuur  $^\circ\text{C}$ .

$t_s, t_v$  seinä sisepinna, resp. välispinna temperatuur  $^\circ\text{C}$ .

Q soojavoolu tugevus ( $\text{kcal}/\text{hm}^2$ ).

$\frac{l}{\lambda}$  sooja eritakistus  $\text{m}^2\text{hm}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ .

---

Märkus: Käesolevas uurimuses on välisseinu vaadeldud ainult nende soojapidavuse seisukohast. Otsustamiseks ühe või teise seinä tüübi otstarbekohasuse üle tuleb arvesse võtta veel ka teisi tegureid, nagu ehitamise maksus, tulekindlus, majandamise kulud jms., mida käesolevas uurimuses käsitatud ei ole.

## L I S A.

### Insenerikoda toetasid rahaliselt soojavoolumõõtmise aparadi muretsemiseks alljärgnevad asutised:

- 1) Põllutöoministeeriumi Asundusamet.
- 2) Tallinna Linnavalitsus.
- 3) Majaomanikkude koda.
- 4) Eesti Vabrikantide Ühisus.
- 5) A/S Eesti Metsatööstus.
- 6) A/S Balti puuvilla ketramise ja kudumise vabrik.
- 7) Eesti A/S C. Siegel.
- 8) A/S Loksa tehased.

- 9) O/ü „Siilikat“.
  - 10) A/S „Tsemendivabrik Port-Kunda“.
- Peale selle toetasid mõõtmise ja uurimise korraldamist veel:
- Majandusministeeriumi Tööstusosakond,  
Tallinna Tehnikaülikool,  
Loodusvarade Instituut,  
Tallinna Linnavalitsus ja  
Ehitusettevõtte insener M. Arronet.

Üksikuid väljavõtteid käesolevast uurimusest võib avaldada ainult Insenerikoja loal.