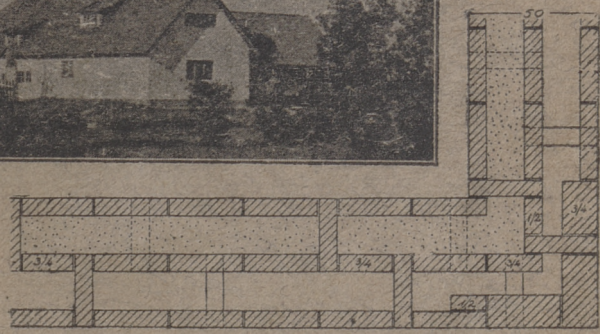


EB61  
445

Ins. A. GRAUEN JA V. ALVER.

1

# TULEKINDEL EHTUSVIIS „NOPSA“



3 14  
37

IRJASTUS, TALLINN 1936

V. a. ....

Arvates, et Teie tunnete huvi tulekindlate ehitusviiside vastu  
julgeme Teile saata äsja ilmunud raamatu „**Tulekindel ehitusviis**  
**N o p s a**“, mis meie arvates peaks aitama kohati lahendada praegu  
teravat ehitusmaterjalide küsimust.

Raamatu hinna — 50 senti — võite tasuda ka postmarkides,  
saates seda **ins. A. Grauen'ile, Valli 4—6, Tallinn.**

Oleksime tänulikud kuulda Teie arvamist eelnimetatud raa-  
matu kohta.

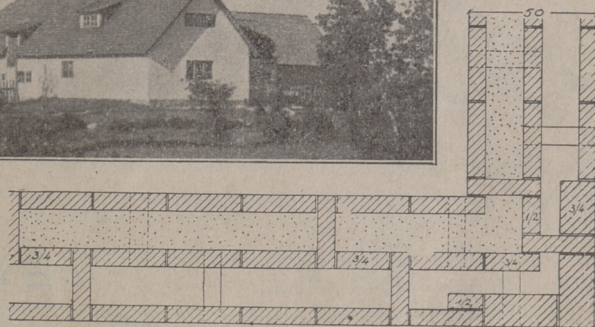
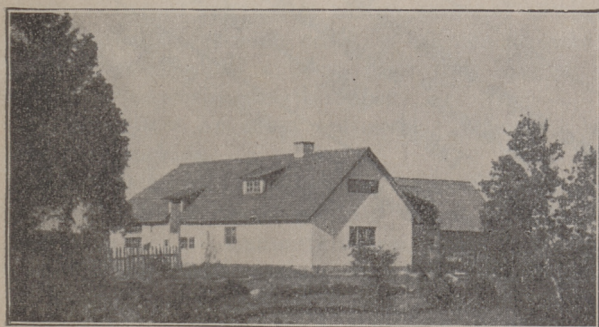
Kõige austusega

A. Grauen. V. Alver.

Tallinn, 30. novembril 1936. a.

Ins. A. GRAUEN JA V. ALVER.

# TULEKINDEL EHTUSVIIS „NOPSA“



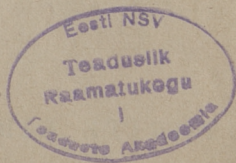
AUTORITE KIRJASTUS, TALLINN 1936

Igasugust nõuannet nopsa ehitusviisi kohta võib saada tasuta A/S.  
tsemendivabrik „Port-Kunda“ müügikontori juures asuvast nõu-  
ande büroost: Tallinn, Valli 4—6, tel. 4-50-17.

Trükikoda J. Roostleht & Ko. Tallinnas. Lühikejalg 4

EB 61  
445

EB 67  
1500



## E E S S Õ N A.

Uus ammuoodatud riigimajanduslik suund puidu otstarbekohasemaks kasutamiseks ning ehitusmetsa jagamise piiramiseks ja seoses sellega kasvav huvi tulekindlate ehituste vastu on esile tõstnud vajaduse tutvustada laiemaid rahvakihte tulekindlate ehitusviisidega.

Ehitustehnika võidukal arenemiskäigul viimasel ajal on tarvituks võetud põletatud telliskivide kõrval ka rida teisi tulekindlaid ehitusmaterjale ning vanade, massiivsete, seinakonstruktsioonide kõrval uued ehitusviisid. Viimastest olgu siinjuures nimetatud raudbetoonist seinad isoleervoodriga ning õõnesseinad kunstkiividest. Kuna raudbetoonist massiivsete seinte ehitamine nõuab võrdlemisi kulukaid raketisi ja mehaniseeritud seadmeid, siis meie oludes, kus tööjõud veel on odav, ei või see laiemas ulatuses tulla niipea tarvitusele; küll aga on meil läbi löönud mitmesugused õõnesseinte ehitusviisid kunstkiividest.

Üks sarnastest on seina ehitusviis „nopsa“, mis võimaldab tarvitada tsementkive.

Seitsmeteistkümne aastased kogemused Soomes ja seitsme aastased kogemused Eestis peaksid olema küllaldased, et soovitada nopsa-ehitusviisi tsementkiividest võtta tarvitusele seal, kus hinna poolest on raske saada muud tulekindlat ehitusainest peale kruusliiva.

Meie ehitajate kogemused näitavad, et harilikud müürsepad peagi saavad hakkama nopsa-seina ladumisega, kui neile selgeks teha nopsa-seina põhimõtted ja ladumise iseäraldused. Kuid Eestis on mitmel pool ehitatud nopsa-hooneid isegi ilma mingi konsultatsioonita, käsitades ainuüksi lühikesi ajakirjades ilmunud artikleid ja seni avaldatud tehnilist kirjandust, kus on toodud mõned joonised nopsa-ehitusviisi kohta. Sellisest kirjandusest nimetame: ins. A. Johanson'i — „Betoon ehitusmaterjalina põllumajanduses“, 1926. a.; arh. A. Volberg'i — „Maaehitus II“, 1930. a.; „Estocement'i“ väljaandel — „Tsemendi- ja betoonitööde käsiraamat“, 1931. a. Pealeselle on ilmunud artikleid nopsa-ehitusviisi kohta ajakirjades „Põllumajandus“, „Tehnika Põllumajanduses“, „Tehnika Ajakiri“, „Tehnika Kõigile“ ja t.

Nende raamatute ilmumisest saadik on meil nopsa-ehitusviis hästi arenenud: Asundusamet, kes laiemal ulatusel püstitab asun-

dushooneid, on nopsa-ehitusviisi palju täiendanud; ka suuremaid ehitisi, nagu koolimaju ja t. avalikke hooneid on meil edukalt püstitatud nopsa-süsteemis.

Käesolevasse raamatusse on püütud koondada kõik senised teadmused nopsa kohta ning vastata neile küsimustele, mis alatasa nopsa-ehituse arutamisel ja püstitamisel tekivad. Raamat on kooskõlastatud nende teesidega, mis Ehitusasjanduse Ühingu IV (ehitusmaterjalide ja -viiside) sektsioonis 1935. a. vastu võeti pärast õõnesseinte küsimuse põhjalikku arutamist.

Peale üldteadete (peatükk I) ja nopsa-seina konstruktsioonide (peatükk II) on püütud raamatus valgustada ka kõiki muid, nopsa-ehitusviisiga seoses olevaid küsimusi ja nopsa-seina füüsilisi omadusi (peatükk III); IV peatükis on toodud majanduslikke kalkulatsioone ja hoonete maksusi, milliseid andmeid tuleb igakord kohandada ajale ja kohale, sest hinnad on kõikuvad.

Raamat on mõeldud ehitajatele, majaomanikele, talupere-meestele, ehitustehniliste koolide õpilastele ja üldse kõigile, kel on nii või teisiti tegemist hoonete ehitamisega.

Raamat on koostatud autorite mitmeaastaste kogemuste najal ning kogenud ehitajate lahkeil nõuandeil.

Autorid loevad omaks meeldivaks kohuseks siinjuures tänada insener F. Peterson'i, professor L. Jürgenson'i, arhitekte J. Pikkov'i ja A. Esop'i, kes lugesid esialgset teksti ja oma näpunäidetega aitasid selles siluda mõnegi konarluse.

Kui raamat „Tulekindel ehitusviis nopsa“ võiks aidata kaasa tulekindlate ehituste levimisele ja ühes sellega kodukaunistamise probleemi lahendamisele, siis autorite poolt ülesseatud eesmärk oleks täidetud.

Tallinn, novembris 1936.

Ins. A. Grauen,

V. Alver.

# SISUKORD:

## Peatükk I.

### Üldteateid nopsa-ehitusviisidest.

	Lk.
1) Nopsa-ehitusviisi tekkimisest . . . . .	7
2) Nopsa iseloomustus . . . . .	8
3) Nopsa-ehitisi välismail ja meil . . . . .	10

## Peatükk II.

### Nopsa-seina konstruktsioone.

4) Alg-tüüp . . . . .	11
5) 1931. a. tüüp . . . . .	11
6) Nurkade sidumine . . . . .	12
7) Segasein . . . . .	12
8) Nopsa-seina eritüüp . . . . .	14
9) Nopsa-sein õhema õhuvahega . . . . .	15
10) Siseseinad . . . . .	16
11) Kõrgemate hoonete seinad . . . . .	16
12) Akna- ja ukseavaused . . . . .	18
13) Raudbetoon-vööd . . . . .	20
14) Kontraktisoonvuuk . . . . .	22
15) Mõningaid üksikasju konstruktsioonis . . . . .	23

## Peatükk III.

### Nopsa-seina ehitamine.

16) Materjal . . . . .	25
17) Sideseгу . . . . .	25
18) Tsementkivid . . . . .	26
19) Telliskivid . . . . .	27
20) Silikaat- ja patentkivid . . . . .	27
21) Tsementkivide valmistamine . . . . .	27

	Lk.
22) Tsementkivide pressid . . . . .	30
23) Vundament . . . . .	32
24) Nopsa-seina ladumine . . . . .	35
25) Täidis . . . . .	37
26) Piitade kinnitamine ja aknaalused . . . . .	37
27) Betoonkatted ja -vööd . . . . .	39
28) Krohv . . . . .	40

#### P e a t ü k k I V.

##### Nopsa-seina omadusi.

29) Nõudeid seinte suhtes . . . . .	42
30) Tugevus . . . . .	42
Koorused ja surupinged avausteta nopsa-seinas . . . . .	43
31) Soojapidavus . . . . .	43
32) Kuivus . . . . .	46
33) Soojamaht . . . . .	48
34) Hingavus . . . . .	49
35) Puhtus . . . . .	50
36) Kõlakindlus . . . . .	50
37) Tulekindlus . . . . .	50
38) Iga . . . . .	51
39) Majanduslikkus . . . . .	52

#### P e a t ü k k V.

##### Hinnaküsimusi.

40) Tsementkivide hind . . . . .	53
41) Materjali hulk . . . . .	55
42) Nopsa-seina hind . . . . .	56
43) Puu- ja nopsa-seinte maksuse võrdlus . . . . .	57
44) Ühe väikeelamu seinte võrdlevaid maksusi . . . . .	60
45) Asundusameti teadumusi . . . . .	64
46) Tallinna üürimaja . . . . .	65
47) Ehituse aastamaksus . . . . .	68
48) Nopsa-ehitusviisi võrdlus teiste tulekindlate ehitusviisidega . . . . .	68



## Peatükk I.

# Üldteateid nopsa-ehitusviisidest.

### 1. Nopsa-ehitusviisi tekkimisest.

Nopsa-ehitusviis on pärit Soomest, kus ta võeti tarvitusele maailmasõjale järgnevatel aastatel, mil ehituspuidu kallinemise tõttu ning tulekindla ja lihtsa ehitusviisi otsimise tagajärjel levisid betoonkivist seinad, kui hinna poolest odavamad püsilikkude ehitusviiside seas.

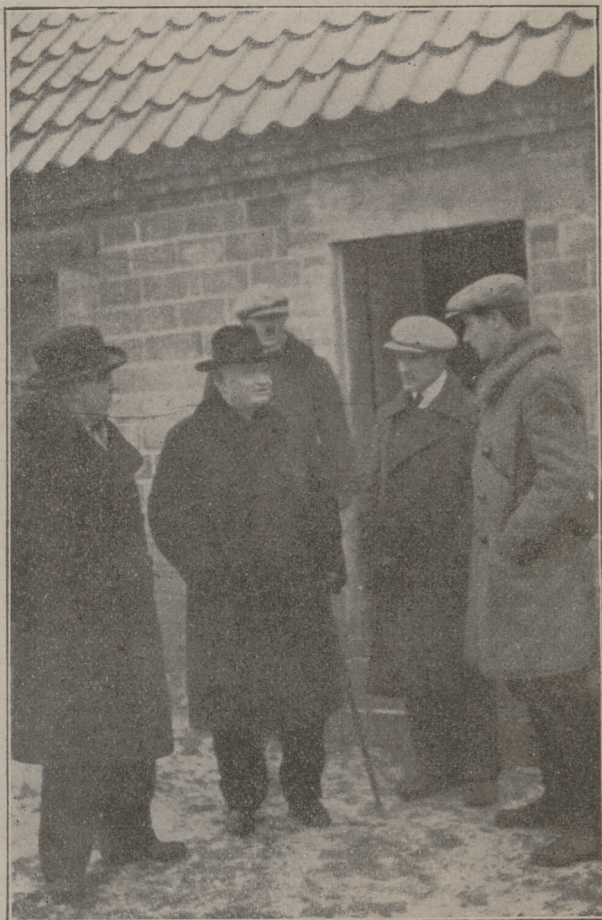
Euroopa edela- ja lõunaosades täiesti vastuvõetavad betoon-õoneskivi-seinad (milliseid on mitmeid tüüpe) pole ilma erilise isoleerkihita kohased elamutele Põhja-Euroopas, kus niiskus ja külm tingivad välisseintes teissuguseid soojuskaitse vahendeid, kui seda on tavalised 1—2 tühja õhuvahet. Soomes tuldi seetõttu mõttele ehitada sõrestik-puumaja eeskujul saepuruga või turbasamblaga täitesein, asendades puuseina laudvooderdused tsementkivi kihtidega. Et täidised ei niiskuks ja seetõttu ei kaotaks oma kõrget isoleerivõimet, tuli ka väljapoole luua õhukiht: nii siis tuli sein moodustada kolmest kivist kihtist kahe vahega, millest välimine jäeti tühjaks, kuna seesmine täideti kõrge isoleerivõimega poorse ainega. Et tsementkivi valmistamine ja seina ehitamine ning kuivamine läheb kaunis kiiresti, siis kohapeal nimetati seda ehitusviisi „nopsa“, mis tähendab nohe, kiire (kohalik rootsi murrak).



Joon. 1. Maa-alkkool Soomes („Nopsa“ tsementkividest).

## 2. Nopsa iseloomustus.

Nopsa-seinas on materjale püütud ära kasutada võimalikult nende iseloomu kohaselt: tsementkivi, olles kõrge tugevusega, peab moodustama seina kandva osa, andes talle tugevuse ja tulekindluse; ent piisab püsivust, kui laome üksikud kihid serviti või kõige rohkem — lapiti ( $1\frac{1}{2}$  kivi paksuselt); turvasammal või saepurutäidis — hea isoleermaterjal — tagab küllaldase



Joon. 2. Riigivanem K. Päts Asundusameti tegelastega Pikavere sooasunduses. Maja katus on S-tsementkivist, seinad — „nopsa“.

k ü l m a k a i t s e; peamiselt n i i s k u s e eraldajana, kuid ühtlasi kõla- ja soojaisolatsioonina mõjub õhuvähe. Stabiilsuse otstarbel on vajalik ühendada omavahel üksikud kivikihid; kuid tänu piiratud arvule ja otstarbekohaselt asetatud sidekividele otseseid ühen-



Joon. 3. Tööliste elumaja Kundas.

dusi seinä välis- ja sisepinna vahel, nn. „külmateid“, ei ole; selle tõttu on raskendatud niiskuse ja külma sissetungimine hoonesse, ning sein vastab talt nõuetavale soojapidamise ja kuivuse tingimustele.

Nopsa-sein on otstarbekohaseks osutunud nii maal, kui linnas; eriti kohane on ta säärasele ehitajale, kes kulude kokkuhoiu vajadusel peab ise hoone ehitamisel kaasa töötama: ta võib ise valmistada müürikivid, teha mörtli<sup>1)</sup> ja lihtsamad abitööd, nagu õhuvähe täitmine jne., kuna müürsepa hooleks jääks ainult seinä ladumine.

<sup>1)</sup> Mörtel = sidesegu (mõned nimetavad ta soome keele järgi ka laastiks). Autorid peavad saksa-inglise-laensõna mörtel eesti keelele sobivaks, keelepärasmaks kui laast.

### 3. Nopsa-ehitisi välis- mail ja meil.

Soomest nopsa-ehitusviisi levis Rootsi ja t. maadesse. Kuni 1935. aastani oli Soomes püstitatud umbes 7000 nopsa-hoonet; mõned neist on toodud joon. 1, 32, 34, 38, 41, 43. Väärrib tähelepanu, et näit. Põhja-Soomes ja Karjalas, kus ehitusmetsa on külluses, on eriti põllumajanduses levinud nopsa-ehitusviis, nagu nentida võivad Soomes viibinud meie põllumajandustegelaste õpitanakutest osavõtjad.

Ameerikas nimetatakse nopsa-seina ideeaalseinaks (vt. peatükk "The Ideal Wall" raamatust "Practical Bricklaying" by Howard L. Briggs, B. S., M. A. and William Carver, Architect).

Estis ehitati esimene hoone nopsa-süsteemi järgi 1929. a. Kundas (joon. 3). See on 8-korterine ühekordne elumaja mõõtetes  $36 \times 10,35$  m. Igas korteris on tuba ja köök, pealeselle sahver, kelder ja klosett. Maja sai valmis detsembri algul ning elanikud kolisid kohe sisse ja elavad seal seniajani, olles täitsa rahul oma korteriga, kuigi seinakonstruktsioonis võrdlemisi hilisemate ehitistega oli mõningaid puudumeid. Veebruaris 1931. a. tehti 14 päeva selle ja umbes samasuure (joon. 3. paremalpool nähtava) vooderdatud puumaja kütmisproovi, et selgitada nopsaseina soojapidavust. Mõlemates majades võrdse temperatuuri ( $18-20^{\circ}\text{C}$ ) hoidmisel osutus küttekulu hoone mahu  $1\text{ m}^3$  peale 14 päeva jooksul puumajas — 3,56 kg ja tsementkivimajas — 3,52 kg, s. o. tsementkivimaja pidas sama hästi sooja kui puumaja.

Järgmistel aastatel arendati meil vähehaaval nopsa-süsteemi ehitusviisi, võttes tarvitusele rea konstruktiivseid (ehitusviisilisi) täiendusi, proovides teostamisviise ja õpetades vastavaid oskustöölisi. 1930.—35. aa. jooksul ehitati meil ligi 200 hoonet tsement-

kivist nopsa-süst. järgi, mis rahuldavad täiesti nende elanikke. Mõningate meie nopsa-hoonete pildid on toodud lehek. 10, 26, 31, 41, 46, 47, 49, 50, 52 ja 64.

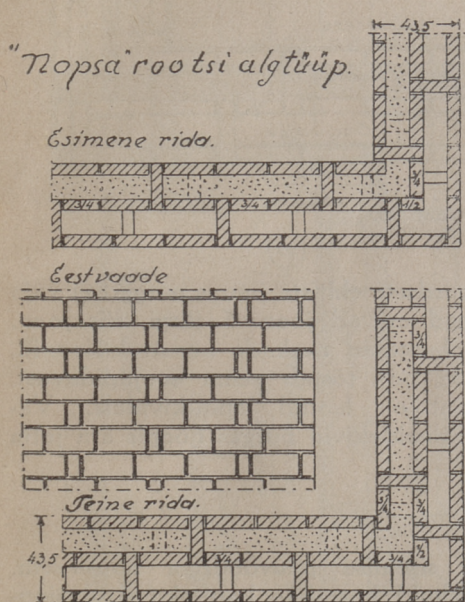
Peale selle on meil vähemal arvil ehitatud hooned nopsa-süst. seintega tarvitades silikaat-, patent- ja telliskive. —



J. Tomsoni maja Kuressaares.

## Nopsa-seina konstruktsioone.

### 4. Alg-tüüp.

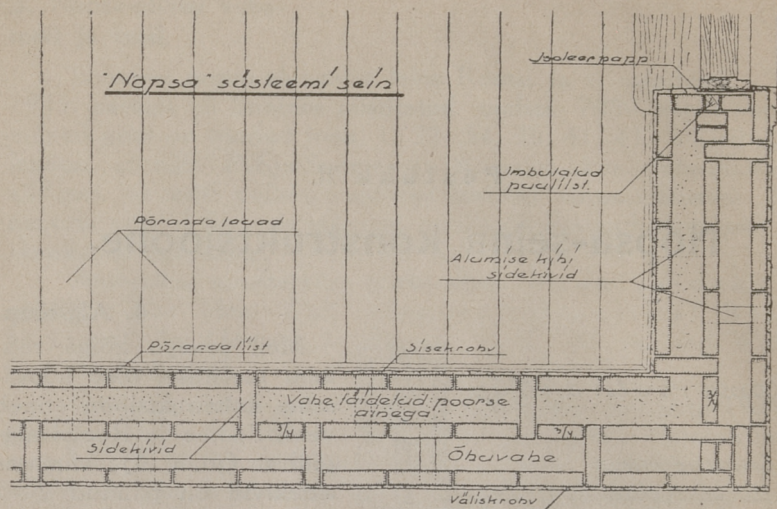


Meil praegu kõige rohkem tarvitusel olev nopsa-seina konstruktsioon erineb veidi Soome ja Rootsi alg-tüübist (joon. 4); viimases sidekivid on pandud 2÷3 kivi tagant; see oli tingitud lubimörtli tarvitamisest. Tsement- ja segamörtli tarvitamisel on võimalus panna sidekive harvemini.

Joon. 4.  
Nopsa algtüüp.

### 5. 1931. a. tüüp.

Joon. 5 on toodud 1931 a. saadik meil tarvitusel olnud ladumisviis. Sidekivid asetsevad siin iga 4 kivi tagant ning välis- ja seespoolse sidekivi vahel on keskkihis  $\frac{3}{4}$  kivi. Ülestikku asetsevate naaberridade sidekivide horisontaalne vahekaugus on vähemalt  $\frac{1}{2}$  kivi; külmatee läbi seina sidekivide kaudu on  $2\frac{3}{4}$  kivi pikk. Sidekivid moodustavad seina välispinnast 6÷8%. Kivide mõõtmed on tavaliste  $28 \times 13,6 \times 6,4$  cm. Seespoolne õhuvahe täidetakse turbasamblaga või saepuruga, kuna väliskiht on kas tühi, või parem täidetakse räbuga või kanarbikuga.



Joon. 5.

## 6. Nurdade sidumine.

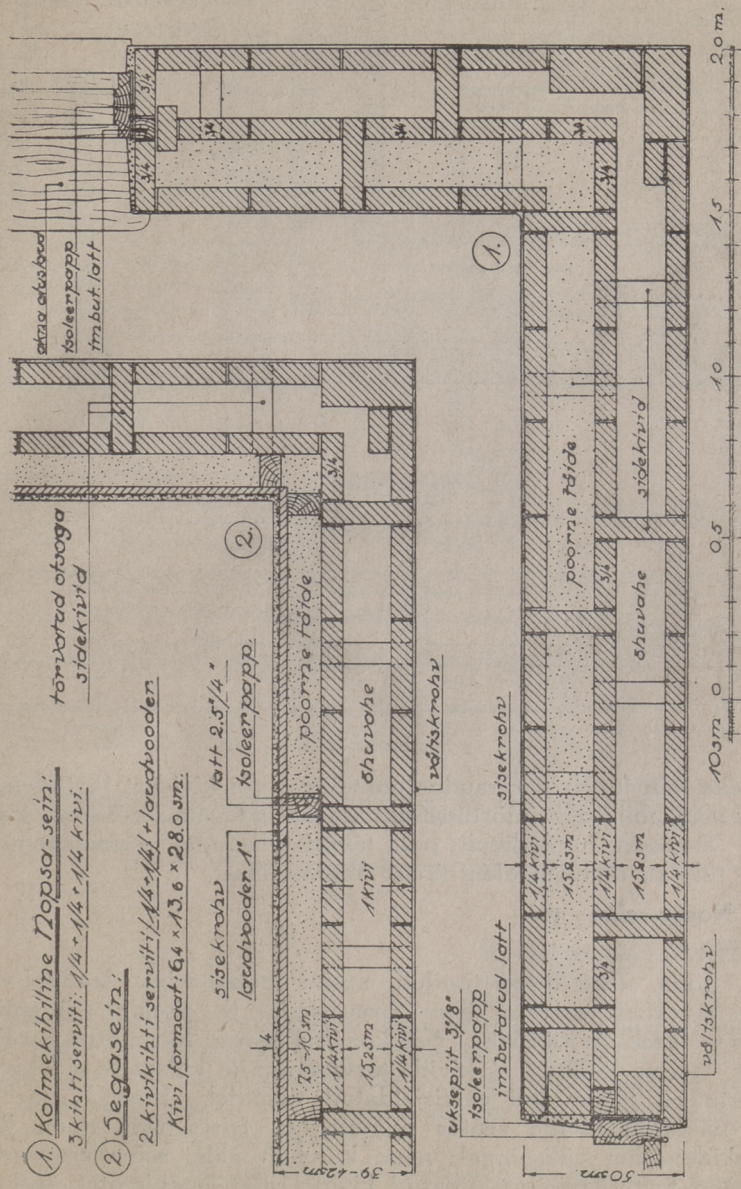
Kuna harilikude 1÷2-kordsete ehitiste juures nurgad ei vaja nii suurt tugevust, nagu nad evivad joon. 5 järgi, siis joon. 6 ja 9 on toodud otstarbekohasemad nurkade konstruktsioonid, kus õhuvähe käib nurgast läbi, mis tõstab seina soojapidavust. Nurga tugevdamiseks väliskiht on laotud lapiti-kividest. Vähemate hoonete juures võib välissidekivid nurgas hoopis ära jätta [joon. 6,1].

## 7. Segasein.

Joon. 6,2 on näidatud sisemise puuvoodriga nopsa-sein, mis on kohane kergematele, kuid korralike katusekonstruktsiooniga hoonetele. Siin on sisemine kivikiht asendatud rõhtlaudadest voodriga (nn. ristvoodriga), mis võib olla puhas või krohvitud. Vooder naelutatakse püstlattide külge. Lattide mõõtmed on 2"×3" kuni 3"×5"; latid võõbatakse fenolaadiga ja eraldatakse kividest isoleerpapiga või asfaldikihiaga.

Latid asetatakse iga 80÷100 cm tagant, võimalikult sidekivide kohale. Sidekivid pannakse siin rõhtrea iga kolmanda kivi järele. Väline õhuvähe on tühi, kuna laudvoodri tagune täidetakse poorse ainesega — sammalturbaga või saepuru ja lubja segu (1 osa lupja 15÷20 osa saepuru peale). Laetalade ja katusekonstruktsiooni raskust peab kandma muidugi seina kiviosa;

1. Kolmekihiline Nopsa-sein:  
 3 kihti serviti:  $1/4 + 1/4 + 1/4$  kivi.  
 2. Segassein:  
 2 kihtkihti serviti:  $1/4 + 1/4$  + laetabooden  
 Kivi formaat:  $64 \times 13,6 \times 28,0$  sm.

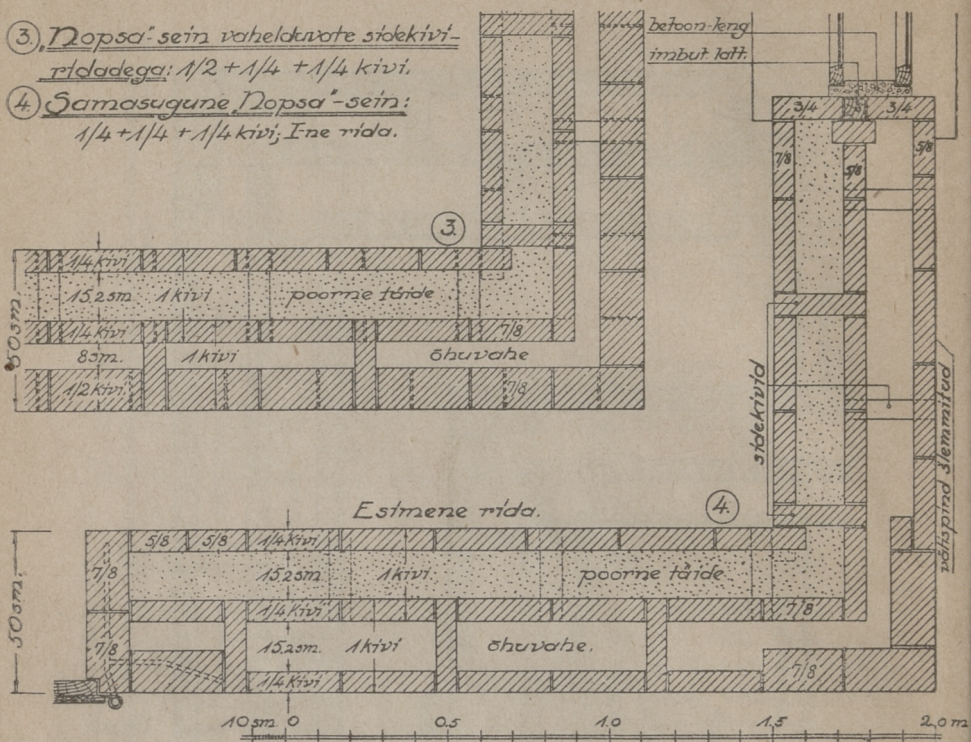


10,5m 0 0,5 1,0 1,5 2,0 m.

Joon. 6.

3. Nopsa-sein vahelduvate stekivi-  
riidadega:  $1/2 + 1/4 + 1/4$  kivi.

4. Samasugune Nopsa-sein:  
 $1/4 + 1/4 + 1/4$  kivi; *Ene rida.*



Joon. 7.

selleks sein lõpeb kas raudbetoonvööga, või kividest laotud masiivrega, mille alla mörtlisse asetatakse pidevalt 2÷3 mm. traat.

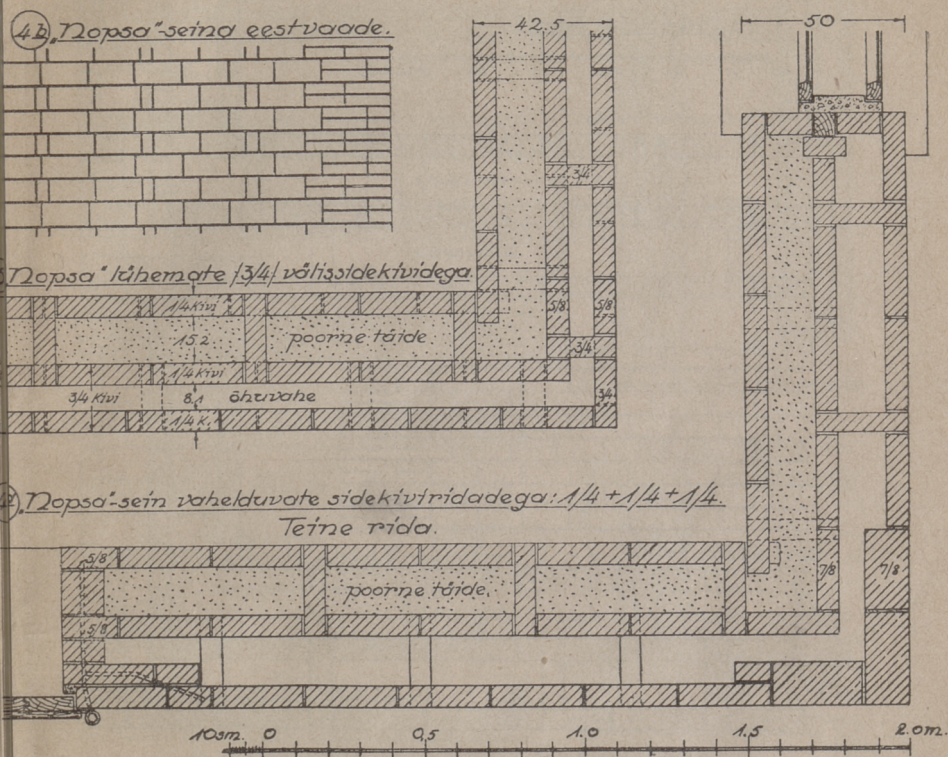
Segasein, loomulikult, pole täiesti tulekindel ja mädanemata, ega tule ka odavam üleni kivist nopsa-seinast.

## 8. Nopsa-seina eritüüp.

Joon. 7 ja 8 on toodud uusim nopsa-seina laadimisviis: siin sidekivid seovad ühes reas kesk- ja sisekihi, järgmises reas — kesk- ja väliskihi. See konstruktsioon: töö mõttes on lihtsam, tas on välditud  $3/4$ -kivide tarvitamine ja külmatee sidekivide kaudu on pikem kui eelkirjeldatud tüüpidel. Joon. 7,4 ja 8,4-a on näidatud kivide seotus esimeses ja teises reas, joon. 8,4-b vuukide asum välispinnal; nagu kujukalt näha seina eestvaates, siin on teatud määral hüljatud kivide sidumispõhimõtet, sest kivid seovad ehk on vaheliti paiguti ainult  $1/6$ -kivi võrra. Sellepä-



rast on säärase ladumisviisi juures tähtis, et: 1) mörtlina tarvita-  
takse head tsementmörtlit (1:0,3:5÷6), mis liidab kivid monoliidiks ja 2) iga 3÷4 rea tagant väliskihisse asetatakse 2÷3-mm  
raudtraat. Nagu joon. 4 näha, ka rootslased tarvitavad nende  
tavalises nopsa-seinas sidumist  $\frac{1}{8}$ -kivi pikkuselt.



Joon. 8.

## 9. Nopsa-sein õhema õhuvahega.

Joon. 8<sub>5</sub> näitab samasugust seina õhemana: välissidekivid on siin ainult  $\frac{3}{4}$ -kivi pikkused, välis-õhuvahet — 8 cm lai ja seina üldpaksus — 42,5 cm; lühemate sidekividega võib laduda ka tavalist nopsa-seina, joon. 5 ja 6 järgi; säärase seina soojapidavus on vaevu 1% halvem eelmise omast.

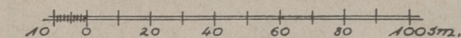
Joon. 7<sub>3</sub> on toodud eritüüpi ladumisviis kahekordse maja alumise korra seina jaoks: väliskiht on tehtud  $\frac{1}{2}$ -kivi paksune.

## Kolmekihiline Nopsa-sein.

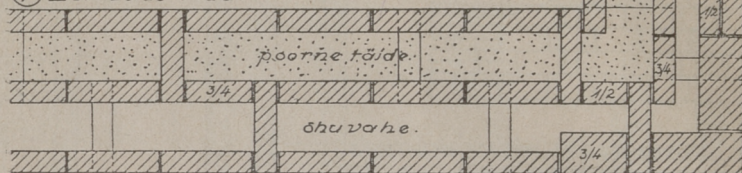
$1/4 + 1/4 + 1/4$  kivi.

Nurga tugevdamine eri

sidekivide abil.



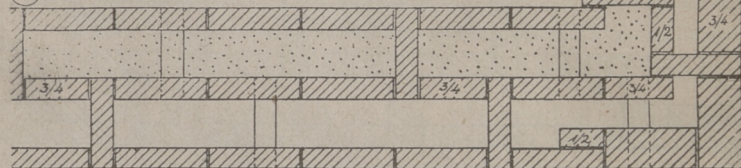
12) Esimene rida.



13) Seina eestvaade.



14) Teine rida.



Joon. 9. Levinuim nopsa ladumisviis.

## 10. Siseseinad

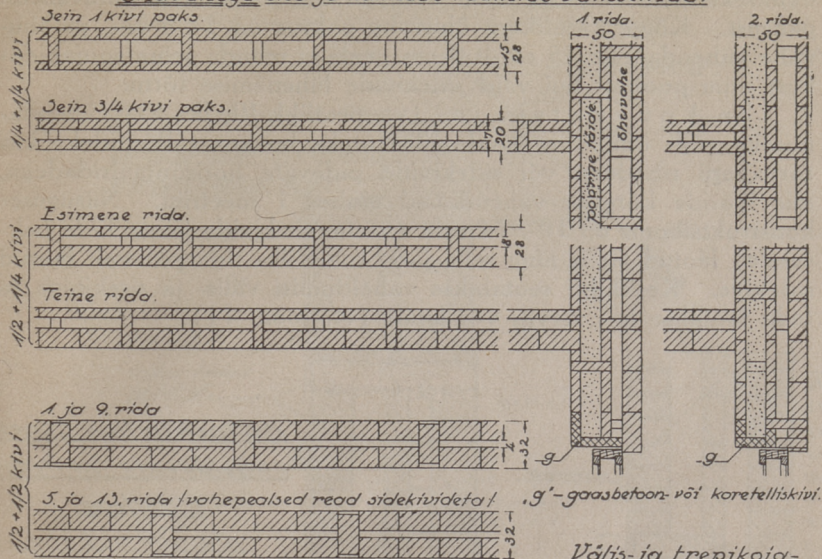
laotakse kas ühekihilised ( $1/4$ ,  $1/2$ ,  $3/4$  ja  $1$  kivi paksud) või kahekihilised ( $1/4 + 1/4$ ,  $1/4 + 1/2$  või  $1/2 + 1/2$ ), kui nõutakse kõlaskindlust (joon. 10).

Trepikodade seinad tuleb teha  $1 + 1/4$  kivi trepi kohal ja võimalikult kolmekihilised podesti (trepilava e. -jalami) kohal.

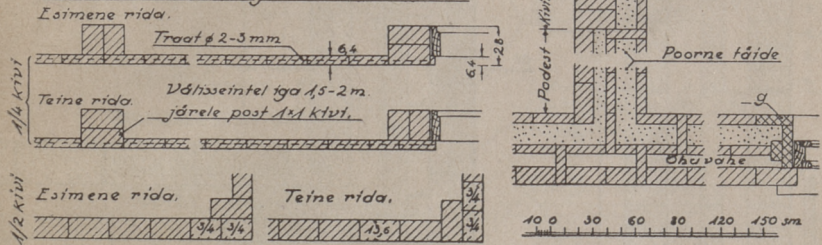
## 11. Kõrgemate hoonete seinad.

Tavalisel ühekordsel elamul välisseinad nopsa-süst. järgi on  $1/4 + 1/4 + 1/4$  kivi,  $1/2$ -kivi-laiuste õhuvahedega; kõrgematel hoonel-

Õhuvahega sise- ja külmade ruumide välisseinad:



Õhuvaheta sise- ja välisseinad:



Joon. 10.

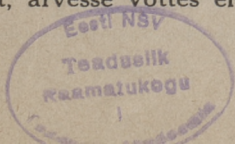
tel alumise korra seinad peavad olema vastavalt tugevamad, ja nimelt mitte nõrgemad kui:

$\frac{1}{2}$  kivi + 8 cm õhku +  $\frac{1}{4}$  kivi + 15 cm täidist +  $\frac{1}{4}$  kivi = 50 cm — kahekordsel majal,

$\frac{1}{2}$  kivi + 8 cm õhku +  $\frac{1}{4}$  kivi + 10 cm täidist +  $\frac{1}{2}$  kivi = 52 cm — kolmekordsel majal ja

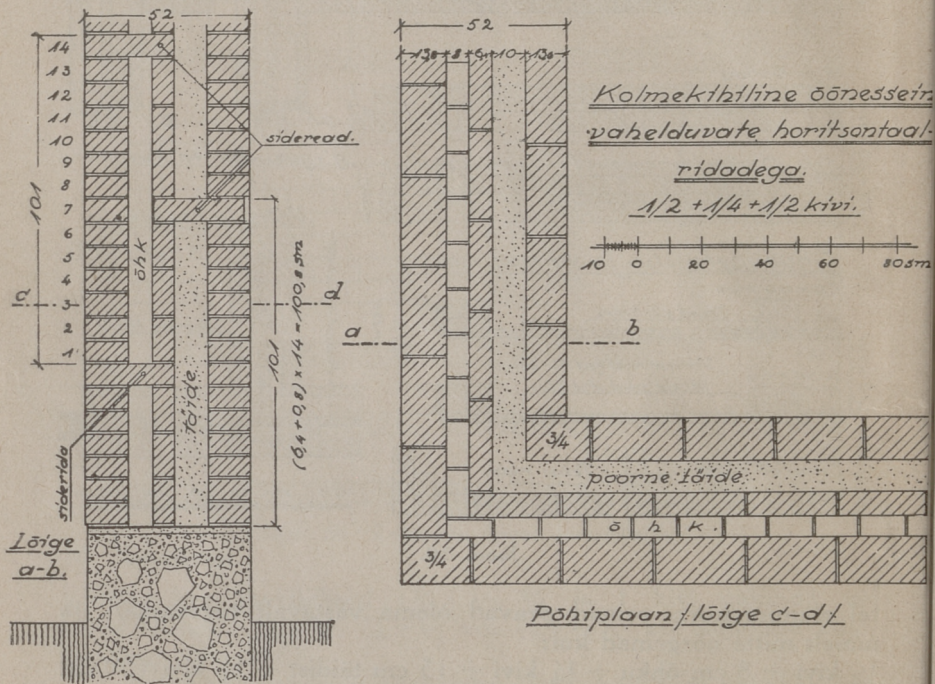
$\frac{1}{2}$  kivi + 4 cm õhku +  $\frac{1}{2}$  kivi + 9 cm täidist +  $\frac{1}{2}$  kivi = 54 cm — neljakordsel majal (vt. joon. 35).

Mõistagi iga kõrgema ehituse puhul tuleb arvutlusega kontrollida seinte tugevust, arvesse võttes ehituse eritingimusi. Mida



paksemad on kivikihid, seda vähem on vaja sidekive nende ühendamiseks. See asjaolu osalt võimaldabki vähendada õhuvahede paksust. Kõige kasulikum õhuvahede paksus on 5÷8 cm, ja õhuvahede vähendamine 15 cm-lt 4 cm peale ei muuda seina soojapida- vust muu poolest, kui vaid sidekivide lühenemise tõttu.

Nn. konvektsiooni (vt. peatükk III, lk. 33) vähendamiseks võib õhulõõri jagada üksikuteks horisontaallõõrideks kas tõrvapapi ribadega või sidekivide pidevate horisontaalriidadega, mis lõõride kõrguse vähendavad umbes 1 meetrini. Niisuguses konstruktsioonis on 10÷14 rida (vastavalt kivide ja vuukide pak- susele) laotud lapiti ning selle järel tuleb üks rida pidevalt laotud sidekive. Keskkihti seotatakse vaheldumisi välis- ja sisekihiga ja teda laotakse kas serviti või lapiti (vt. joon. 11).

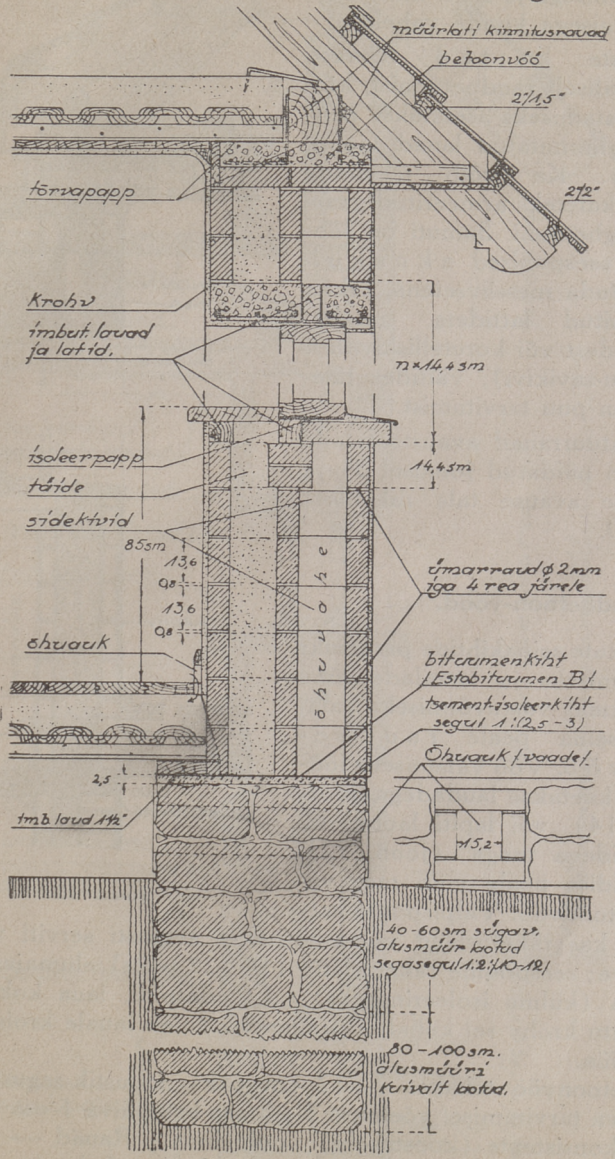


Joon. 11.

## 12. Akna- ja ukse-avaused.

Avauste kohal külma läbimineku takistuseks asetatakse akna külgedesse ja alla immutatud latid (joon. 6, 12 ja t.), kuna kihtide

*Dapsa-seina elumajaal.*  
 3serviit tsementkivikihti, 15,2 sm vahedega.



*Liige.*

Joon. 12.

siduvus saavutatakse keskkihi lapiti-ladumisega ja 2÷3-mm. traadi asetamisega kivide vahele.

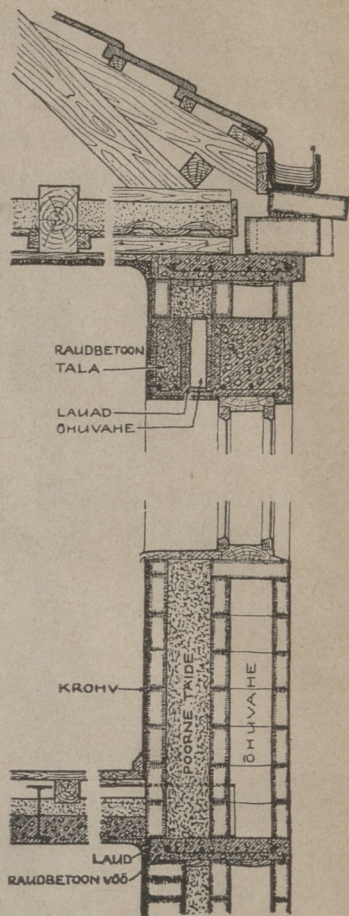
Avauste katted tehakse meil tavaliselt raudbetoonist, külma tõkestamiseks asetatakse nende sisse immutatud laud (joon. 12÷14). Ka võib tarvitada avauste kateteks armeeritud gaas- ehk kärgbetooni. Samuti on soovitatav seespoolsed aknaküljed laduda massiivsetena, ilma ülalmainitud lattideta, gaasbetoonkividest või koretelliskividest (saepuru-savikivi), vältides täielikult siin puu tarvitamist.

Armatuurraud avauste talade jaoks on näidatud joonisel 31 ja üldvaade avause tala raketisest joon. 30.

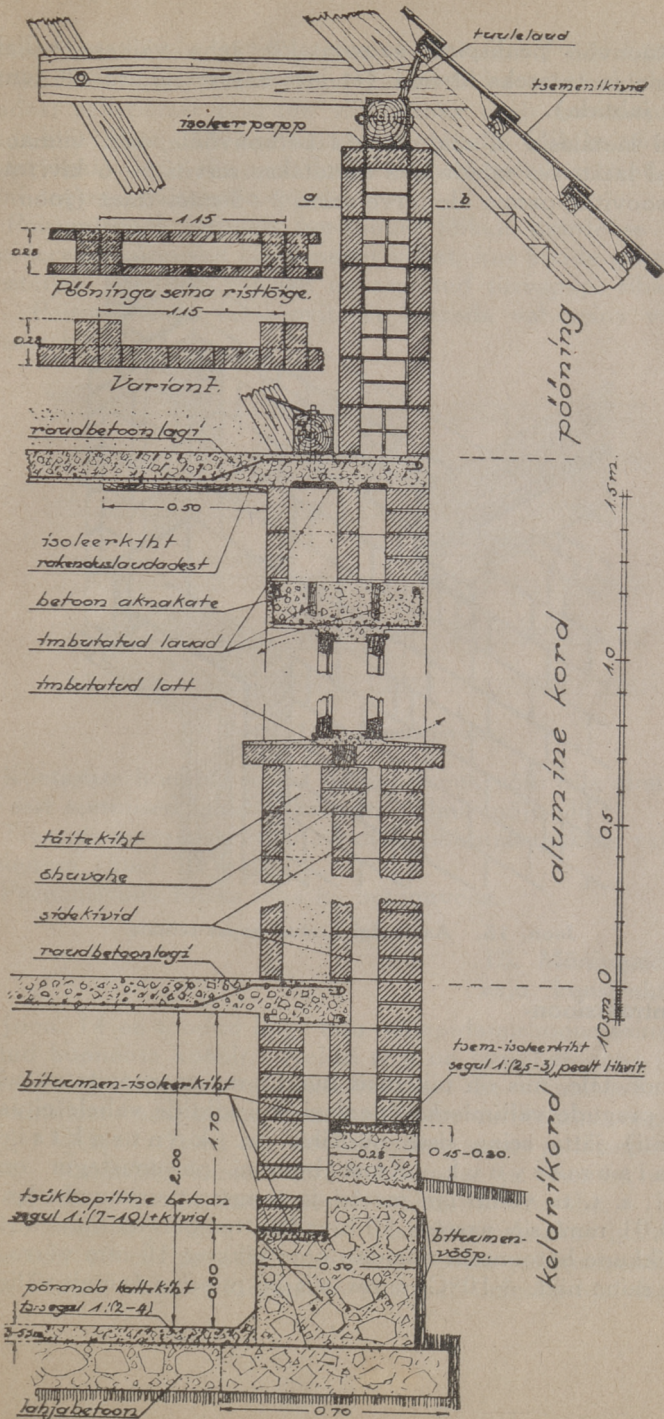
### 13. Raudbetoon-vöö.

Üksikute seinakihtide paremaks ühendamiseks ja laetalade rõhu ühtlasemaks vastuvõtmiseks valatakse seinale peale raudbetoonvöö. Vöö valamiseks lõõrid kas kaetakse laudadega (joon. 13 ja 14) või lapiti laotud kivide pideva reaga (joon. 12). Räbütäidise peale võib otse valada betoonvöö. Väljaspoole asetatakse kas raketuslaud või müüritakse aegsasti serviti või lapiti rida kive; seespoolne raketuslaud (1"÷2" paks) elumajadel jääbki sinna (külma isoleerimiseks). Et edaspidi, laua kokkukuivamise tõttu krohv sel kohal ei praguneks, tuleb lauale krohvipeerud peale lüüa.

Betoonvöö tehakse 7÷12 cm paks, killustik-segust 1:3:4; kruusliiva tarvitamisel võetakse 5÷6 osa kruusliiva 1 osa tsemendi peale; konsistents (koostusolu) poolpehme. Raud — 3÷4 tk. jämeduses 6÷12 mm asetatakse pidevalt (raudade otsad 30 cm pikkuselt vaheliti ühendatud) üle terve hoone.



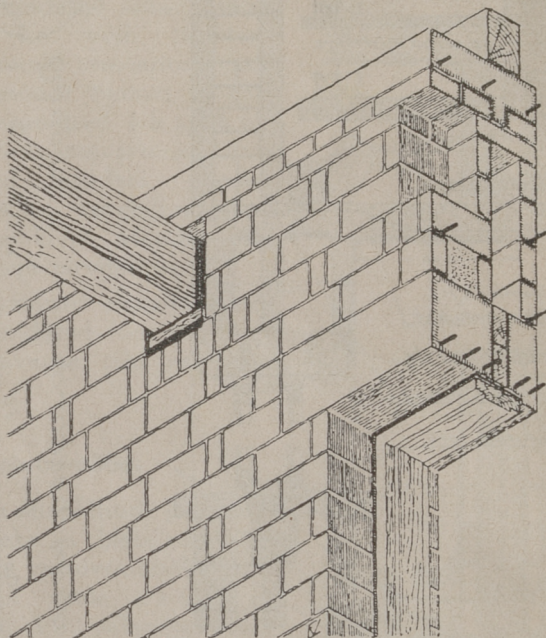
Joon. 13.



Joon. 14. Majapidamishoone sein püstlõige.

Betoonvöö pealispind soovitatakse teha väikese kallakuga väljapoole ja tasaseks lihvida (et läbi katuse juhulikult tungivat vett ära juhtida).

Kui laetalasid ei saa asetada betoonvööle, sest viimane on kõrgemal laest, siis talade alla asetatakse serviti 5÷6 kivi; nende alla on soovitatav panna üle terve seina 2÷3-mm. traat (joon. 15).



Joon. 15. Aampalgi asetus nopsa-seinale.

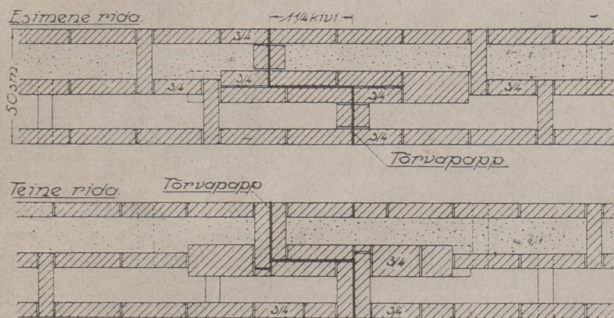
#### 14. Kontraktsioon- vuuk.

Hoonetele, mis on pikemad kui 15 m, on soovitatav võimalikkude pragude vältimiseks (pealegi, kui kihtide vahele ei asetata raudtraati) jätta seina sisse püstsihis nn. kontraktsioon-  
ehk paisumisvuuk. Kuna betooni paisumistegur on ligi 0,00001, s. t. ta venib iga meetri ja temperatuurimuudu iga 1°C kohta 0,01 mm, siis aastase 50-kraadise temperatuurimuudu tõttu 20 m pikkune betoonsein muudab oma pikkust 10 mm võrra. Kui ehitame seina näit. +10°C juures, siis 20 m seina (ainult väliskihi)



kokkutõmbumine — 25° C juures on 7 mm. Peale külma mõjul kokkutõmbumise tsementkivi kahaneb ka esimestel päevadel kuivades; sellepärast pragude vältimiseks peab tarvitatama vaid vanu ja kuivi kive. On aga vaja ruttu ehitada, võib ka värskemaid kive tarvitada, kuid siis peab kivide vahele asetama traati ja tihedamini tegema paisumis-vuugid.

Paisumisvuuk kujutab horisontaal-lõikelt murdelise joonena hoone tervest kõrgusest läbiminevat vahet, kus kivide sidumine on katkestatud. Sellesse vahesse on asetatud tõrvapapi riba (joon. 16). Paisumisvuuki on soovitatav asetada vaheseina või seinaväljaaste kohale.



Joon. 16. Paisumisvuuk.

Kõetavate hoonete seinas paisumisvuuk võib olla ainult väliskihis, sest seesmised kihid ei kannata külma mõju all.

Traatide asetamisel ridade vahele paisumisvuukide vahe võib olla suurem (kuni 30 m).

Paisumisvuuk tuleks teha ka betoonvöös.

## 15. Mõningaid üksikasju konstruktsioonis.

Joon. 14 on toodud lõige talu majapidamishoone seinast, kelderdatud hooneosa kohalt. Keldri sein on tampbetoonist ja osaliselt seest vooderdatud tsementkividega. Et võimaldada täielist külmakindlust maapealses osas keldrisein on tehtud nopsa-viisil  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$  kivi. Laed on raudbetoonist, akna- ja uksepiidad betoonist. Keldrilagi kannab ainult keskmise ja sisemise seinakihi peal, sellelõttu ka lae kohal säilib välimine õhuvah.

Et lauda lagi seinaligidal ei niiskuks, valatakse lae alla kas gaasbetoon 10 cm paksuselt või jäetakse lae raketuslauad umbes 50 cm laiuselt kohale, kinnitades nad betoonimise ajal lae külge

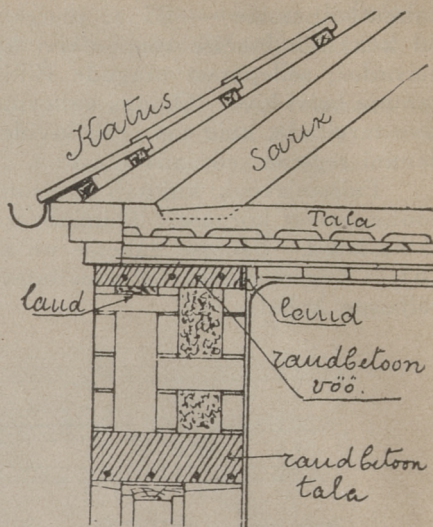
traatidega või naeltega, või valatakse vöö osa poorsest betoonist (telliskivi killustiku tarvitamisel).

Seina pööninguosa ladumiseks on näidatud 2 varianti: kummalgi on põhimõtteks, et iga 1,0÷1,50 m tagant on postid 1×1 kivi, kuna nende vahel olev sein osa on nõrgem — kas ½ kivi, ehk ¼+¼ kivi õhuga. Sarikad on (samuti nagu joon. 12 toodud konstruktsioonil) kinnitatud müürlatile hambaseotisena ja peale selle klambri abil. Müürlatt ise on iga 3÷4 m tagant lattraudade või poltide abil ühendatud müüritisega ehk betoonvööga. Raamsarikad on iga 3÷4 m tagant.

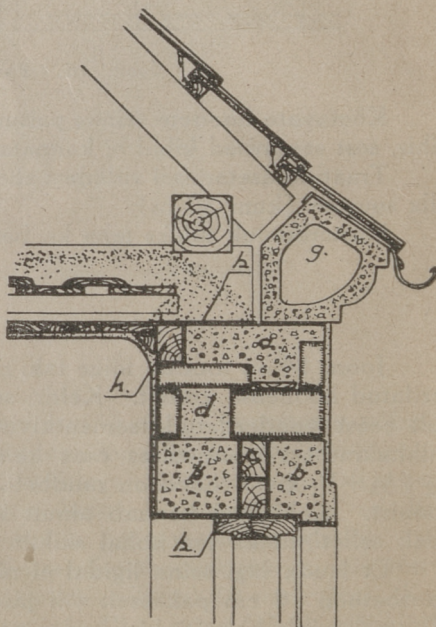
Joon. 17 ja 18 on näidatud lihtsamaid kivikarniise tsementkividest. Sarikajalg on siin laetalasse tapitud ja seega katuseraskuse horisontaalne komponent (osistung) ei mõju seinale laialivajutavalt. Kivikatuse puhul säärane konstruktsioon on esimesest otsarbekohasem, kuigi tal on puudumiks laetalade raskendatud vahetamine kapitaalremondi puhul.

Joon. 18.

- a — betoonvöö,
- b — raudbetoonist avakate.
- c — immutatud laud,
- d — tädis,
- g — karniisikivi,
- h — tõrvapapp,
- k — immutatud laud.



Joon. 17. Nopsa-seina pealne osa ja karniis. (Vt. sarika otsa sissetappimine talasse).



### Peatükk III.

## Nopsa-seina ehitamine.

#### 16. Materjal.

Nopsa-seina võib ehitada igasugustest telliskivi formaatides kividest.

Väliskihiks kõlbavad vaid täiesti ilmastikukindlad kivid: tsementkivid, tehnilistele tingimustele vastavad klinkerid, I sorti telliskivid ja silikaatkivid.

Sisekihtideks võib tarvitada ka poorsemaid kive nii-võrd, kui seda lubab sein koormatus: II sorti telliskive, koretellis-kive (S—S), patentkive, gaasbetoon- ja lahjabetoonkive. Poorset täidist ümbritsevatest kihtidest üks peab olema tsementkivist, et märja täidise puhul sein rutemini kuivaks.

Kuna  $\frac{4}{5}$  soojapidavusest nopsa-seinale annavad poorne täidis ja õhuvahe, ning kõigest  $\frac{1}{5}$  läheb kivikihtide eneste arvele, siis kivide valikul on mõõduandvad peamiselt järgmised kivi omadused: tugevus, ilmastikukindlus, vähene veemavus, odavus ja alles teises järjekorras madal soojajuhtivus. Sellepärast on tõenäoline, et domineerivaks materjaliks nopsa-seinte ehitamisel jääb tsementkivi, kuna nimetatud omadused tema juures on esitatud optimaalselt (soodsaimalt) ehk, teiste sõnadega, tsementkivi võib alati valmistada loendatud nõuete kohaselt.

#### 17. Sidesegu.

Mörtlina sein müürimisel tarvitatakse segamörtlit, vahekorras 1:1½:6 kuni 1:2:9 (s. t. 1 osa tsementi, ½÷2 osa lupja (taigent) ja 6÷9 osa puhast liiva mahu järgi). Lubi tuleb aegsasti kustutada taignaks ja hoida liivakihiga kaetuna kuni tarvitamiseni. Lupja tuleb tarvitada lubjapiima näol, mida lisandatakse kuivale liiva ja tsemendi segule. Kui ehituseaeg on piiratud või ilmad on jahedad, siis tuleb tsemendihulka mörtlis tõsta kuni 1:4

välisseintele ja 1:6 — siseintele. Korraga valmistatav mörtlihulk olgu niisugune, et seda 2÷3 tunni jooksul võidakse ära tarvitada.

### 18. Tsementkivid.

Tsementkivide ehk nopsakivide (ehk tsementtelliskivide) nime all mõistetakse telliskivisuuruseid tampbetoonist kive, mis meil harilikult vormitakse käsipressi abil.

Tsementkive valmistatakse muldniiskest tsement-kruusliiva segust 1:(6÷12), s. o. 1 osa tsementi 6 kuni 12 osa kruusliiva kohta (mahu järgi) vastavalt kruusliiva headusele, kivi otstarbele ja nõutavale tugevusele. Surutugevus hästi tehtud tsementkivil on siis vastavalt: 60÷200 kg 1 ruutsentimeetri peale. Väliskihi kivid oleks parem teha võimalikult vähema veeimavusega (tsementkivi veeimavus on 10÷20%, vastavalt seguvahekorrale ja tampimisele).



Joon. 19. Vana-Põltsamaa vallamaja, tsementkivist „nopsa“, ehit. 1932. a.

Tsementkivi formaadiks näib meil kujunevat  $28 \times 13,6 \times 6,4$  cm, kuigi valmistatakse ka kive  $25 \times 12 \times 6,5$  cm. (nn. saksa formaat) j. t. suuruses. Esimene formaat on eelistavam nopsa-seinale seepärast, et temaga võib kõige paremini teostada nopsa-seinas tarvitataavaid seotisi. Nimelt on seina ladumisel tähtis, et 2 kivi paksust + 1 vuuk võrduks kivi laiusel, samuti 2 kivi laiust + 1 vuuk = kivi pikkusele. Sellele nõudele vastab formaat  $28 \times 13,6 \times 6,4$  cm, vuugi paksusel 8 mm, mis on täiesti küllaldane paksus tsementkivide juures, kuna põletatud kivide juures vuugid tuleb teha tavaliselt paksemad kivide ebaühtluse tõttu.

## 19. Telliskivid.

Valmistatakse savist põletamise teel. Vastavalt savi puhtusele, põletamise tugevusele ja praakkivide %-le liigitatakse nad kolme sorti: klinkerid, I-se ja II-se sordi kivid. Telliskivide surutugevus kõigub  $50 \div 200$  kg/cm<sup>2</sup> ja veeimavus  $12 \div 25\%$  vahel. Savikive on meil mitmet formaati ja kvaliteeti; kõige levinum on formaat  $27 \times 13 \times 7$  cm, kuid vabrikud võivad valmistada ka kive  $27 \times 13 \times 6$  cm. Telliskivi juures tuleb tähelepanu pöörata kivi mõõtmetele, põletamisele ja savi puhtusele; lubja terakesi sisaldavaid kive pole soovitatav tarvitada, eriti väliskihis.

Viimasel ajal on meil hakatud valmistada nn. kore- ehk saepurutelliskive (S—S). Savile lisatud saepuru ära põledes teeb kivi pooriliseks e. urbeliseks, ühtlasi kergemaks ja soojakindlammaks. Suurem urbelisus põhjustab aga ka suurema veeimavuse. Akende ja uste piitadeks on saepurukivide tarvitamine urbelisuse tõttu väga soovitatav, kuid väliskiht tuleks ikkagi teha ilmastikukindlaist tsementkividest või klinkereist.

## 20. Silikaat- ja patentkivid

valmistatakse erivabrikutes. Silikaatkivid pressitakse lubja ja liiva segust, ning patentkivid eriti ettevalmistatud põlevkivituhast. Pärast seda neid küpsetatakse autoklaavides ehk kateldes kõrge temperatuuril ja 10-atmosfäärilisel aururõhul. Mõlemate kivide formaat on  $27 \times 13 \times 7$  cm. Nende surutugevus on  $100 \div 180$  kg/cm<sup>2</sup> ja veeimavus  $11 \div 19\%$ . Korralikult valmistatud silikaatkivi on ilmastikukindel; patentkive soovatakse tarvitada niiskuse eest kaitstud ehitusosades.

## 21. Tsementkivide valmistamine.

Kohtades, kus hea kruusliiv on lähedalt saadaval (mitte üle  $10 \div 15$  km), osutavad tsementkivid enamasti odavamaks ehituskivideks. See on tingitud kõikjal kättesaadavatest toorainetest ning kivide lihtsast valmistamisest, millega tuleb toime iga mees. Tarbe- ja võimalusekorral võib ehituse peremees ise valmistada oma ehituse tähtsaima ehitusmaterjali — seinakivid, mille asjaolu on väga tähtis piiratud ehituskapitali puhul.

Tsementkivide valmistamiseks tarvitatav kruusliiv peab olema puhas, mitmekesiste teradega, alates jahusarnasest ( $0 \div 0,2$  mm), mida peaks olema  $10 \div 20\%$  kogu kruusliivast, ja lõppedes näpuotsasuuruse kruusaga ( $20 \div 22$  mm). Kõige tugevamad kivid saab kruusliivast, milles teri jämeduses  $0 \div 2$  mm on kaalu järgi ca.  $\frac{1}{3}$  ja jämeduses  $2 \div 20$  mm —  $\frac{2}{3}$ . Peenemast liivast on küll

kergem vormida kive, kuid nad tulevad nõrgemad. Puhutuse mõttes on liiva juures tähtsaim — huumuse mittesisaldamine. Huumushappe proovi tehakse 3%-lise seebikivi- (naatron-) lahusega, mida huumushape värvib vastavalt ta hulgale kollakaks või koguni tumepruuniks. Kui puhast liiva pole saadaval, peab huumushappelist liiva kas kuivatatama või pestama või tarvitatama rasvasemat segu. Savisisaldus liivas ei tohi olla üle 5%. Hea, mitmekesiste teradega kruusliiva tarvitamisel, võib seguvahekord olla (mahu järele)  $1 : (8 \div 10)$ , kuna halvema puhul samase kivitugevuse saavutamiseks peab võtma 1 osa tsementi  $5 \div 7$  osa kruusliiva peale. Kruusliiva kõrval ehk kruusa asemel võib tarvitada ka killustikku (terad  $5 \div 22$  mm); siis oleks seguvahekord 1 osa tsementi +  $4 \div 6$  osa liiva +  $3 \div 4$  osa killustikku.

Tahetakse saada mõneks otstarbeks (näit. maja seespoolsete kihtide jaoks) poorsemaid kive, mis paremini sooja peavad, siis tuleb tarvitada kiveks ühtlateralist liiva. Kõige sobivam on liiv teradega  $1 \div 3$  mm, kusjuures seda poorsest saab kivi, mida ühtlateralisem on liiv (soovitav on, et kõige suurem tera läbimõõt ei ületaks kõige väiksemat üle 2 korra). Niiugune kivi on väikese soojajuhtivusega ja ka väikese veeimavusega (alla 5%). Selle vastu surutugevus on väiksem ( $25 \div 40$  kg/cm<sup>2</sup>), kuid siiski veel küllalt kõrge, et neid tarvitada  $1 \div 2$ -kordsete majade seinteks. Sellega siis ühtlateralisest liivast tsemmentkivi sarnaneb gaasbetoonile (vt. „Tehnika Ajakiri“ nr. 5, 1936. a.).

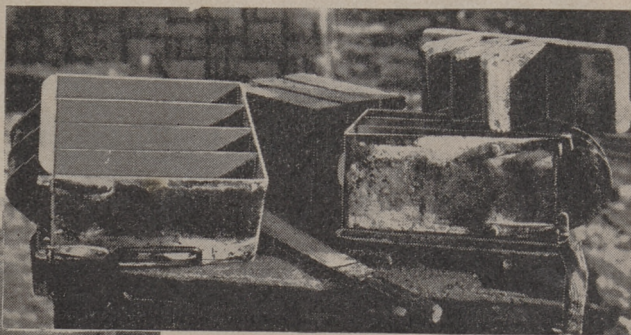
Seguvahekorra arvutusel tuleb silmas pidada, et 1 liiter tsementi (vabalt sisseraputatud) kaalub 1,3 kg, s. o. ühest pütist tsemendist saab 135 liitrit, ehk 1 kotist (57 kg) — 45 l, kuna tühja tsemendipüti maht on 100 l.

Segu valmistamisel tuleb kruusliiv tsemendiga kuivalt  $3 \div 6$  korda läbi segada (kuiva liiva puhul vähem, märja liiva puhul rohkem). Kuiv segu on valmis, kui sellele labidaga löömise ja siis ületõmbamise järele ei jää näha ei tsemendi ega liiva triipe. Killustiku ja jämeda kruusa tarvitamisel lisatakse need pestuna liiva ja tsemendi segule ning siis segatakse kõik veel paar korda, kuni segu muutub ühtlaseks. Vett pritsitakse kastekannust, selle puudusel — üle luua, ühtaegu segades  $3 \div 4$  korda. Segu veesisaldus peab olema säärane, et peos saaks segu pigistada mittelagunevaks palliks; teiste sõnadega, segu konsistents (koostusolu) olgu muldniiske. Tugeval tampimisel peab segust esile tulema veidi niiskust; on viimast palju, kleepub segu vormi seintele ja värske kivi tikub laiali vajuma; liiga kuiva segu puhul kivid tulevad nõrgad; eriti tuleb hoiduda kuiva segu tarvitamisest kuiva ja sooja ilmaga. Kui töö vältel segu ära kuivab, tuleb teda niisutada ja uuesti segada. Kõik valmistehitud niiske segu peab ära tarvita-

tama  $1\div 1\frac{1}{2}$  tunni jooksul sooja ilmaga ja  $2\div 2\frac{1}{2}$  tunni jooksul jaheda ilmaga; tarduma läinud segust ei saa kõlblikke kive, kuid teda võib uuesse segusse panna kruusliiva asemele.

Segu tuleb vormides hoolsasti tampida, pöörates erilist tähelepanu nurkadele. Aluslaudu, mille peal tehakse või millele asetatakse kivid, peab enne pikemalt leotatama või niisutatama, et nad vett täis imbuks, sest kuival laual ehk -alusel võib kivi praguneda või jääda nõrgaks. Kivid hoitakse laudadel ehk alustel  $2\div 3$  päeva, siis laotakse nad õue virna (ladumisel jätta kivide vahele  $1\div 2$  cm vahet) ja hoitakse niiskeina  $2\div 3$  nädalat, võimalikult kaitstult tuule ja päikese eest.

Joon. 20.



Üla l: 3- ja 4-kivilised pressid ühes tampidega (vt. lk. 30, 3).

All: 4-kiviline press jalgadel. Segu tambitud, pressile asetatakse aluslaud või -plaat, press pööratakse ümber, vaheplaadid tõmmatakse välja, ja press tõstetakse üles, pigistades kivid aluslauale.

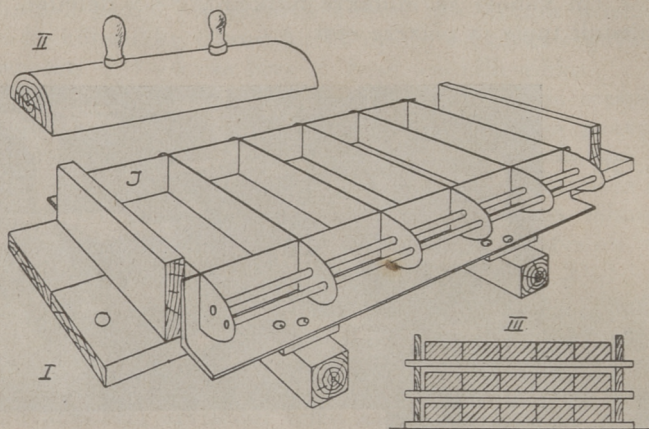
Seina tohib laduda ainult hästi kõvenenud kive, mis on vähemalt 4 nädalat vanad. Pannakse aga seinä värsked ehk niisked kivid, siis seinas kuivades nad tõmbuvad veidi kokku, mille tõttu seinä võivad tekkida praod.

Väga soodus on valmistada kivid sügisel ning laduda nad seinä järgmisel kevadel. Talvel, külmal ajal kivide tugevus ei tõuse, küll aga tugevnevad kivid soojematel niisketel aegadel. Soovides kive valmistada talvel, tuleb seda teostada kinnises ruumis, hoidudes sealjuures külmunud kruusa tarvitamisest ja võimalikult soojendades seguvett; kõvenenud kivid laduda õue virna.

## 22. Tsementkivide pressid.

Tsementkivide valmistamise pressidest ehk vormidest on meil levinenumaid järgmised 3 tüüpi<sup>1)</sup>:

1) 5-kiviline press aluslaudadega (joon. 21). Kohane tööstusele või ühingule, kus press leiab alalist kasutamist. Tootvus ca. 1000 kivi päevas; hind 25÷30 krooni; selle juurde on vaja 400 kuni 500 aluslauda, mille hind on 10÷20 senti tükk.



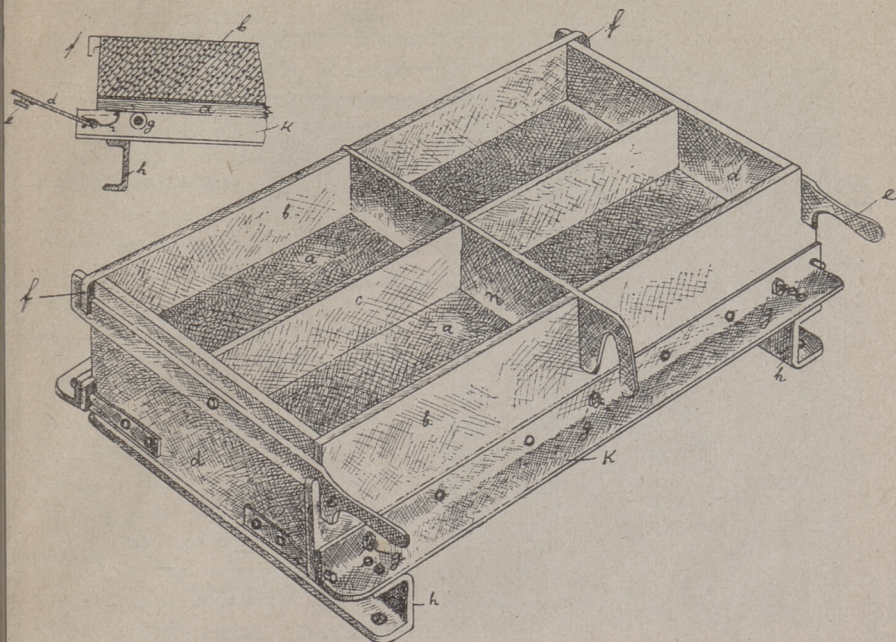
Joon. 21. Tsementkivi vorm. I — Kokkupandud press aluslauaga. II — Tamp. III — Värskete kivide ladumine.

2) 4- või 6-kiviline press, kivide väljatõstmise paari viisi (joon. 22). Kohane tööstusele, ühingule või ehitusettevõtjale. Produktsioon: 600÷800 kivi päevas; hind 25÷30 krooni; selle juurde on vaja 7÷10 cm laiuseid ja 60 cm pikkuseid aluslaudu, milleks sobivad ka praaklaudad.

3) 3- või 4-kivilised pressid, kivide pressimine serviti (joon. 23 ja 20). Produktsioon 400÷600 kivi päevas. Eriti soodsad sellepärast, et ei vaja aluslaudu, kuna kive võib asetada tasandatud maa või pikkade, hiljem muudeks töödeks tarvitataivate, laudade peale. Tarvitades alusplaadi asemel lühikesi aluslaudu, võib tõsta pressi produktsiooni kuni 800 kivi päevas. Hind 16÷21 krooni ja jalgadega tüübil — 30÷35 kr.

<sup>1)</sup> Lähemalt presside kohta vt. „Tsemendi ja betoonitööde käsiraamat“.



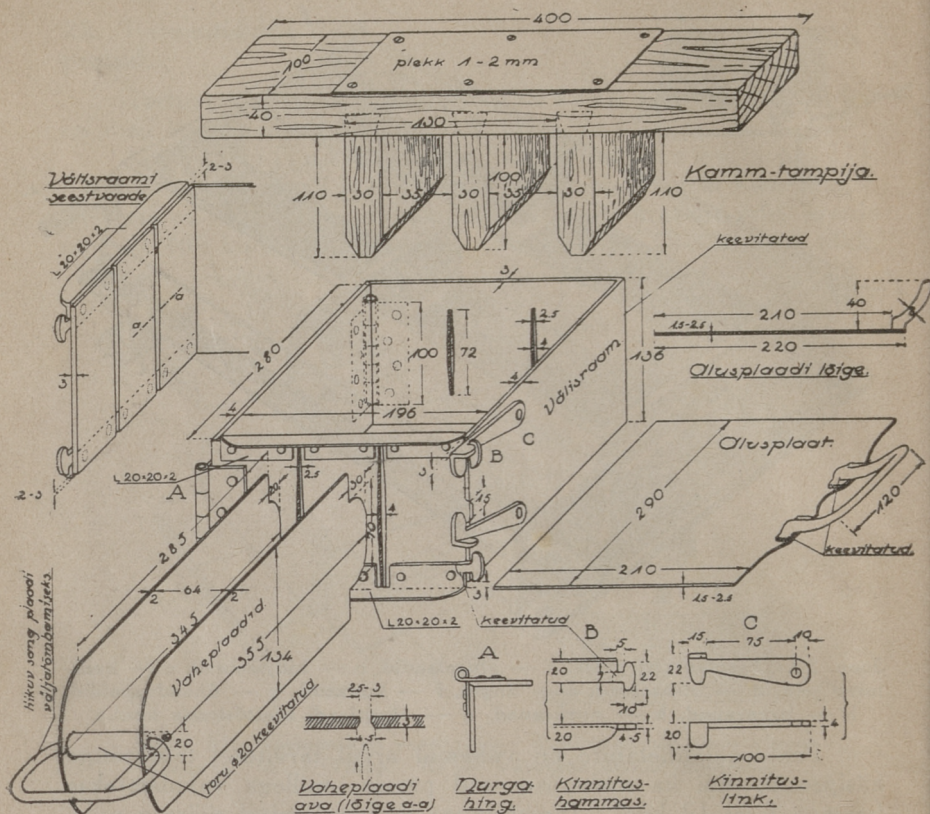


Joon. 22. Tsementkivi press: a — alusplaadid, b — küljeseinad, c — keskmine sein, d — otsaseinad, e — lingid, f — konksud, g — ühenduspoldid, h — karprauad, k — nurkraudad, n — alusplaadi ülestõstmise konks.

Peale eelnimetatute on vähemal arvul tarvitusel teisi tüüpe käsipresse, kui ka mehaniseeritud presse, millega valmistatakse korraga kuni 12 kivi. Jõumasinaga ümberajamisel säärase pressiga võib päevas valmistada mitu tuhat kivi. Suuremalt jaolt neid kive valmistatakse aluslaudadel, nagu näidatud joon. 20. Välismaal valmistatakse masin-pressiga ka mitteläbivate aukudega tsementkive. Need augud aitavad suurendada seina soojapidavuse võimet ning vähendada kivi kaalu. Õõnesseinte ehitamisel niisuguseid kive on kergem käsitada.



K. Inderi majad Keilas.



Joon. 23. 3-kihilise tsementkivi vormi tööjoonis.

## 23. Vundament.

Nopsa-seinte jaoks alusmüür tuleb teha samuti kui tavalisele kivihoonele: kraavi põhi peab olema allpoole külmumispiiri, s. o. 1,30÷1,60 m sügav, või rajatud paaspõhjale. Tihedas liivamaas ja kruusamaas, kui põhjavesi on sügaval, vundamendi kraavi sügavus võib olla vähem (0,90÷1,20 m). Kraavi laius oleneb seina paksusest ja alusmüüri materjalist. Soklit e. müürjalga ärgu tehtagu seina välispinnast väljaastuvana, et vähendada vihma- ja lumevee tungimist seina ja vundamendi sisse. Seega sokli pikkuse- ja laiuse mõõtmed võrduks seinte omadele. Vundamendi ja hoone välismõõtmed on soovitatav valida niisugused, et seina kive ei tuleks maha raiuda, vaid et sein tuleks välja tervetest kividest.

Kui vundament on betoonist, siis võib piirduda 50-cm (ja joon. 8,5 järgi 42-cm) vundamendi paksusega, ning puupõrandate korral põrandatalad võib asetada seks otstarbeks seina seesmisse kihti jäetud pesadesse (joon. 25). Raud- ehk paekivist vundamendi tegemisel juba materjal ise tingib suurema laiuse (60÷65 cm) ja talade asetamiseks jääb 15 cm laiune müüri äär vabaks.

Soovitav on vundament müürida üleni segamörtlil (1 osa tementi +  $8 \div 12$  osa liiva + lubjapiim seguvena), keldrimüürid — mörtlil 1: (3÷6) + lubjapiim. Soovitakse aga vundamendi maaalust osa teha kuiva müüritusena, nagu see maal kombeks („vundamendikraavi täitmine“), siis tuleb seda ikkagi l a d u d a, sidudes üksikud kivid ning täites vahed kildudega ja kruusliivaga. Säärast kuiva müüritust võib kraavi põhjast teha kuni 50÷60 cm kauguseni maapinnast allapoole ja seegi on lubatav ainult vähemate ühekordsete ehitiste juures. Alates 50÷60 cm altpoolt maapinda vundament tuleb igal juhul müürida seguga või teha tamp- või tsükloopilisest (s. o. suurte kivide lisamisega) betoonist 1: (8÷12).

Sokli peale tuleb valada kiht tementsegu 1: (2÷3); 2,5 cm paksuselt, siluda vesiloodi järele ja lihvida veekindlaks. 7÷10 päeva tuleb see hoida niiskena, siis tõrvata üle asfatemulsiooniga, bituumeniga või kivisöetõrvaga. Säherduse kahekordse isolatsioonikihi läbi on majasein kõige paremini kaitstud maast tõusva niiskuse vastu. Kui ei ole võimalik teha korralikku tement-isoleerkihti, siis tuleb panna kaks korda tõrvapappi ja nende vahelised pinnad võõbata bituumeniga või tõrvata.

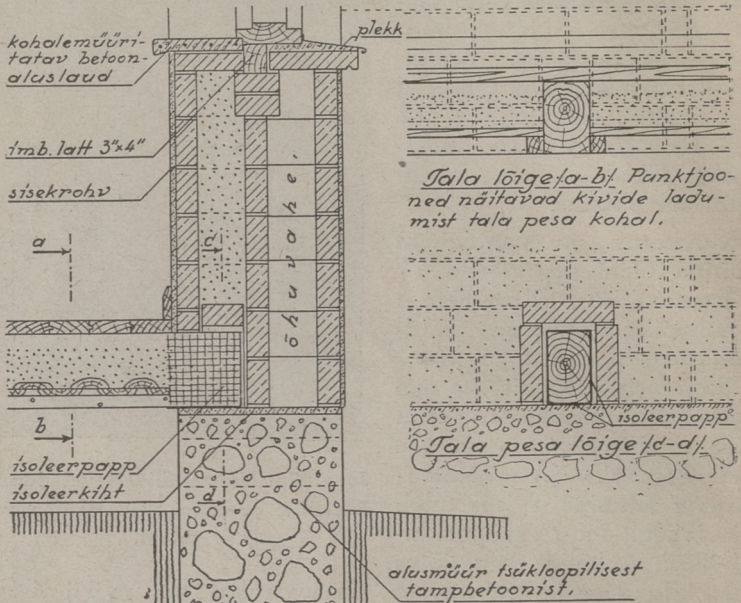
Õhuaukud (vähemalt 15×15 cm) põrandaaluse tuulutamiseks (joon. 26) tuleb teha vundamendisse iga 2÷3 m tagant. Samasugused õhuaukud tuleb teha ka vaheseinte alusmüürides, et



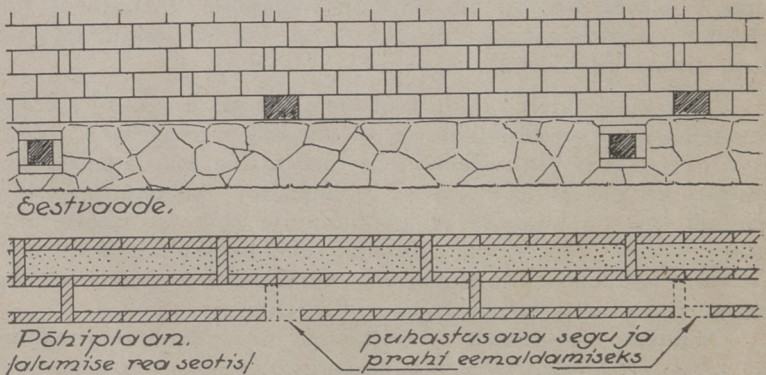
Joon. 24. Tsementkivide valmistamine 3-kivilise pressiga. Esiplaanil värsked kivid.

võimaldada tuuletõmbust põranda all. Kui augud teha ümmargused, siis olgu nende läbimõõt vähemalt  $10 \div 15$  cm.

Kui hoone on kellerdatud ja põhjaveed on tsementirikkuvad, isoleeritakse keldri kohal alusmüür ja keldri põrand maaniiskuse vastu bituumenkihiga, kattes sellega keldri põrandaalus ja vundamenti välispind, nagu näha joon. 14.



Joon. 25. Põranda tala otsa asetus.

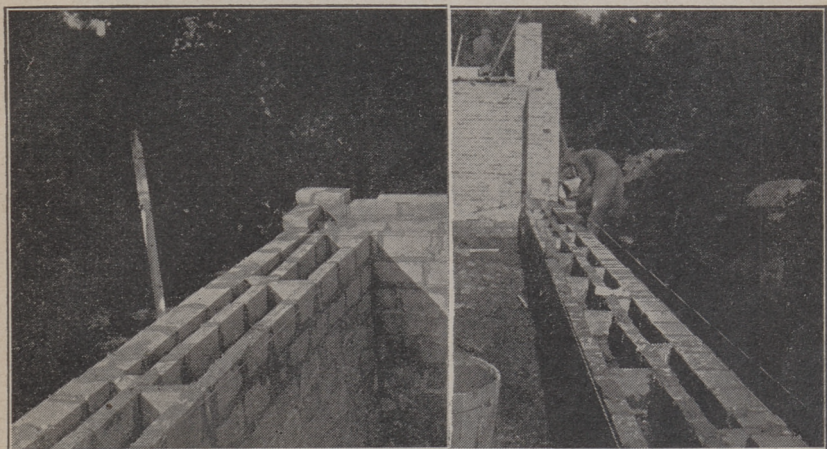


Joon. 26. Lõõri puhastamise- ja vundamenti augud.

## 24. Nopsa-seina ladumine.

Isolatsioonkihiga kaetud vundamendile laotakse esimene ja soovikorral ka teine rida kive esialgu ilma seguta (8 mm vahe-  
dega) eriti täpselt teostades ladumist nurkades, uste juures ja sein-  
teristmetes jälgides, et sidekivid ei satuks lähestikku. On esimese  
kahe rea seotused selged (edaspidi ladumisviis kordub iga  
rea tagant), hakatakse kive laduma mörtli peal, ladudes esmalt  
ümber need kaks lahtist rida.

Mörtli valmistamiseks tuleb võtta puhast liiva (terad suuru-  
sega 0÷5 mm) 6÷9 osa ja segada 1 osa tsemendiga 4÷5 korda;  
siis lisada kastekannust lubjapiima, ühtlasi segades, kuni saavuta-



### Valesti!

Joon. 27. Nopsa-seina ladumine. Vasakul on sidekivid asetatud kohas-  
tlikku, moodustades „külmasilda“.  
takse vajalik töödeldatavus. Lubi annab segule sitkust, tsement —  
tugevust; ainult lubjaga valmistatud segu oleks nõrk, puhas tse-  
mentsegu aga — vähe sitke.

### Õieti!

Lubi tuleb lisada tsementsegule lubjapiima näol, mitte aga  
segada lubjataignat liivaga ja hiljem lisada tsementi; viimase viisi  
järgi valmistatud mörtel ei tule ühtlane ja võib sisaldada üksikuid  
lubja- või tsemendipesi.

Mörtlit läheb nopsa-seinale võrdlemisi vähe (kive serviti ladu-  
des —  $\frac{1}{3}$  liitrit kivi kohta, kive lapiti ladudes —  $\frac{1}{2}$  liitrit) ja,  
kuna valmis segu peab ära tarvitatama 2÷3 tunni jooksul, peab  
korraga valmistetav mörtli hulk olema hästi kohandatud müür-  
seppade arvuga.

Lõõridesse langeva mörtli eemaldamiseks on soovitatav väliskihi alumisesse ritta iga teise sidekivi kohale jätta avaus, mis kinni müüritakse alles pärast seina valmissaamist (joon. 26). Sisekihis tuleb tarbekorral samuti jätta pesad põranda alustalade asetamiseks. Lõõride sisemine pind peab olema võimalikult sile, ja eriti õhemate õhulõõride puhul peab vältima nn. külmasildade tekki- mist lõõridesse hunnikusse kukkuvat mörtli näol.

Kivide ladumisel tuleb jälgida, et kivide vahed ehk vuugid (eriti väliskihis!) hästi täituksid mörtliga, kusjuures üleliigne mör-



Joon. 28. Üldvaade nopsa ehitusplatsile.

tel tuleb kelluga ära võtta. Kõige lihtsam vuuk on sile vuuk, veekindlamad aga silutud vormvuugid (harilikult mõigasvuugid), kuid viimased on kallimad.

Müürimisel seinad peavad kerkima ühtlaselt, hoone terves ulatuses; tuleb hoiduda „treppidest“, s. o. müüri kõrgemaleviimise- st ainult üksikutes kohtades.

Iga 3+4 servitirea järele tuleb väliskihisasse asetada 2÷3-mm raudtraat võimalikkude kahanemispragude vältimiseks. Eriti soovitatav on säärase traadi paigutamine akendealuses ja akende- ning ustepealsetes kihtides pikemate seinte puhul ja talade all.



Joon. 29. Nopsa-seina ehitamine. Vasakul naistöoline täidab siselõõri saepuru ja põlevkivituha seguga; paremal tööline laob seina.

## 25. Täidis.

Täidis asetatakse siselõõri järk-järgult, 1,0÷1,2-m-kõrguste osadena. Täidis tuleb tampida 20÷30-cm kihtidena, et vältida ta hilisemat vajumist. Värskeltaotud lõõri pole soovitatav täita; üldse täitmine nõuab ettevaatust, et tampimisel kive mitte paigast ei nihutataks. Täidiseks tarvitatakse peenendatud puusütt, sammal-turbapuru (hundi abil peenendatud alusturvas — sfagnum), linaluid ning saepuru segatult põlevkivituhaga, lubjaga, või tsemendiga (1 osa lubja või tsementi 15÷20 osa saepuru või linaluie peale). Ehituse vaheaegadel ja vihmaste ilmade puhul tuleb täitelõõrid katta tõrvapapi ribadega või laudadega, et vältida täidise niiskumist, sest niiske täidis on halb soojakaitsja. Tsementkivist seintes niiske täidis kuivab võrdlemisi ruttu, sest tsementkivi tarvitab ära selle niiskuse; teised kivid aga ei vaja niiskust ning sein kuivab pikaldasemalt. Põlevkivituhk lõõride täiteks üksinda ei kõlba, kuna ta ajajooksul läheb tükki ja selletõttu suurel määral kaotab oma isolatsioonivõime.

Kuna siselõõri täide annab küllaldase kaitse külma vastu, siis välislõõr võiks jääda tühjaks. Tema ülesandeks oleks ainult niiskuse siselõõri tungimise ärahoidmine. Soovitakse aga tõsta õhu isoleerivõimet, siis võib välislõõri täita pestud räbuga (šlakiga) või kanarbikuga.

Kui tahetakse õhukonvektsiooni (õhu edasikandumist e. ringlust) vähendada välislõõri katmisega iga 1 m tagant tõrvapapiga, nagu sellest eelpool (lhk. 14) mainitud, siis peab müürimisel oldama eriti hoolas, et selle läbi mitte ei kannataks siduvus: papi riba ei tohi olla üle 2 cm laiem õhuvahest.

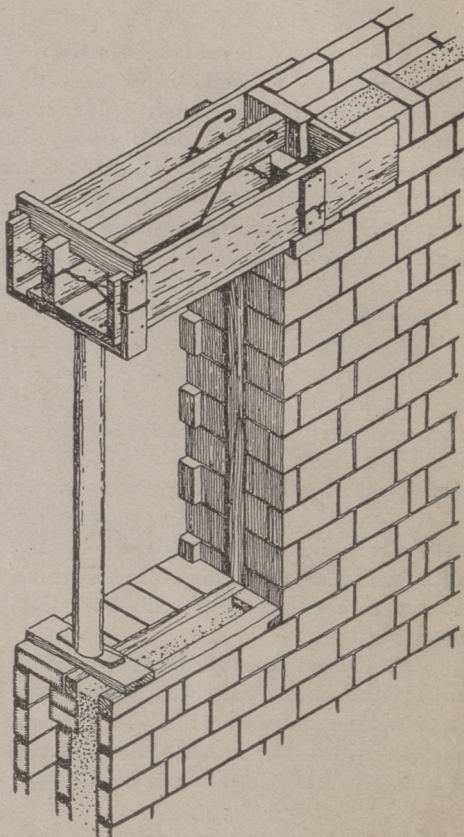
## 26. Piitade kinnitamine ja aknaalused.

Akende ja uste külgede müürimist puudutasime lühidalt juba eelmises peatükis, rääkides nopsa-seina seotustest. Ebatiheduste vältimiseks aknapiida ja seina vahel on soovitatav valmis lengid

(väljastpoolt immutatud ja tõrvapapiga üle löödud) kohe paigale passida ja hoolikalt sisse müürida. Pärast avause valmimist pandavad piidad asetatakse sellekohase, väliskihi 2-3 cm võrra väljalaskmisega moodustatud, valtsi vastu (vt. joon. 30). Müüri vastas asetsev piida külge tuleb tõrvata või immutada ning tõrva või isoleerpapiga üle lüüa. Piida ja müüri vahe tihendatakse lubjapiimasse kastetud takkudega või vildiga. Kui valtsi teha ei ole võimalik (näiteks õhukeste vaheseinte puhul), samuti kui ärajäävad püst- ja rõhtliistud gaasbetoon ehk korekivide tarvitamise tõttu (nagu soovitasime eelmises peatükis), siis tuleb piida paremaks kinnitamiseks üksikute müürikivide asemel seinasse müürida nn. d ü ü b l i d — kivisuurused kõvemast puust immutatud puuklopid, mille külge on võimalik piita või uksehinge kinnitada.

\* Majapidamis- ja tööstusehoonetes võib loobuda puupiidadest, tehes piidad betoonist või ladudes samadest kividest, mis seingi (vt. joon. 7, 8 ja 14).

A k n a a l u s e d tehakse kas betoonist, või lapiti asetatud kivireana, mis veeärajuhtimise saavutamiseks lastakse 5-6 cm võrra seinapinnast välja ja varustatakse veeninaga (joon. 14), või 1½"-2" puust aluslauana (joon. 12). Viimasel juhul on soovitatav aluslaua alla laduda lapiti (¼-kivi paksune) kivikiht (joon. 12 näidatud puulatt on vähem sobiv). Välispoolne aknaalus tuleb igal juhul laduda lapiti- või serviti-kividest, nad seinapinnast „väljast“ ja veeninaga varustades.



Joon. 30.

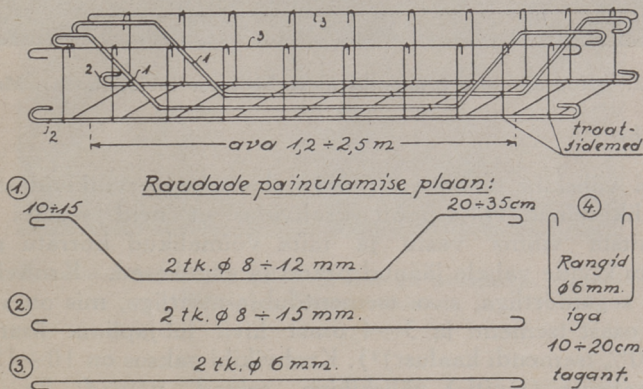
Võib ka akna aluslaud aegsasti ette valmis teha raudbetoonist, korralikult lihvida ning seina ladumisel valmistena sisse müürida (joon. 25).



## 27. Betoonkatted ja vööd.

Akna- ja uksepealsed katted ehk talad tehakse enamasti seinte tõustes vastava kõrguseni. Valmistatakse laudadest raketis, selle sisse asetatakse raudarmatuur ümmarraudadest (vt. joon. 30 ja 31) ja kate betoonitakse killustikbetooniga  $1 : (2,5 \div 3) : (3 \div 4)$ , immutatud laua ehk laudade vaheasetamisega isolatsiooniks külma vastu. Välisõõri kohal katte pealispinda on soovitatav lihvida, andes talle väikse kalle väljaspoole. Kui katte kaal pole liiga suur, siis on soovitatav katted valmistada aegsasti vastavates vormides ja valmistena müürida ehitisse. Gaasbetooni tarvitamise korral välisavade katteteks on eriti soovitatav tarvitada valmiskatteid, kuna gaasbetooni vähese kaalu tõttu transport ehituse kohale ei sünnita raskusi.

Nopsa-sein lõpeb betoonvööga (vt. pt. II, joon. 12÷15), mis ühendab oma vahel seina kihid ning aitab ühtlaselt üle anda katuse ja tarbekorral ka laetalade raskuse seinale. Ka sisemised õhuvahedega kandeseinad lõpevad betoonvööga, mis peab ühendatama välisseinte betoonvööga (raud siduda!). Betoonvöö paksus on vastavalt hoone suurusele  $6 \div 12$  cm. Be-



Joon. 31. Raudbetoonjala armatuur.

Avade juures alla 1,2 m pannakse vaid 2—3 rauda nr. 2.

toonvöö varustatakse raudarmatuuriga kolmest kuni viiest  $7 \div 12$ -mm ümmarrauast. Kui hoonel on raudbetoonlagi, siis ühtub vöö viimasega.

Kuna vöö on massiivne, siis tema kohal seina paremaks isoleerimiseks asetatakse sissepoole immutatud laud. Ka võib be-

toonvööga ühendada ainult 2 sisemist kihti, jättes vöö ja väliskihi vahele õhuruumi (joon. 14).

Vähematel hoonetel betoonvöö asendatakse lapiti laotud kivi-reaga, mille alla iga seinakihi kohta tuleb asetada mörtlisse 3÷5-mm raudtraat. Kui sein tõuseb laest kõrgemale, nagu näha joon. 15, siis laetalade otste alla asetatakse kõrvuti 5÷7 servitikiivi; traadi asetamine üle terve seina nende kiviridade alla on soovitatav.



Joon. 32. Nopsa-ehitisi tsementkividest Soomes: meiereihoone Meltilas..

## 28. Krohv.

Kui väliskiht tehakse  $\frac{1}{4}$ -kivi paksuselt (servitikiividest), siis on tarvilik seinad väljaspoolt krohvida, et neid seeläbi paremini kaitsta vihma vastu ja täita võimalikud korratu müürimise tõttu kivide vahele jäänud praod ja augukesed. Krohvida on soovitatav segamörtliga, s. o. tsement-lubja-mörtliga, mis on valmistatud 1 osast tsementi ja 3÷4 osast liiva lubjapiima lisamisega (lubja 10% tsemendi kaalust)<sup>1)</sup>. Krohvikihi paksus on 10÷15 mm.  $\frac{1}{2}$ -kivi-paksuse (lapiti-) väliskihiga seinad võivad ka jääda krohvimata, kuid säärasel juhul peab neid korralikult katma mingi kaitsevõõbaga. Selleks kõlbab harilik valge või värviline lubjavärv, kuid parem on tsement-lubjavärv või kaseiinivärv tsemendi lisamisega (tsement-lubja-lõssi segu värvi lisandusega). Enne võõpamist sein tuleb üle hõõruda sileda kiviga. Tsemendivõõpa tarvis lasta seista  $\frac{1}{2}$  tundi enne tarvitamist ning võõpamisel segada.

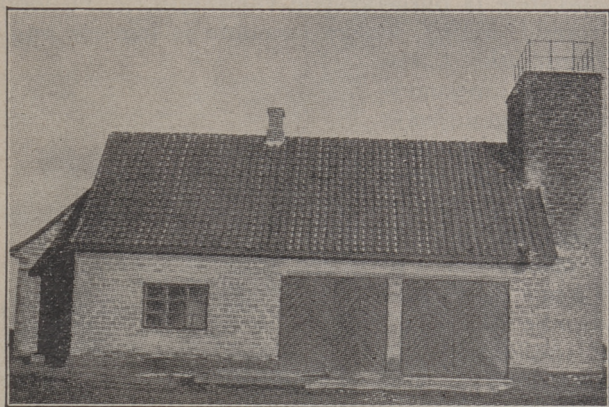
<sup>1)</sup> Tihendusainete (ALV, Biber-F ja t.) lisamine on soovitatav.

Majapidamishoonete ja lautade seinad võivad jääda ka krohvita, kui neid korralikult vuugitakse ja kaetakse eelnimetatud kaitsevõõpadega.

Loomulikult samasuguste võõpadega võib ka värvida krohvitud nopsa-seina.

Krohvitud või tsemendiga võõbatud seina tarvis hoida niiske mõni päev. Niiskust aitab alal hoida kaltsium-kloriidi ( $\text{CaCl}_2$ ) lisamine tsemendi võõbale (2 kuni 5% tsemendi kaalust).

Kas krohvida seinad ka seestpoolt, oleneb hoone otstarbest. Majandushoonetes võib piirduda lupjamisega, kuna elumajadel on ka seestpoolt krohvimine soovitatav. Nopsa-seinte sisekrohviks tarvitatakse härilikku lubjakrohvi 1:3, kui krohvilt ei nõuta suuremat tugevust; niisketes ning külmades ruumides krohvitakse tsement-lubja-krohviga; eluruumide krohvisegusse võib lisada ka saepuru ja linaluid.



Joon. 33. Raasiku vabatahtliku tuletõrje ühingu pritsimaja. Seinad — nopsa, katus — S-tsementkivist.

## Peatükk IV.

# Nopsa-seina omadusi.

### 29. Nõudeid seinte suhtes.

Hoone seintelt nõutakse, et nad oleksid: 1) tugevad, et vastuvõtta lae, katuse ja pealmiste kordade rõhumist ning vastu-panna hävitavatele ja purustavatele välismõjudele, nii looduslikele (vihmad, tormid, külm), kui ka loomade ja inimese poolt sünnitatavaile (kuritahtlised, kogematud või mitmesuguste tegevuste tagajärjed); 2) hügieenilised, s. o. tervishoiuliselt vastuvõetavad, nimelt soojapidavad, kuivad, mittemädanevad; 3) võimalikult kõlakindlamad; 4) võimalikult tulekindlamad ja põlisemad ja 5) majanduslikud, s. o. võimalikult odavad nii ehitamisel kui kasutamisel. Kas nopsa-sein vastab nimetatud nõudeile?



Joon. 34. Maakondlik muuseumihoone Soomes.

### 30. Tugevus.

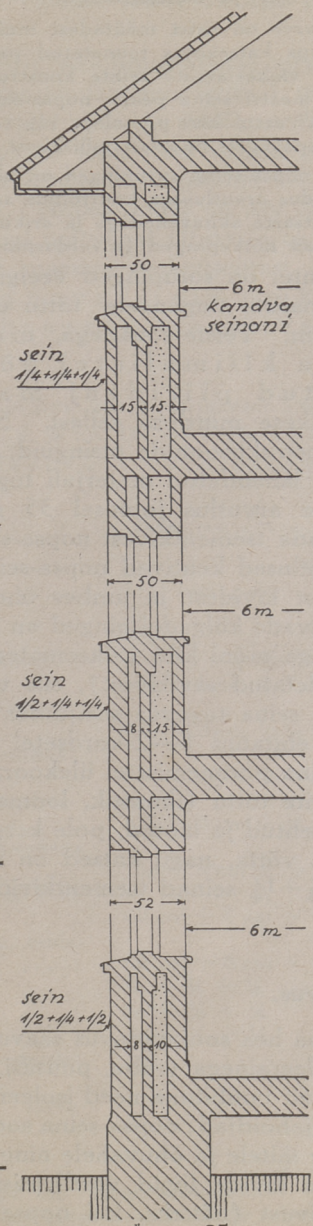
Staatiliste arvutluste põhjal harilikus 1÷2-kordses nopsa-hoones katuse, lae ja seinte rõhk on vundamendi põhipinnale 1÷2,5 kg/cm<sup>2</sup>, vastavalt konstruktsioonile ja materjalidele. Kõrgemas nopsa-hoones esinevaid rõhke esildab ligikaudselt joon. 35. Teame aga, et nopsa-seinas tarvitavate kunstkivide surutugevus on 60÷200 kg/cm<sup>2</sup>. Vuukide vähema tugevuse tõttu ehitusmää-

# KOORMUSED JA SURUPINGED AVAUSTETA NOPSASEINAS.

## SURUPINGETE ARVUTUS.

### Kandvate kihtide

	Koormus kg/l. m.	paksus cm	pind cm <sup>2</sup> /l. m surupinge kg/cm <sup>2</sup>
<b>II. kord.</b>			
Katus ja lagi:			
$250+500) \times$			
$\times 6,50/2 =$	2440	$6,4 \times 3 = 19,2$	$19,2 \times 100 = 1920$
ein (3,3 m).			
$00 \times 3,3 =$	1980		$19,2 \times 100 = 1920$
II. korra põranda juures:			
$2440+1980 =$	4420		$2,3 = 4420 : 1920$
<b>I. kord.</b>			
Katuse ja III. korra koormus . . .	4420		
Lagi:			
$50 \times 6,50/2 =$	1790		
sein:			
$60 \times 3,30 m =$	2500	$6,4 \times 2 + 13,6 = 26,4$	$26,4 \times 100 = 2640$
I. korra põranda juures:	8710		$3,3 = 8710 : 2640$
<b>0. kord.</b>			
Katuse, II ja III kordade koormus	8710		
Lagi:			
$550 \times 6,50/2 =$	1790		
sein (3,6 m).			
$360 \times 3,60 =$	3100	$13,6 \times 2 + 6,4 = 33,6$	$33,6 \times 100 = 3360$
0. korra põranda juures . . .	13600		$4,05 = 13600 : 3360$



## KOORMUSED, kg/m<sup>2</sup>.

<b>Katus:</b>	
omakaal	120
lumi ja tuul	130
<b>Koku:</b>	250
<b>III. kord.</b>	
<b>Lagi</b> (raudbetoonist, rübukattega):	
omakaal	300
kasuskoormus	200
<b>Kokku:</b>	500
<b>Sein</b> $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ :	
kivid:	$0,07 \times 3 \times 2200 = 460$
täidis: $0,15 \times 900 =$	140
<b>Kokku:</b>	600
<b>II. kord.</b>	
<b>Lagi</b> (raudbetoonist, puu põrandaga):	
omakaal	300
kasuskoormus	250
<b>Kokku:</b>	550
<b>Sein</b> $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$	
( $0,14 + 0,07 \times 2) \times$	$2200 = 620$
täidis	140
<b>Kokku:</b>	760
<b>I. kord.</b>	
<b>Lagi</b> (raudbetoonist, puu põrandaga):	
omakaal	300
kasuskoormus	250
<b>Kokku:</b>	550
<b>Sein</b> $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$ :	
kivid	$(0,14 \times 2 + 0,07) \times$
$\times 2200 = 770$	
<b>kokku:</b>	860

Joon. 35.

rused lubavad lubjasegul laotud müürile rõhet 10 kg/cm<sup>2</sup>, segasegul — 15 kg/cm<sup>2</sup> ja tsementsegul — 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Purustav surve on neist määradest muidugi palju suurem. Näiteks, Stokholmi Riiklikus katsekojas toimetatud proovidel mitmesuguste Rootsis tarvitusel olevate väikeelamute seinte konstruktsioonidega osutus purustav surve 1 jooksva meetri seina peale: nopsa-seinal tsementkividest — 130,8 tonni (66 kg/cm<sup>2</sup> netto kivi pinnale), 1½ telliskivi paksusel massiivseinal — 110 t ja samapaksusel poorsest telliskivist seinal — 60 t.

Nähtub, et nopsa-seina surupinged on harilikult kaugelt väljaspool lubatud piire. Vajadus arvutlusega kontrollida seina pingeid tekib ainult eriliselt kõrgete ja kitsaste aknavahedega ja erikujuliste seinte puhul, kus tulevad esile suuremad nõtkepinged (niverduspinged).

Massiivseintel on surupinged veelgi väiksemad, ometi ei või meie oma kliimaliste tingimuste tõttu ehitada õhemat seina kui 2 kivi ehk 57 cm. Teiste sõnadega, massiivehitusviisil meie ei saa kliimalistel põhjustel ära kasutada lubatud piirideni materjali tugevust, vaid ainult väikese murdosa sellest. See asjaolu ongi tinginud õõnesseinte konstruktsioonide otsinguid, ja paistab, et nopsaseinas on otstarbekalt lahendatud materjali tugevuse ära kasutamine.

Ligikaudne arvutus joonisel 35 näitab, kui mitmekordset maja võib ehitada tsementkivist nopsa-süsteemis.

Need arvutlused kehtivad nopsa-seina kohta, kui see on tehtud ühesugustest kividest ja umbes ühepaksuste vuukidega ning ilma avadeta; avade külgedel pinged on loomulikult kõrgemad.

Tehakse aga mõni kiht väiksematest kividest (näit. seesmine kiht kergestipõletatud savikivist), siis vuugid tulevad ebaühtlase paksusega ning seina tugevus sealjuures võib märksa väheneda.

Meil seni ehitatud 1—2-kordsetel nopsa-hoonetel pole nenditud ühtegi seina purunemist ei ülekoormatuse ega ka muude välispidiste mõjurite tõttu (ilmastik, loomad, inimesed). Kui kivid on korralikult tehtud ja laotud, pole kerge seinast üht (serviti laotud) kivi välja võtta, nagu katsed on näidanud. Ka tallides ja lautades  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$  seinad tsementkividest on osutunud küllalt tugevateks.

### 31. Soojapidavus.

Nopsa-seina hea soojapidavus saavutatakse õhulõõride täitmisega poorse isoleerainega (räbu, puusüsi, alusturvas, saepuru, lina-luud). Korralikult tambituna need isoleerained, kui nad on kuivad, on parimad soojahoidjad; nopsa-seina soojapidavuse võimest üle  $\frac{3}{4}$  langeb poorsele täitele ja õhuvahele ning ainult  $\frac{1}{4}$  müüritisele enesele. Selletõttu kivide liigid võrdlemisi vähe mõjutavad nopsa-seina soojapidavust (näiteks, kui nopsa-seina seesmine kiht teha

tsementkivi asemel põletatud telliskivist, siis seinä soojapidavus on vaid ligi 4% kõrgem; nii väikest vahet on aga raske tunnetega tajuda).

Seinte soojaläbilaskvust iseloomustatakse arvuga „K“; viimane tähendab kalorites soojahulka, mis läbib 1 m<sup>2</sup> seinä 1 tunni jooksul, kui temperatuuri vahe välis- ja siseõhu vahel on 1° C. Järjekult, mida soojapidavam sein, seda vähem arv „K“. Meie kliimalistes oludes „K“ peaks olema kiviseinal — mitte üle 0,90 ja puitseinal mitte üle 0,6. Nopsa-seinal on arv „K“ umbes 0,5, s. o. veidi madalam kui heal puitseinal (0,6) ja ca 50% madalam tavalisest 2-kivi-paksusest massiv-telliskiviseinast, mille „K“ on umbes 1,0; teiste sõnadega nopsa-sein on kaks korda soojem 2-kivi-paksusest massiivsest telliskiviseinast.

Prof. ins. E. Malteneki ja prof. ins. L. Jürgensoni andmeil (vt. „Tehnika Ajakiri“ nr. 12 — 1935. a. ja nr. 3/4 — 1936. a.) mitmesuguste meil tuntud seinte soojaläbilaskvuse võrdlusarvud „K“ on:

Seina tüüp	Konstruksioon	Seina paksus cm	Soojaläbilasku- arv „K“
1. Telliskivisein, massiivne . . . .	1½ kivi paks	41	1,35
2. „ „ „ . . . .	2 „ „	55	1,08
3. „ „ „ . . . .	2½ „ „	69	0,90
4. Telliskivisein, 8-cm õhugahega .	1 + 8 cm + ½	48	1,01
5. „ „ „ . . . .	1½ + 8 cm + ½	62	0,85
6. Telliskivisein poorse telliskivi voodriga . . . . .	1½ + 8 cm + ½	62	0,77
7. Telliskivisein, 8-cm sammaltur- baga täidetud õhugahega . . . .	1 + 8 cm + ½	48	0,62
8. Telliskivisein, 8-cm sammaltur- baga täidetud õhugahega . . . .	1½ + 8 cm + ½	62	0,54
9. Silikaatkivisein, 8-cm õhugahega ja telliskivi voodriga . . . . .	1½ + 8 cm + ½	62	1,08
10. Paesein telliskivi voodriga, 8-cm õhugahega . . . . .	60 cm + 8 cm + ½	81	1,01
11. Paesein telliskivi voodriga, täide- tud õhugahega . . . . .	60 cm + 8 cm + ½	81	0,62
12. Nopsa-sein tsementkivist . . . .	¼ + ¼ + ¼	50	0,54 <sup>1)</sup>
13. „ „ „ . . . .	½ + ¼ + ¼	50	0,52
14. „ „ telliskivist . . . .	½ + ¼ + ¼	50	0,45
15. Ristpalkidest 5" sein, vooderdat. ja krohvitud . . . . .		19	0,66 <sup>2)</sup>
16. Püstplankudest, 3 kihti tõrva- pappi . . . . .		15	0,61 <sup>2)</sup>

1) Välispuolsed kivi kihid on võetud niisketena.

2) Puu on võetud kuivana ning voodrilaudade vahed täitsa tihedatena.

Ülaltoodud soojaläbilaskvuse arvud „K“ on nn. teoreetilised, s. o. õiged niivõrd, kui võrd tihedalt on täidetud seguga vuugid ja kui võrd hästi on topitud praod üksikute palkide, laudade ja plankude vahel, ning kui võrd täidis on tihed.

Kuna need tööpuudumid võivad juhtuda kõikidel ehitustel enam-vähem ühesugusel määral, siis arv „K“ tabelis iseloomustab õieti üksikute, meil tarvitusel olevate seinatüüpide suhtelist soojapidavust, millest kõige soojem näib olevat nopsa-sein.

Stokholmi Kuninglikus Katsekojas toimetatud uurimustel nopsa-seina soojaläbilasku-arv osutus  $K = 0,52$ , mis on võrdne meie uurimuste tulemustega.

Asundusameti poolt toimetatud katsetel nopsa-maja tsementkivist osutus soojapidavuse poolest paremaks teistest tüüpidest (vt. „Uudistalu ehituskuludest“ — arh. A. Esop, „Tehnika Kõigile“ nr. 1 — 1936. a., lk. 5÷7).



Joon. 36. Ins. F. Petersoni maja Tallinnas.

### 32. Kuivus.

Hoone seinte kuivus on tähtsamaid elamiskõlblikkuse tingimusi. Majades, kus seinad on niisked, on õhk raske kõrge suhtelise niiskuse tõttu ja mööbel ning asjad kattuvad hallitusega, elanikud aga põevad jooksvat j. t. haigusi. Niiske sein juhib ka enam sooja ning ruum nõuab rohkem kütet kui kuiv sein. Seinte niiskuse põhjused on enamalt järgmised:

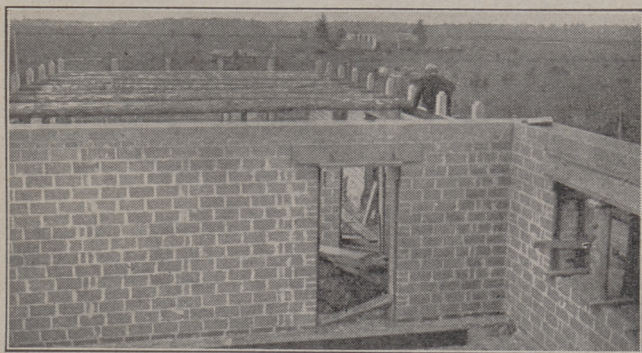
1. Vihmavee läbitungimine; see juhtub siis, kui seinas on praod, või seinakivid on veimavust soodustavate pooridega; ka nõrk sidesegu (lubjasegu) laseb kergesti vihma läbi.

2. Maaniiskuse tungimine seinasse juhtub siis, kui vundamendi peal pole küllalt tihedat või püsivat isoleerkatet.



3. Ruumi õhuniiskuse kondenseerumine e. tihnumine välisseinal, kui selle temperatuur on madalamal „õhukastepunktist“. Niiskuse kondenseerumine sünnib eriti siis, kui:

- a) välisseinaad lasevad sooja läbi (arv „K“ on kõrge, seinas on praod);
- b) ruumides õhk sisaldab palju veeauru (pesupesemine, inimeste või loomade rohkus, auru tekitav talitus);
- c) õhk seinapinnal ei saa vabalt liikuda (mööblite taga, nurkades);
- d) ruume ei tuulutata.



Joon. 37. Asundustalu Pikaveres, ehitamisel. Esiplaanil eluruum, selle taga on näha laudalae talad.

Neist asjaoludest punktides b), c) ja d) nimetatu ei olene seintest, vaid elanikest. Kahjuks, paljud ei oska eraldada neid põhjuseid ning toaniiskuse panevad ainuüksi välisseinte arvele, mis aga pole alati õige, vaid igakord peab niiskuse põhjust täpselt selgitatama, vastavalt millele tuleb ka abinõusid tarvitada. Eriti puudub meie rahval õige arusaamine ruumide tuulutamise tähtsusest ja vajadusest.

4. Lubjasegu müüris ja lubjakrohv, mis esimesel ja vahest ka teisel aastal eraldavad niiskust.

Vaadeldes eelnimetatud seinte niiskuse põhjuseid nopsa-seina seisukohalt, peab tähendama järgmist:

1. Vihmavee tungimine läbi nopsa-seina on võimatu, kui vuugid väliskihis on korralikult täidetud otstarbekohaselt valmistatud seguga, kui välisõõrist on ära koristatud sinna

langenud segu ja kui sein on väljastpoolt korralikult krohvitud tsemendi või segakrohviga. Vihmavee tungimist sein takistab ka viimase võõpamine 2÷3 korda tsemendipiimaga, milles on lupja kuni 10% tsemendi kaalust.

2. Põhjavee tungimist sein takistab vundamendi peale pandud isoleerkiht.
3. Õhuniiskuse tihkumist nopsa-seinal hoiab ära sein väike soojaläbilaskvus. Et vältida elamisest tingitud niiskuse kogumist nurkadesse, on tarvis ruume tuulutada. Peab hoolitsetama, et ehituse ajal tehtaks igasse ruumi korstnaga ühendatud õhu äratõmbe auk.
4. Kuigi nopsa-seina ehitamisel tarvitatakse lupja nii sidosseguks kui ka krohviks ja kuigi see lubi, kivinemisel, eraldab niiskust, siis sein tsement tõmbab selle niiskuse endasse (tal on seda vaja kivinemiseks), ning selle võrra toaõhk on kuivem. Betoonseinal krohv kuivab rutemini, nagu vaatlused tõendavad: tsementkivist nopsa-majasse võib kohe asuda elama, ilma et oleks eriti karta niiskust, mida ei saa alati ütelda teistest ainetest ehitatud majade kohta.

Nõnda siis majad tsementkivist, nopsa-süsteemi järele korralikult ehitatud, tulevad kuivad; seda tõendavad ka olemasolevad ehitised ja uurimused: Asundusameti kontrollmõõtmiste järgi õhuniiskus nopsa-majus oli 65%, s. o. normaalne.



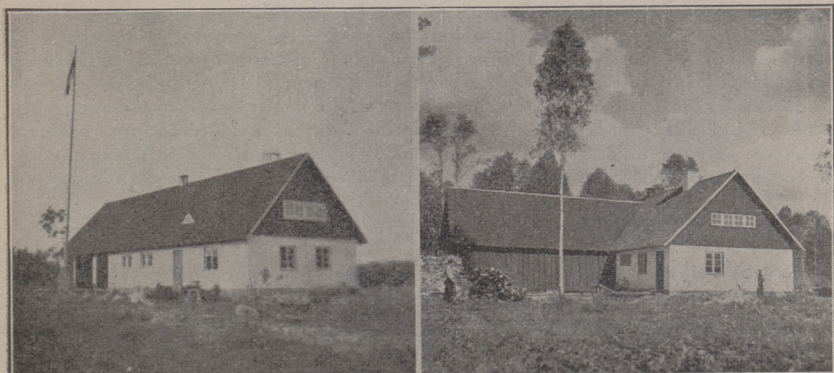
Joon. 38. Nopsa-ehituse tsementkividest Soomes: maa-alkkooli hoone.

### 33. Soojamaht.

Soojate ääravuseks nimetame esemete võimet sooja täarata e. tagavaraks koguda ja ümbruse temperatuuri langedes seda ümbrusse uuesti välja hoovata. Täaratud sooja hulka nimetame eseme soojamahuks. Ka igal hoonel on suurem või vähem soojamaht, mis kütmise vaheaegadel reguleerib toa soojust. On soojamaht väike, langeb toa temperatuur öö jooksul palju, on ta suur, langeb temperatuur vähe. Nopsa-seinal on soojamaht muidugi väik-

sem kui massiivkivihoonel, kuid on siiski kõrgem kui puumajal, eriti kui veel arvesse võtta kivist seesmisi ehk vaheseine; sellepärast soojamahu suurendamiseks on soovitatav viimased ehitada kivist. Asundusameti uurimustel (vt. „Tehnika Kõigile“ nr. 1 — 1936. a.) temperatuuri keskmine langus öö jooksul oli: puumajus 23,8° C pealt 19,8° C peale, tsementkivist nopsa-majus 23,05° C pealt 21,1° C peale ja telliskivi-nopsa-majus 19,66° C pealt 17,75° C peale.

Soojamahu tõstmiseks oleks kasulikum täita isoleerainega seina välislõõre, kuid, arvesse võttes sellesse vihmaniiskuse sissetungimise võimalust  $\frac{1}{4}$  kivi paksuse kihi läbi, on soovitamam täita seesmisi õhulõõre. Ka niisugusena oleks nopsa-seina täärevõime tuntavalt suurem seepoolt isoleerplaatidega kaetud kivi-seina omast, kus on täärevõime võrdlemisi madal. Madala soojatäaravusega seinal peab olema ka soojaläbilasu arv „K“ madal.



Joon. 39. Nopsa-süst. asundustalu hooneid.

Peresaare as.

Laane as.

### 34. Hingavus.

Seinte hingamiseks nimetatakse isetoimuvat õhuvahetust seinte kaudu. Sel on tähtsust, kui ei ole võimalik õhutada ruume akende või ventilatsioonikanalite kaudu.

Kõikidest seinatüüpidest suurim hingavus on puuseintel, eriti kui nad pole tihedalt kaetud õlivärviga, vaid on kas ainult vooderdatud, või on värvitud mineraal- või rootsi värviga, mis teatavasti ei kata õhukindlalt. Nopsa- ja massiivseintega hoonetel on hingavus keskmine, ja väheneb, kui nad varustatakse tiheda krohvikihiga; ta kaob pea täiesti kui hoone värvitakse korralikult õlivärviga. Krohvides nopsa-seina veekindla krohviga vähendatakse samuti ta hingamist. Igal juhul on tähtis ette näha õhustamisvõimalused kas akende või eriliste õhuaukude kaudu.

Seinte hingavuse vajadust on mõnelt poolt üle hinnatud. Sest kui „hingamine“ sünnib ohtralt (nagu paljudes puumajades), siis jahtub ruum, on ta aga väike, siis pole talt kasu. Üldse loetakse otstarbekohaseks, et ruum hingaks ehk tuulutuks reguleeritavate õhuaukude kaudu, mitte aga reguleerimatute seinapragude ja pooride läbi.

### 35. Puhtus.

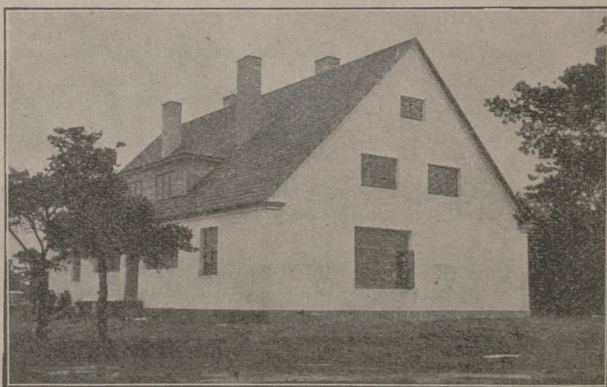
Kiviseinad üldse ja muidugi ka nopsa-seinad ei mädane, on kergesti desinfitseeritavad ja on parasiitidele, pisilastele ja putukatele asukohaks ebasoodsad.

### 36. Kõlakindlus.

Kõlakindlust nõutakse eriti praegusel mootorite- ja raadio-ajajärgul nii välis- kui siseseintelt. Kõla-isoleervõime on sõltuv peamiselt seina materjalidest ja vähemal määral seina paksusest. Teralised ja poorsed materjalid, samuti vedelikud isoleerivad paremini kui amorfne mass. Eriti hea isoleervõime on õhukihil, mille optimaalseks (soodsaimaks) paksuseks on  $7\div 10$  cm; suurema kui ka vähema paksuse puhul õhukihi isoleervõime on veidi nõrgem. Nii õhukihi kui ka poorse täidise tõttu on nopsa-seina kõlakindlus väga hea ja võrdub välisseinal  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$  umbes  $2\frac{1}{2}$  kivi paksuse telliskiviseina kõla-isoleervõimele. Õhukihiga siseseinad on ka rahuldavalt kõlakindlad ja õhuvahet  $2\div 4$  cm on piisav normaalse jutukõmina summutamiseks. Tähtis on sellejuures, et seinad oleks krohvitud, kuna muidu vuumikide võimaliku puuduliku täitmise puhul kõla võib üle kanduda otseselt. Akende ja uste nõrgema isoleervõime tõttu aga ei tule seinte täiuslikum isoleervõime üldiselt mitte maksvusele, eriti suvel, ühekordsete akende juures.

### 37. Tulekindlus.

on tähtsamaid nõudeid hoonele, mis on vist arusaadav ilma seletusteta; samuti ka ei vaja siinkohal seletust tulekindlate ehitiste vajadust, millele on osutatud eessõnas.



Joon. 40. Jõeletme v. Neeme k. koolimaja, eh. 1935. a.

Tähendame ainult, et nopsa-sein kuulub nn. tulekindlate seinte liiki vaatamata sellele, et ta õõnsustes võib olla põlevaid aineid, — nendeni tuli läbi betooni ei pääse.

Kuna tsement kannatab kuumust kuni 1450<sup>0</sup> C, siis betooni tulekindlust määrab ta agregaat (kruusliiv, kivid). Meil tuntud kividest kannatavad kumust ilma lagunemata: kvarts (ränikivi) kuni 500<sup>0</sup> C, põllupagu kuni 1100<sup>0</sup> C, lubjakivi kuni 900<sup>0</sup> C, dolomiit üle 1500<sup>0</sup> C.

### 38. Iga.

Ehituse iga ehk püsi niivõrd, kui see oleneb hoone seintest, on võetud aluseks ehituse amortisatsiooni ehk mahakirjutuse määramisel. On arusaadav, et see hoone, mis ajajooksul kõduneb (puust), nõuab suuremat amortisatsioonikulu ja on alaväärtuslikum kui kõdunematu ehk põline hoone (kivist).

Kuna betoon ajajooksul vaid kõveneb ning kuna hoone seintele peagu kunagi ei mõju betooni nõrgendavad happelised vedelikud, siis võib korralikult ehitatud tsementkivist nopsa-seinu jul-



Joon. 41. Rahvapangamaja Soomes, nopsa-süst. tsementkivist.

gesti lugeda põlisteks. Küsimust tekitab vaid poorne täidis. Kas see ei kõdune ja ei vaju kokku? Täidiseena soovitatakse kõige enam sammalturvast ehk turbapuru, mis on juba võrdlemisi hästi kõdunenud; täidis tambitakse hästi kinni seina vaheesse; õhu juurdepääs sinna — ümberringi betooneeritud ruumi — on raskendatud ja selletõttu ka kõdunemine piiratud; vajumiseks puuduvad välisjõud peale juhuslike löökide vastu seina, mis võivad veidi edasi kanduda täidisele; ka sidekivid takistavad täidise vajumist; ja kui lugedagi, et täidis viimaks (aastasadade vältel) täitsa komprimeerub, ikkagi ka siis ta täidab lõõrid vähemalt poole kõrguseni, kui mitte rohkem, ning siis seina keskmine soojaläbilasus-arv „K“ tõuseks umbes 30%: lehek. 41 toodud tabelis „K“ ongi arvutatud eeldusel, et täidis on juba vajunud 20% võrra.

Nõnda siis täidise vajumise võimalus kaugeltki ei või tühistada nopsa-seina soojapidavust ja põlisust.

### 39. Majanduslikkus.

Peale eelloetletud puht füüsikaliste omaduste hoone (seina) väärtust määrab ta ehitamise maksus ja igaaastane kulu; viimane koosneb ehituskulude protsentidest, korrashoiu- ja remondikuludest, tulekinnitusepreemiast, amortisatsioonikuludest ja küttekuludest. Nagu sellekohased uurimused <sup>1)</sup> näitavad, nopsa-sein tuleb ehitusel ja eksploatatsioonis odavam kui puusein ja odavam kõigist meil tuntud kiviseintest. Lähemat selle küsimuse üle järgmises peatükis. —

<sup>1)</sup> „Puu- ja tsementkivist majade ehituse- ja eksploatatsioonikulude võrdlus“. Arh. B. Tšernov ja ins. A. Grauen. („Tehn. Ajakiri“ nr. 2/3 — 1932. a.).

„Elamute majanduslikult soodsaimast seinapaksusest“. Ins. E. Maltenek („Tehn. Ajakiri“ nr. 12 — 1935. a.).



Joon. 42. J. Sepp'a karjalaut Holstres, Muresse t., ehit. 1933. a.

## Peatükk V.

# Hinnaküsimusi.

### 40. Tsementkivide hind.

Et tsementkivi on ja tõenäoliselt jääb nopsa-seina tähtsaks ehitusmaterjaliks ja et tsementkive võib valmistada ehitaja ise, kuna teised kunstivid ja materjalid peab muretsetama kohale valmissaadustena ja nende hinnad kõiguvad vastavalt turu olukorrale, siis vaatleme allpool ainult tsementkivide eneste ja tsementkividest ehitatud nopsa-seinte ja hoonete hindu.

Seina tsementkivid tehakse (vastavalt kruusliiva headusele, meistri oskusele ja töö tähtsusele) segust: 1 osa tsementi, 6 kuni 12 osa kruusliiva, keskmiselt segust 1:9.

1000 tsementkivi ( $28 \times 13,6 \times 6,4$  cm) valmistamiseks ( $2,44 \text{ m}^3$  betooni) läheb vaja materjali:

Segude vahekorral —	1:6	1:9	1:12
Tsementi — kg	580	410	300
Kruusliiva — $\text{m}^3$	2,7	2,8	2,9

1 tunni jooksul 1 tööline võib teha ühes segu valmistamisega 40–50 kivi, vastavalt olevatele abinõudele ja osavusele.

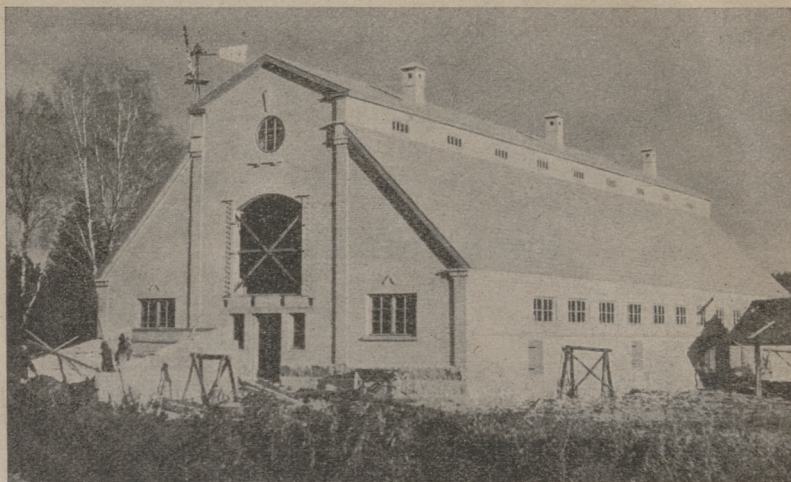
Tsementi hind praegusel ajal oleneb ostu asukohast, s. o. veo kaugusest Kundast, pakisest (pütt või kott) ja ostuhulgast (vaguniviisi või kotiviisi).

Kõige odavamalt saab tsementi osta Kunda vabrikust, või vaguniviisi (91 pütti) Rakveres, või laevaviisi Kunda sadamas. See hind<sup>1)</sup> on 1 püti kohta (170 kg netto):

püttides — kr 6.45 ehk 3,8 s. kg,  
paberkottides (à 57 kg =  
=  $\frac{1}{3}$  pütti) „ 5.95/170 kg ehk 3,5 s. kg;

Kaugemates kodumaa nurkades maksab tsement kõige rohkem kr. 8.40 pro pütt ehk 170 kg, s. o. 4,94 senti/kg. Need piirhinnad 3,5 ja 4,94 senti on võetud edaspidiste kalkulatsioonide aluseks.

<sup>1)</sup> 1936. a. hinnad.



Joon. 43. Karjalauda hoone Soomes (nopsa-tsementkivist).

Kruusliiva hind on sellest, kui kaugel on kruusliiv ehituskohast ja mis maksab ta vedu. On kruusliiv ehituskohal saadaval, siis on ta hinnaks arvestatud **0,00 kr.**

Liiva vedamisel 10÷15 kilomeetri tagant läheks see mak-  
ma kuni **3 krooni/m<sup>3</sup>.**

Töölise palgaks on arvestatud **25÷35 senti tund,**  
kui aga ehitusperemees ise töötab ja oma tööd ei arvesta —  
0 senti tund.

Pressi amortisatsioon on tehtud kivide arvust.  
Pressi ja abinõude hind on kr. 15.— kuni kr. 30.—. Ühe vor-  
miga võib teha vähemalt 100.000 kivi, millise töö juures vormi  
hind tuleb kõik maha kirjutada. Sellega siis amortisatsioon 1000  
kivi kohta oleks kr. 0,15 kuni kr. 0,30.

Vastavalt neile hindadele **1000 tsementkivi hind osutub:**

Segu:	1 : 6		1 : 9		1 : 12	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Tsement . . . . .	kr. 20,30	28,65	14,35	20,25	10,50	14,80
Kruusliiv . . . . .	„ 0,00	8,10	0,00	8,40	0,00	8,70
Tööjõud . . . . .	„ 0,00	7,50	0,00	7,50	0,00	7,50
Amortisatsioon . . . . .	„ 0,15	0,30	0,15	0,30	0,15	0,30
<b>Kokku</b>	<b>kr. 20,45</b>	<b>44,55</b>	<b>14,50</b>	<b>36,45</b>	<b>10,65</b>	<b>31,30</b>



Kuna tavaliselt nopsa-seinteks kõlbavad kivid segust 1:9, siis 1 tsementkivi hinnaks tuleks võtta **1,45 kuni 3,65 senti** sõltuvalt materjalide veokaugusele ja töötamisviisidele. Kuna aga mõnikord tuleb kivi ka osta ning maksta vajalised kaupmehe ärikulud, siis edaspidistes arvustustes on võetud **1 tsementkivi hinnaks 1,5 kuni 4,0 senti**.

#### 41. Materjali hulk.

Nopsa-seina hind kujuneb sõltuvana nii kivide omahinnast, kui ka hoone kõrgusest ja konstruktsioonist, s. täh. sellest, kas sein on üleni serviti-kihtidest või on osa kihtidest laotud lapiti.

Vajalik kivide hulk mitmesuguste, nii sise- kui välisseinte kohta nähtub alljärgnevast tabelist (eeldatud on kivi formaat (möödik)  $28,0 \times 13,6 \times 6,4$  cm)<sup>1)</sup>.

Siseseinad			Välisseinad		
Seina paksus		Kivide hulk 1 m <sup>2</sup> peale	Seina paksus		Kivide hulk 1 m <sup>2</sup> peale
kivid	sm		kivid	sm	
$\frac{1}{4}$	7	24	$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$	50	78
$\frac{1}{2}$	14	48	$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$	50	101
$\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$	21, ja 28	51	$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$	52	124
$\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$	28	74	$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$	52	126 <sup>2)</sup>
$\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$	32	97	$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$	57	148 <sup>2)</sup>
$\frac{1}{2} + 1$	42	123	$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$	71	150 <sup>3)</sup>

Mörtli hulk 1 kivi kohta vuugi paksusel 8 mm on seinal  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$  teoreetiliselt 0,22 liitrit. Tegelikult läheb rohkem, ning alljärgnevas arvutustes on arvestatud mörtlit:

kivide serviti ladumisel — 0,33 liitrit 1 kivi kohta ja

„ lapiti „ — 0,5 „ „ „

1 m<sup>3</sup> mörtli valmistamiseks vahekorras 1:1,5:8 läheb vaja:

1) Kivide üldhulga arvutamisel teatud ehituse kohta tuleks alltoodud arvudele juurde lisada 3—5% murru ja avauste kohal vajaliste massiiv-osade arvel.

2) Pidevate sideridadega seinad joon. 19 järgi.

3) Külmetusruumide ja jääkeldrite seinad.

tsementi	— 1201 = 150 kg	à 3,50 ÷ 4,94 snt.	= kr. 5,25 ÷ kr. 7,41,
lubjатаignat	— 180 l või kustutamata lupja		
		85 kg à 2 ÷ 3 senti	„ 1,70 ÷ „ 2,55,
liiva	1 m <sup>3</sup>	. . . . . à 0 ÷ 3 kr.	„ — — „ 3,—,
vett	— 200 l	. . . . . —	— — —
			<hr/>
			Kokku kr. 6,95 ÷ kr. 12,96;

seega mörtli 1 liitri hind on 0,70 s. ÷ 1,3 s.

Välispindade krohvimiseks tarvitatakse segu 1 : 1/3 : 4 (lahjema seguga on raske saavutada veekindlust).

1 m <sup>3</sup> krohvimörtli valmistamiseks läheb vaja:			
tsementi	— 250 l = 325 kg		
	à 3,50 ÷ 4,94 s.	. . . . .	= kr. 11,35 kuni kr. 16,10,
lubjатаignat	85 l või kustutamata lupja	40 kg	. . . . . „ 0,80 „ „ 1,20,
liiva	1 m <sup>3</sup>	. . . . .	— „ „ 3,—,
vett	250 l	. . . . .	— — —
			<hr/>
			kokku: kr. 12,15 kuni kr. 20,30;

ehk 1 cm paksuse kihi juures 1 m<sup>2</sup> peale, kadu arvesse võetud, läheb tsementi — 4 kg, lupja — 0,5 kg, liiva — 0,015 m<sup>3</sup>, s. o. 15 ÷ 26 sendieest materjali.

Sisepindade krohvimiseks tarvitatakse lubjasegu 1 : 3.

1 m <sup>3</sup> sisekrohvi segu valmistamiseks läheb vaja:			
lubjатаignat	340 l, või lupja	170 kg	. . . . . à 2 ÷ 3 senti = kr. 3,40 kuni kr. 5,10,
liiva	1 m <sup>3</sup>	. . . . . „ 0 ÷ 3 kr.	„ — — „ 3,—,
vett	120 l	. . . . .	— — —
			<hr/>
			kokku: kr. 3,40 kuni kr. 8,10;

1,5 cm paksuse kihi juures 1 m<sup>2</sup> peale, kadu arvesse võetud, läheb 5 kg lupja ja 0,025 m<sup>3</sup> liiva, s. o. 10 kuni 20 sendieest materjali.

## 42. Nopsa-seina hind.

Eeltoodud andmeil tavalise nopsa-seina (1/4 + 1/4 + 1/4) 1 ruutmeetri hind olenevalt kohalistest oludest osutub krohvimatult:

tsementkive	80 tk	à 1,5 ÷ 4 s.	. . . . . = kr. 1,20 kuni kr. 3,20,
mörtlit	27 liitrit	à 0,7 ÷ 1,3 s.	. . . . . „ 0,19 — „ 0,35,
turvastäidist	0,15 m <sup>3</sup>	. . . . .	„ — — „ 0,15,
müüri ladumisetöö	(5,50 ÷ 7,00 kr./s <sup>2</sup> )	. . . . .	„ 1,20 — „ 1,54,
			<hr/>

kokku krohvimata sein kr. 2,59 kuni kr. 5,24.

Krohvimine väljast- 1 cm ja seestpoolt 1,5 cm paksuselt;	
materjal $(15 \div 26) + (10 \div 20)$ . . . . .	kr. 0,25 ÷ kr. 0,46,
töö $2 \times (20 \div 30)$ . . . . .	„ 0,40 ÷ „ 0,60,
lupjamine või värvimine seest ja väljast	„ 0,06 ÷ „ 0,12,

Seega krohvitud sein a l ruut-  
meeter maksub . . . . . **kr. 3,30 kuni kr. 6,42,**

ehk ümmarguselt **3,30 kr kuni 6,40 kr./m<sup>2</sup>**, vastavalt olukorrale.

Vastavalt kujuneks  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ -kivilise (2 kihti serviti, väliskiht lapiti) sein a l m<sup>2</sup> hind:

tsementkive 108 tk. . . . .	kr. 1,62 kuni kr. 4,32,
mörtlit 45 l . . . . .	„ 0,32 ÷ „ 0,59,
turvastäidist 0,15 m <sup>3</sup> . . . . .	„ — ÷ „ 0,15,
müüri ladumisetöö . . . . .	„ 1,35 ÷ „ 1,70,
krohvimine ning lupjamine seest ja väl- jast, töö ja materjal . . . . .	„ 0,71 ÷ „ 1,18,

k o k k u: **kr. 4,00 kuni kr. 7,94.**

$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$ -kivilise sein a l m <sup>2</sup> hind kujuneks:	
tsementkive 128 tk. . . . .	kr. 1,92 kuni kr. 5,12,
mörtlit 60 l . . . . .	„ 0,42 ÷ „ 0,78,
turvastäidist 0,10 m <sup>3</sup> . . . . .	„ — ÷ „ 0,10,
müüri ladumisetöö . . . . .	„ 1,60 ÷ „ 2,10,
krohvimine ja lupjamine . . . . .	„ 0,71 ÷ „ 1,18,

k o k k u: **kr. 4,65 kuni kr. 9,28.**

Seina kogumaksuse arvutusel ülaltoodud ühikhindade põhjal tulevad materjali osas maha arvata avauste pinnad ning juure li-sada betoonvööde ja traatide maksused, kuna tööhinna osas tavaliselt brutto-pind arvesse võetakse.

### 43. Puu- ja nopsa-seinte maksuse võrdlus.

Võrdleme ehitusmaksuselt nopsa-seina meil kõige rohkem tarvituseloleva kolme puukonstruksiooniga:

- kahekordsetest püstplankudest,
- püstpalk- ja
- ristpalkseintega.

Viimaste kohta esineb laialt arvamist, et nad olla tulekindlaist konstruktsioonidest ehitusmaksuselt märksa odavamad. Puukonstruktsioonide ühikuhindadeks on võetud, nagu nopsalgi, tegelikud hinnad nende kõikumuse-piirides üle maa, s. o. minimaal- ja maksimaalhinnad. Minimaalhindade juures pole materjalide — palkide,

laudade jne. — veokulud arvesse võetud. Hinnad käivad 1936. aasta kevade kohta.

Vaatleme eelnimetatud puuseinte maksust 1 m<sup>2</sup> kohta.

A. Välissein kahekordsetest, vaheliti asetatud püstplankudest, plankude vahelt ja väljast löödud isoleerpapiga, väljast vooderdatud 1"-liste laudadega ja värvitud rootsi või õlivärviga, seest krohvitud ja lubjatud (joon. 38, A).

### Materjalid.

Nr.	Materjali nimetus ja hulk	Ühiku hind kr.	Kogumaksus kr.
1.	Prusse 3" × 6,4 m, 42 ruuttolli . . . . .	0,03÷0,14	2,52÷5,88
2.	Isoleerpappi, 2,2 m <sup>2</sup> . . . . .	0,11÷0,17	0,22÷0,37
3.	Takke, 1 kg . . . . .	0,10÷0,20	0,10÷0,20
4.	Latte 1½" × 1½" × 6,4 m, 0,85 tk. . . . .	0,11÷0,27	0,02÷0,05
5.	Laudu 1" × 6,4 m, 7 ruuttolli . . . . .	0,05÷0,12	0,35÷0,84
6.	Latte 1" × 2" × 6,4 m, 0,85 tk.	0,10÷0,24	0,08÷0,20
7.	Krohvimatte, 2,2 tk. . . . .	0,03÷0,07	0,07÷0,15
8.	Papi- ja krohvinaelu, 0,15 kg	0,50÷0,55	0,07÷0,08
9.	Raudosi ja naelu, 0,25 kg . .	0,30÷0,35	0,07÷0,09
10.	Lupja, 6 kg . . . . .	0,02÷0,03	0,12÷0,18
11.	Kipsi, 2 kg . . . . .	0,05÷0,06	0,10÷0,12
12.	Liiva, 0,017 m <sup>3</sup> . . . . .	0,00÷3,00	0,00÷0,05
13.	Värvimaterjali (kas rootsi või õlivärvi jaoks) . . . . .		0,05÷0,50

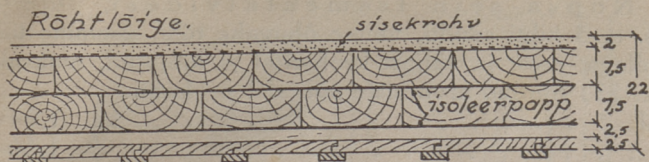
Materjalid kokku: **kr. 3,77÷8,71**

### Töö.

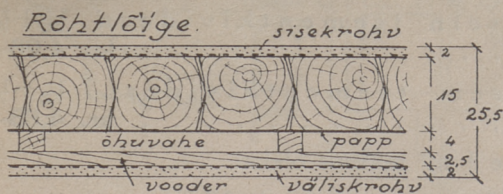
Seina tegemine püstplankudest, isoleerpapiga löömine ja takutamine . . . . .	kr.	0,80÷1,35
Vooderdamine . . . . .	„	0,15÷0,22
Krohvimine . . . . .	„	0,30÷0,40
Värvimine väljast ja valgestamine seest . . . . .	„	0,06÷0,30

Töö kokku **kr. 1,31÷2,27**

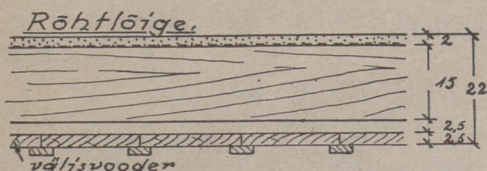
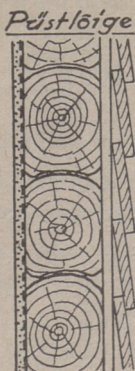
1 m<sup>2</sup> valmis välisseina kokku: **kr. 5,08÷10,98.**



A. Sein 2-kordset püstplankudest.



B. Püstpalksein.



C. Ristpalksein  
püstvoodriga ristvooder.

Joon. 44. Puuseinte konstruktsioone.

B. Välissein püstpalkseinana (joon. 44, B) 6" prussidest, seest krohvitud, väljast löödud isoleerpapiga, õhuvähe jätmisega vooderdatud, väljast ja seest krohvitud ja lubjavarviga värvitud, maksuks samasuguste arvutluste põhjal 1 m<sup>2</sup> kohta:

Materjal: . . . . . kr. 3,80÷8,44  
Töö: . . . . . „ 1,47÷2,30

1 m<sup>2</sup> valmis välisseina kokku: kr. 5,27÷10,74.

C. Välissein ristpalkseinana, (joon. 44, C) väljast vooderdatud püstvoodriga liistude pealelöömisega ja värvitud rootsi või õlivarviga, seest krohvitud ja lubjatud, 1 m<sup>2</sup> kohta:

Materjal: . . . . . kr. 2,30÷5,98  
Töö: . . . . . „ 1,71÷2,57

1 m<sup>2</sup> valmis välisseina kokku: kr. 4,01÷8,55.

D. Nopsa-sein tsementkividest,  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$  kivi, s. o. 3 kihti serviti, väline õhuvahe tühi, sisemine täidetud turbamullaga, seest ja väljast krohvitud ja lubjatud, maksuks eel-pool (lk. 53) toodud arvutluste põhjal 1 m<sup>2</sup> kohta:

Materjal: . . . . .	kr. 1,64 ÷ 4,20
Töö: . . . . .	„ 1,66 ÷ 2,22

1 m<sup>2</sup> valmis välisseina kokku: kr. **3,30 ÷ 6,42.**

E. Nopsa-sein tsementkividest,  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ , kokku: . . . . . kr. **4,00 ÷ 7,94.**

F. Nopsa-sein tsementkividest,  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$ , kokku: . . . . . kr. **4,65 ÷ 9,28.**

Siseseinte 1 m<sup>2</sup> maksus oleks:

A. Sõrestiksein, mõlemalt poolt 1"-liste laudadega vooderdatud ja krohvitud . . . . . kr. 2,74 ÷ 4,94

B. Püst- või ristpalksein, mõlemalt poolt krohvitud . . . . . „ 3,10 ÷ 5,50

C. Nopsa-sein  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$  kivi (2 kihti serviti), mõlemalt poolt krohvitud . . . . . „ 2,35 ÷ 4,45

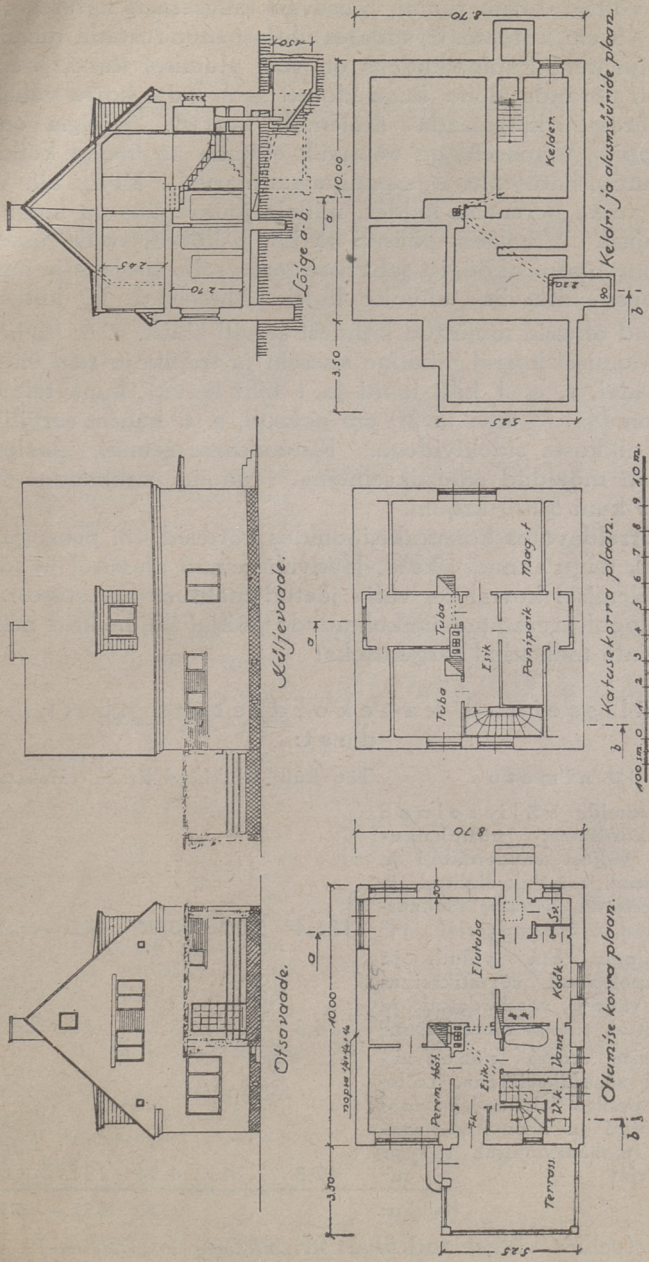
Võrreldes neid hindu, näeme, et nii välis- kui ka siseseinte keskmised maksused on nopsa-seinal odavamad, kui puukonstrukt-sioonidel.

Kuid võrdlusel peab ka arvesse võtma, et kiviehitiste üldmaht ja seinte pind on seinte suurema paksuse tõttu veidi suuremad vastavate puuehitiste omadest. Mida suurem hoone, seda vähem on see vahe.

#### 44. Ühe väikeelamu seinte võrdlevaid maksusi.

Et saada õiget pilti nopsa- ja puukonstrukt-sioonide maksuse vahekorra-st, võrdleme ühe väiksema hoone seinte maksusi eelni-metatud ehitusviiside järele. Sealjuures ruumide maht ja pō-randapind olgu ühesugused kõikide võrdlusaluste konstrukt-sioonide puhul.

Joon. 45 toodud kavand on projektitud üheperekonna väike-elamuna, nopsa-ehitusviisis. Hoone välismõõtmed on 10,0 × 8,70 m kivimaja ja 9,30 × 8,05 m puumaja puhul. Alumisele korrale on paigutatud ruumikas elu- ehk söögituba ja väike peremehe töötuba, pealeselle köök ja vannituba; (soovikorral võiks viimase asemel olla väike tuba). Katusekorral on magamisruumid. Et katuse-



Joon. 44. Väikeelamu kavand.

korrale võita rohkem ruumi, tõusevad külgseinad katusekorra põrandast 45 cm kõrgemale, aidates ühtlasi moodustada tubade kõrval panipaiku. Panipaikadeks on veel alumisel korral trepialune ja kloseti põranda alune, kuna klosett asub kahe korra vahel, olles seega paremini kättesaadav mõlemalt korralt. Köögis on kaks seinakappi. Viimaseid on võimalik ehitada ka üleval kõikide tubade juurde, katusealuste ja panipaikade arvel. Köögi alla on paigutatud väike perenaise kelder, millele juurdepääs on luugi kaudu köögikojast. Viimasest pääseb ka köögi kõrval asetsevasse sahvrisse, kuna otseuks köögist sahvrisse teeks selle soojaks ja auruseks.

Nopsa-ehitusviisid alumise korra välisseinad ja katusekorra otsaseinad oleksid müüritud kolmest serviti-kihist, s. o.  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$  kivi. Alumisel korral pikutine sisesein ja trepikoja sein ehitatakse  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$  kivi, s. o. 1 kiht lapiti ja 1 kiht serviti, kuna teised siseseinad on  $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$  kivi ja 20 cm paksud, s. t. kahest serviti-kihist,  $\frac{3}{4}$ -kivi pikkuste sidekividega. Katusekorra seinad, peale otsaseinte, on mõeldud sõrestikseintena. Hoone umbkaudne maksus on 3000 kuni 5000 krooni.

Võrreldavates konstruktsioonides võrdsed või peaaegu võrdsed tööd, nagu aknad, ukсед, laudvaheseinad alumisel ja sõrestikseinad ülemisel korral on välja jäetud maksuse arvestusest.

Eelpool arvestatud ühikuhindade põhjal kujuneksid meie elumaja seinte maksused järgmisteks:

#### A. Välisseinad kahekordsetest püstplankudest:

Töö nimetus	Töö hulk	Ühikhind kr.	Maksus kr.
1. Eluruumide välisseinad kahekordsetest püstplankudest, väljast vooderdatud ja värvitud, seest krohvitud ja valgestatud, avauste mahaarvamisel, töö ja materjal	m <sup>2</sup> 126,4	5,08 ÷ 10,98	642.— ÷ 1388.—
2. Pööningu osa viilud ja drempelseinad sõrestikseinana, väljast vooderdatud ja värvitud, töö ja materjal	m <sup>2</sup> 34,3	1,68 ÷ 3,85	58.— ÷ 132.—
3. Alumise korra siseseinad sõrestikseintena, mõlemalt poolt 1" laudadega vooderdatud ja krohvitud, avauste mahaarvamisel, töö ja materjal	m <sup>2</sup> 47,8	2,74 ÷ 4,94	131.— ÷ 236.—
Kokku:			Kr. 831.— ÷ 1756.—

(sellest välisseinad üksi: kr. 577.— ÷ 1257.—)



B. Püstpalk-välisseinte puhul kogumaksus on sama-  
suguste arvutluste põhjal:

Kr. 855.— ÷ 1713.—

(välisseinad üksi Kr. 724.— ÷ 1477.—)

C. Ristpalkehitusviisil maksuks seinad kokku:

kr. 725.— ÷ 1520.—

(sellest välisseinad üksi: kr. 577.— ÷ 1257.—)

D. Nopsa-ehitusviisis oleks samade seinte maksus:

Töö nimetus	Töö hulk	Ühikhind kr.	Maksus kr.
1. Välisseinte $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ müürimine, avauste mahaarvamisel, materjal	m <sup>2</sup> 134,5	1,39 ÷ 3,70	187.— ÷ 498.—
2. Samaselt $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$	m <sup>2</sup> 23,0	0,90 ÷ 2,43	21.— ÷ 56.—
3. Seinte müürimine ja vööd, avaused kaasaarvatud, töö	m <sup>2</sup> 184,7	1,20 ÷ 1,54	222.— ÷ 285.—
4. Krohvimine väljast, avaused kaasaarvatud, töö ja materjal	m <sup>2</sup> 184,7	0,35 ÷ 0,56	65.— ÷ 103.—
5. Samaselt seest	m <sup>2</sup> 117,6	0,30 ÷ 0,50	35.— ÷ 59.—
6. Värvimine väljast ja lupjamine seest, avaused kaasaarvatud, töö ja materjal	m <sup>2</sup> 184,7	0,06 ÷ 0,12	11.— ÷ 22.—
7. Vööde ja katete materjal, betooni	m <sup>3</sup> 2,4	9,00 ÷ 16,00	22.— ÷ 38.—

Välisseinad kokku

kr. 563.— ÷ 1061.—

Siseseinad:

8. Seinte $\frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ müürimine, avauste mahaarvamisel, materjal	m <sup>2</sup> 20,4	1,39 ÷ 3,55	28.— ÷ 72.—
9. Samaselt $\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$	m <sup>2</sup> 28,1	0,90 ÷ 2,43	25.— ÷ 68.—
10. Seinte müürimine, avad kaasaarvatud, töö	m <sup>2</sup> 64,7	1,00 ÷ 1,30	65.— ÷ 84.—
11. Kaheltpoolt krohvimine ja lupjamine, avad kaasaarvatud, töö ja materjal	m <sup>2</sup> 57,6	0,65 ÷ 1,12	37.— ÷ 65.—
12. Vööde ja katete materjal, betooni	m <sup>3</sup> 0,5	9,00 ÷ 16,00	5.— ÷ 8.—

Siseseinad kokku:

kr. 160.— ÷ 297.—

13. Lisatööd (alusmüür sügavam 50 cm ja pikem 2,4 m võrra, vaheseinte alusmüüride lisatöö)	m <sup>3</sup> 16,0	2,00 ÷ 5,50	32.— ÷ 88.—
14. Raketised, sissejäädav laud, traat			5.— ÷ 15.—

Kõik kokku:

kr. 760.— ÷ 1461.—

Nagu neist kokkuvõtetest nähtub ja arvata võis, on nopsa-ehitusviisi tõttu tekkiv müüritööde suurenemine ja muud lisatööd niivõrd väikesed, et üldine seinte koguhindade vaherkord palju ei muutu. Meie elumaja puhul nopsa-seinte keskmine maksus jääb ristpalkseinte omast 1% ja püstpalkseinte omast 15% odavamaks. Suuremate ehitiste puhul lisatööde osatähtsus väheneb ja maksuste-vahe muutub veelgi suuremaks nopsa kasuks.

Järelikult väikeelamu jaoks praeguste töö ja materjali hindade juures nopsa-ehitusviis tsementkividest, s. o. tulekindlana ja põlisena, on ühtlasi ka ehitusmaksuselt vähemalt samasugune (keskmiselt odavamgi), kui meil seni odavamaks loetud eelpool kirjeldatud puuehitusviisid.



Joon. 46. Pikavere asundustalu, ehit. 1931. a.

#### 45. Asundusameti teadumusi.

Põllutöoministeeriumi Asundusamet, kes pidevalt hoonestab uusi asundustalusid, on viimase 6-e aasta jooksul ehitanud ligi 150 hoonet nopsa-ehitusviisi järele tsementkividest, telliskividest kui ka tsementkividest sisemise telliskivi-kihiga. Vastavalt kohalikele oludele püstitab Asundusamet ka puu- ning saviehitisi. Asundusameti kokkuvõtete põhjal (vt. „Tehnika Kõigile“ nr. 1. 1936. a., arh. A. Esop'i — „Uudistalu ehituskuludest“) elamute 1 m<sup>2</sup> valmisnopsaseina maksus kr. 4.21 ÷ kr. 5.47, kuna 1 m<sup>2</sup> väljast vooderdamatut ja seest krohvimatut palkseina läks maksuma kr. 3.61 ÷ kr. 5.41.

Samade andmete põhjal 1 m<sup>3</sup> valmis-hoone mahtu (kusjuures puuehitised on vooderdamata ja krohvimata) läks maksuma (toome ainult viimase 3 aasta andmed):

1933. a. Pikavere as.:

Nopsa . . . . .	kr. 6.54
Segamaterjal . . . . .	kr. 6.75

1934. a. Lepplaane as.:

Nopsa . . . . .	kr. 6.65
Palkehitis . . . . .	kr. 6.20

1935. a. Peressaare as.:

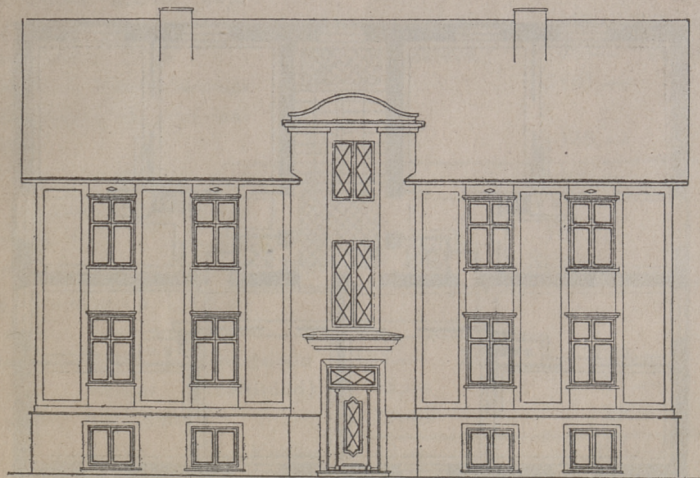
Nopsa . . . . .	kr. 7.25
Palkehitis . . . . .	kr. 6.32

Peressaare asunduse kohta tuleb märkida, et seal metsamaterjali saadi kohapeal, kuna kruusliiva tuli kohale toimetada 30 km tagant. Lepplaane asunduses olid materjalide kohaletoimetamise tingimused võrdsed. Ehitamine teostus kõikjal majanduslikul teel.

Ka need andmed tõendavad, et nopsa-seinad ja -hooned on ehitusmaksuselt kas veidi odavamad, või vähemalt võrdsed puuseintele ja -hoonetele.

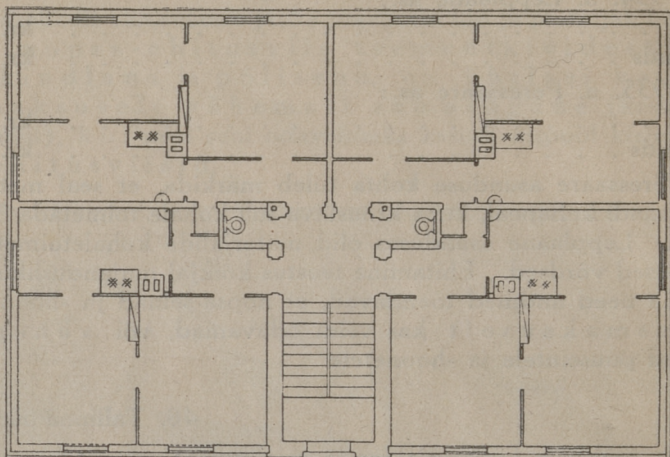
#### 46. Tallinna üürimaja.

Et maksuse küsimusis saada täielikumat selgust, vaatleme veel ühe linnauürimaja ehitusmaksusi. Joon. 47 ja 48 toovad tüüpilise Tallinna 2-kordse puust-üürimaja eestvaate ja põhiplaani.

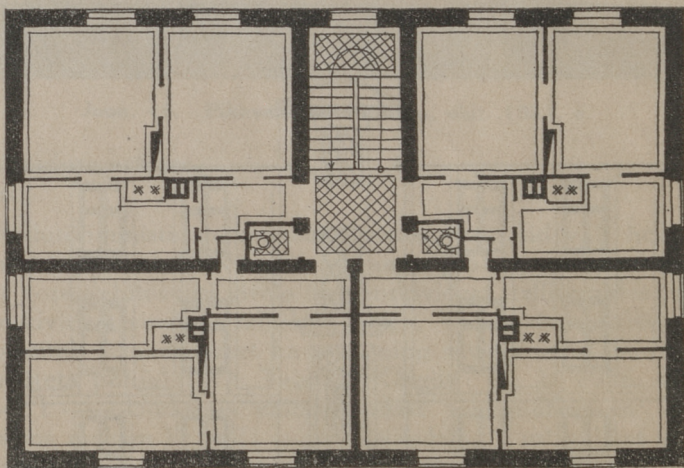


Joon. 47. Üürimaja eestvaade.

Maja ehitati 1931. a. Joon. 49 näitab samasuure pörandapinnaga maja põhiplaani nopsa-ehitusviisis. Alljärgnevas tabelis on toodud selle maja võrreldavad ehitismaksud 1931. a. hindade põhjal kummagis ehitusviisis (vt. „Tehnika Ajakiri“ nr. 2/3, 1932. a.) ja ühtlasi näidatud üksikute ehitusosade (seinte, katuste jne.) maksuse protsendiline osa üldmaksusest:



Joon. 48. Puumaja I ja II korra plaan.



Joon. 49. Tsementmaja I ja II korra plaan.

Ehitusosade nimetused	M a k s u s e d			
	puumajal		nopsa-süst. majal	
	kr.	%	kr.	%
Alusmüürid ja keldriruumid	2646.—	11,65	2790.—	12,65
Trepikoda . . . . .	1933.—	8,52	1773.—	8,07
Välisseinad . . . . .	4181.— <sup>1)</sup>	18,40	3017.— <sup>2)</sup>	13,68
Siseseinad . . . . .	1179.— <sup>1)</sup>	5,18	1489.— <sup>2)</sup>	6,76
Põrand ja laed . . . . .	2891.— <sup>1)</sup>	12,72	2878.— <sup>2)</sup>	13,06
Katus . . . . .	1235.— <sup>3)</sup>	5,43	1017.— <sup>4)</sup>	4,63
Uksed ja aknad klaasimisega	2806.—	12,33	2890.—	13,13
Korstnad ja ahjud pliitidega	2569.—	11,30	2524.—	11,46
Elektrivalgustus ja kellad .	580.—	2,55	615.—	2,79
Veevarustus . . . . .	1200.—	5,28	1200.—	5,45
<b>Kokku . . . . .</b>	<b>21221.—</b>	<b>93,36</b>	<b>20193.—</b>	<b>91,68</b>
Abitööd . . . . .	849.—	3,73	1190.—	5,41
Tööde järelevalve, juhatus joonestamised jne. . . . .	662.—	2,91	642.—	2,91
<b>Maja koguhind . . . . .</b>	<b>22732.—</b>	<b>100,00</b>	<b>22025.—</b>	<b>100,00</b>
Krundi väärtus: 1140 m <sup>2</sup> à 5 kr. =5700+8% krepost.	6152.—		6152.—	
Krundi planeerimine ja hoo- vi sillutamine . . . . .	250.—		250.—	
Plank ümber krundi 64× ×2,13 m <sup>2</sup> ja värv. . . . .	431.— (puust)		456.— (betoonist)	
Jalgtee uulitsal 22 m . . . . .	65.—(paekivist)		88.— (betoonist)	
Veetorustiku ühend. majaga	1105.—		1105.—	
Kanalisatsiooni ühendus ma- jaga . . . . .	320.—		320.—	
<b>Kokku . . . . .</b>	<b>31059.—</b>		<b>31409.—</b>	
%% 4 kuu eest, ehituse ajal, à 10% . . . . .	1035.—		1013.—	
<b>m a k s u s . . . . .</b>	<b>32094.—</b>		<b>30396.—</b>	
<b>K o g u s u m m a s l i i k u - m a t a v a r a n d u s e</b>				
Iga-aastane hõone amortisatsioon	454.—	2%	220.—	1%
„ remont (maalritööd)	66.—		11.—	
„ tulekinnitus . . . . .	70.—		25.—	
<b>Kokku</b>	<b>590.—</b>		<b>256.—</b>	
Iga-aastane kokkuvõid nopsa-maja kasuks			Kr. 334.—	

1) puu; 2) tsement; 3) plekk; 4) tsementkivi.

Nagu sellest kokkuvõttest nähtub, osutub sellise tulekindla seinte ja lagedega üürimaja ehitusmaksus ligi 700 krooni võrra puumaja omast vähemaks. Veel märgatavam on aga ehitise peremehe igaaastane sääst maja kuludes—334 kr., kui arvesse võtta kummagi hoone amortisatsioonisumma ja igaaastased ekspluatatsiooni kulud. Toodud tabelis on puuhoone eaks arvestatud ametlike määrade kohaselt 50 a. (igaaastane amortisatsioon ehk hoone väärtuse mahakirjutus 2%) ja nopsa-hoone eaks 100 a. (igaaastane amortisatsioon 1%). Tegelikult on see vahe ehk suuremgi, kuna tänapäeval tarvitatava puumaterjali valikule enam nii suurt rõhku ei panda ja, teiselt poolt, tulekindlad hooned püsivad mitte ainult ühe aastasaja, vaid sajandeid.

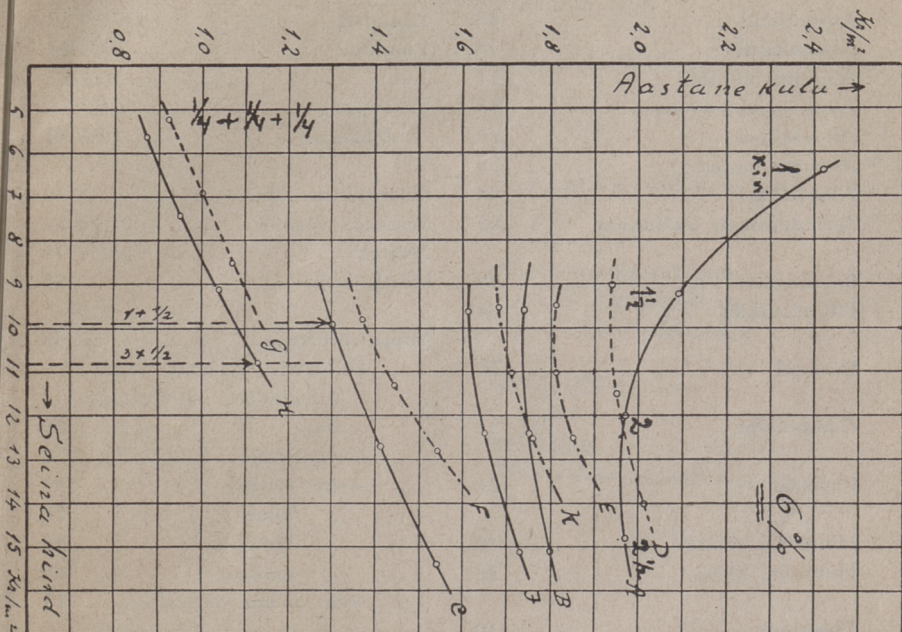
#### **47. Ehituse aastamaksus.**

Üldse peab tähendama, et meil armastatakse tihtipeale liiga lühinägeliselt kalkuleerida ehitusviiside majanduslikkust ja kasulikkust, arvestades ainult ehitusmaksudega, s. o. otseste ehitamiskuludega. Et aga kindlaks teha majanduslikumat ehitusviisi, tuleb alati arvestada ka hoone a a s t a k u l u g a ehk a a s t a m a k s u s e g a, mis koosneb: 1) ehituskapitali %%-st, 2) amortisatsioonist ja 3) jooksvatest kuludest — (küttekulu, remondi- ja korrashoiukulu ning tulekinnituskulud). Tõelikult majanduslikuim on säärane hoone ja säärane ehitusviis, mis võimaldab aastakulude kogusumma miinimumi. Seda silmas pidades näeme, et tihtipeale kokkuhoid ehituskuludes osutub ainult näiliseks ning et teinekord suuremate ühekordsete ehituskulude tegemisega võime saavutada majanduslikumat, s. o. vähemate aastakuludega ehitist. Järelikult, kuigi mõnikord nopsa-sein peaks osutama ehituskulult puuehitisest veidi kallimaks, tegelikult ta on ikkagi odavam, sest hoone põlisesuse ja tulekindluse tõttu vähenevad igaaastased kulud. Allpool toodud, tulekindlate seinte maksust käsitavas diagrammis, on kõik need kõrvaltegurid arvesse võetud. Ins. Žeren'i arvestuse põhjal („Tehnika Kõigile“ nr. 1, 1936. a.) on meie rahvamajandus kaotanud puuehitusviisi harrastamise tõttu vähenenud puuekspordi, suurema hoonete amortisatsiooni ja tulekindlustuspreemiade näol viimase 16 a. jooksul ligi 130 milj. krooni (Vabariigi 2-aastase elarve suuruse summa!).

#### **48. Nopsa-ehitusviisi võrdlus teiste tulekindlate ehitusviisidega.**

Tsmentkividest nopsa-seina võrdlus teiste tulekindlate ehitusviisidega näitab tuntavat nopsa-seina odavamust nii ehitusmaksuselt, kui aastakuludelt. Joon. 50 toodud diagrammis (vt. ins.

E. Maltenek — „Elamute majanduslikult soodsaimast seinapaksusest — „Tehnika Ajakiri“ nr. 12, 1935. a.) on kujutatud meil levi- numate kiviseinte hinnad 1 m<sup>2</sup> kohta (rõhtsuunas) ja hoone vast- tavad aastakulud (püstsuunas). Diagrammi tähed tähendavad (sõõrike sed vastavad üksikutele konstruktsioontüüpidele):



- A — telliskivisein, massiivne (1, 1½, 2, 2½ kivi paks)
- B — telliskivisein õhkvahega (1 ÷ 2 kivi + 8 cm õhkvahet + ½ kivi)
- C — tüüp B, täidetud vahega
- D — tüüp B, väliskiht silikaatkivist
- E — paesein telliskivi voodriga (60, 80, 100 cm + 8 cm õhku + ½ kivi)
- F — tüüp E, täidetud vahega
- J — tüüp B, poorseist telliskivist voodriga
- G — nopsa tsementkivist ( $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}$  kivi)
- K — „ telliskivist — „ —

Diagramm on koostatud 1935. a. ehitus-, küttematerjalide- ning tööhindade alusel, arvestades kapitali protsendina 6%, ja näitab kujukalt, et korralikult ehitatud nopsa-seinad aastakuludelt on tuntavalt odavamad muudest kiviseintest. ■

## I N D E K S.

	Lhk.		Lhk.
Aastakulud . . . . .	68	Laetalad . . . . .	22
Aknaalused . . . . .	38	Linaluud . . . . .	37, 44
Algtüüp, nopsa . . . . .	11	Lubi . . . . .	25
Akna ja ukseavaused . . . . .	18	Lubjapiim . . . . .	35
Aknaküljed . . . . .	20	Lubjasegu. . . . .	47
Avauste katted . . . . .	20		
Alusturvas . . . . .	37, 44	Maaniiskuse tungimine . . . . .	46
Asundusameti teadusmisi . . . . .	65	Maksuse võrdlus . . . . .	57
		Mörtel . . . . .	9, 25, 35
Betoonvöö . . . . .	39	Mörtli hulk . . . . .	55
Bituumenkiht . . . . .	34		
		Nopsa-ehitusviis . . . . .	63
Düüblid . . . . .	38	„ ehitusviisi võrdlus teiste tulekindlate ehitusviisi- dega . . . . .	68
Gaasbetoon . . . . .	25, 39	„ iseloomustus . . . . .	8
Formaat . . . . .	26	„ -seina eritüüp . . . . .	14
		„ „ hind . . . . .	56
Hingavus, seintel . . . . .	49	„ „ ladumine . . . . .	35
Huumus, liivas. . . . .	28	„ „ maksus . . . . .	60
		„ -sein õhema õhuvahega . . . . .	15
Ideaalsein . . . . .	10		
Iga, seinal . . . . .	51	Paisumisvuuk . . . . .	22
		Patentkivid . . . . .	27
Kaltsium-kloriid . . . . .	41	Pressid . . . . .	30
Kergesti põletatud sävikivid . . . . .	44	Piitade kinnitamine . . . . .	37
Kivide hulk seinas . . . . .	55	Puhastamise avaus . . . . .	36
Kivikarniis . . . . .	24	Puhtus . . . . .	50
Konsistents . . . . .	28	Purustav surve . . . . .	44
Kontraktsioonvuuk . . . . .	22	Puusüsi . . . . .	44
Koormused nopsaseinas . . . . .	43	Püstpalkidest välissein . . . . .	63
Krohv . . . . .	40	Püstplankudest välissein . . . . .	58
Krohvimörtel . . . . .	56		
Kruusliiv . . . . .	27	Raudbetoon-vööd . . . . .	20
Kuivus . . . . .	46	Raudtraat . . . . .	36
Kuiv müüritus . . . . .	33	Ristpalkehitusviis . . . . .	63
Kõlakindlus . . . . .	50	Räbu . . . . .	37, 44



	Lhk.		Lhk.
Saepuru . . . . .	37, 44	Tsementkivide hind . . . . .	53, 55
Sammal-turbapuru . . . . .	37	Tsementkivide pressid . . . . .	30
Segamörtel . . . . .	33, 40	Tsemendivõõp . . . . .	41
Segasein . . . . .	12	Täidis . . . . .	37
Sideseгу . . . . .	24	1931. a. tüüp . . . . .	11
Silikaatkivid . . . . .	27	Vihmavee läbitungimine . . . . .	46
Sisekiht . . . . .	24	Vilt . . . . .	38
Sisesein . . . . .	16	Vundament . . . . .	32
Siseseinte maksus . . . . .	60	Vuuk . . . . .	36, 44
Soojaläbilasuarv „K“ . . . . .	45	Väikeelamu võrdlevaid maksusi	60
Soojamaht . . . . .	48	Väliskiht . . . . .	24
Soojätäaravus . . . . .	48	Välissein . . . . .	58
Soojapidavus . . . . .	44	Välissein püstpalkseinana . . . . .	59
Sokkel . . . . .	32	„ ristpalkseinan . . . . .	59
Soome . . . . .	11	„ püstplankudest . . . . .	62
Tallinna üürimaja . . . . .	65	Uksepealsed katted . . . . .	39
Talu majapidamishoone . . . . .	23	Õhuaugud . . . . .	33
Telliskivid . . . . .	27	Õhuniiskuse kondenseerumine . . . . .	47
Tulekindlus . . . . .	50		
Tugevus . . . . .	42		
Tsementkivid . . . . .	26, 27		

## ARVAMUSI NOPSA-EHITUSVIISI KOHTA.

Väljavõte ettekandest Raudteevalitsuse Ehitusametile 2. IV 1930. a., nr. 11:

Olles komandeeritud Port-Kunda tsemendivabrikusse seal betoonkividest ehitatud elumaja seisukorraga tutvumiseks, kannan tulemuste kohta ette järgmist:

... Maja väliselt ja seesmiselt järele vaadates selgus, et see täiesti elamiskõlbulik on. Niiskust ei olnud kusagil märgata... Üldiselt võib ütelda..., et betoonkividest „Nopsa-süsteemi“ järgi püstitatud ehitus, kui elumaja, elamiskõlbulik on ning mingisuguseid erilisi puudusi ei sisalda...

Allkiri: I liini jsk. juh. a. Leppik.

---

Väljavõte aktist Vana-Põltsamaa vallamaja ülevaatuses kohta 20. mail 1933. a.:

... Välisseintel ei ole märgata mingeid plekke... Maja seespoolel seinad osutusid puhtaks, ilma plekkide ja hallitusega... hoone on täitsa kuiv ja seinad peavad hästi sooja... Kokkuvõttes võib konstateerida, et ehitus nopsa-süsteemi järele tsemmentkividest on täitsa otstarbekohane meie oludes.

(Pitsat.)

Allkirjad: E. Käppa, N. Vatter, J. Maasik,  
E. Seidenbach, O. Nurmberg, V. Hendrichson.

---

Väljavõte Vana-Põltsamaa vallavalitsuse kirjast 7. okt. 1936. a., nr. 2136:

Vana-Põltsamaa vallavalitsus teatab, ... et vallamaja hoone, milline ehitatud nopsa-süsteemis, võeti kasutamisele 1932. a.

Ehitisega oleme täiesti rahul, sest hoone on tugev, sooja pidav ja kuiv.

Mingisuguseid puudusi konstruktsiooni ja materjali arvel pole ette tulnud.

Vallavanem (allkiri).

Sekretär (allkiri).

Väljavõte 7. märtsi 1934. a. komisjoni aktist Pikavere soosunduse ehitiste ülevaatusse kohta:

1) ... Hooned tsementkivist nopsa-süsteemi järgi on elamiskõlblikud ja vastavad meie kliimatilistele oludele.

2) Tubade õhuniiskus oleneb suuremal määral ventileerimisest ja kütmisest kui seinte konstruktsioonist ja iseäraldustest ...

4) Majad, millede seinte seesmine kiht tehtud põletatud savikivist, ei näitanud mingit paremust võrreldes „läbi tsementkivist seintega“ majaga ...

Komisjon avaldab soovi, et tulevastel nopsa-ehitustel pandakse rohkem rõhku tuulutamisele (õhuaknad, õhuaugud jne.) ...

Allkirjad: K. Bõlau, A. Radik, A. Kitsnik, A. Esop, A. Grauen.

---

... Nopsa ehitusviis on hea, odav ja kiire. Ehitused saavad ilusad ja tugevad. Elan ise nopsa majas ja maja on hea ...

10. okt. 1936. a.

Insener F. Peterson.

---

... maja Hans Seppa arvamisega oma nopsa-lauda (vt. joon. 42)

... vaatamata, et praegu ainult 8 lehma, ei olnud talvel kõige laudas külma ...

-50

Hind 50 senti

EESTI AKADEEMILINE RAAMATUKOGU



1 0200 00145237 8