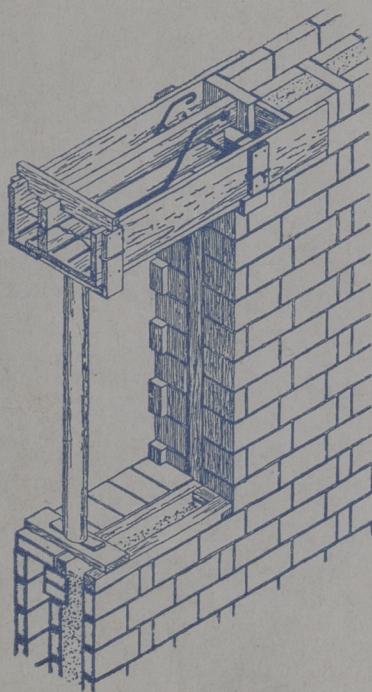


Shubert
15. V. 31

TSEMENDI- JA BETOONITÖÖDE KÄSIRAAMAT



„ESTOTSEMENTI“ VALJAANNE
TALLINN, 1931

**Eesti NSV Teaduste Akadeemia
akadeemiku**

Ottomar Maddisoni (1879-1959)

raamatukogust üle antud

**Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Keskraamatukogule**

TSEMENDI- JA BETOONITÖÖDE KÄSIRAAMAT



„ESTOTSEMENTI“ VÄLJAANNE
TALLINN, 1931

TSIEMENDI- JA BETOONITÖÖDE

KÄSIRAAMAT

Eesti NSV Tööstus- ja Kaubandusministeeriumi

Konstruktsiooniosakond

EB60
3062



EESTI ÜHISTRÜKIKODA, TALLINNAS 1931

Lai tän. 39/41

SISU.

Väljaandja eessõna	Lhk. V
Kirjanduse nimestik	VII
Lühenduste seletused	VIII

I. Kodumaa tähtsamad tulekindlad ehitusmaterjalid:

a) Savi	1
b) Liiv	1
c) Lubi	1
d) Pae- ja raudkivi	2
e) Kunstkiivid	2
f) Tsement-betoon	3

II. Betooni osained:

a) Tsement	6
b) Liiv ja kruus	9
c) Kruus	14
d) Kivikillustik	14
e) Vesi	15
f) Raud	15

III. Tööriistad ja abinõud betoonitöödeks:

a) Alus ehk segamislava	16
b) Tööriistad	16
c) Rakendused	17
d) Vormid ja pressid	17
e) Kaitse- ja kattevahendid	22

IV. Betooni valmistamine ja asetamine:

a) Tsemendi hulk segus ja selle mõju	23
b) Lisaaainete omadused	25
c) Betoonmassi valmistamine	26
d) Betoonmassi kohale asetamine ja betooni tampimine	29
e) Hoolitsemine värske betooni eest	32

V. Mitmesugused betoonitööd:

a) Vundamendi ehitamisest	34
b) Tsement- ja betoonkivide valmistamine	38
A Tsementkiivid	39
B. Õneskiivid	42
C. Betoonplaadid	44

c) Seinä ehitamine betoonkividest.	
A. Õoneskividest sein	46
B. Nopsa-sein tsementkividest	54
C. Akende- ja ustepäälsed talad raudbetoonist	57
d) Raudbetoon laed	57
e) Betoonpõrandad	62
f) Betootrepid	66
g) Mustuseaugud	67
h) Tsement-katusekivid	69
A. Valmistamine	70
B. Kivide vastuvõtmine ja proovimine	72
C. Kivide ladumine ja katuste järelvalve	73
i) Aiapostid ja plangud	75
j) Veetankid	79
k) Tsementkrohv	81
l) Lehmalauda sein	84
m) Puhaslauda põrand	86
n) Sealauda põrand ja künad	90
o) Sõnnikuhoidla virtsakaevuga	93
p) Keldrid	96
q) Piimajahutuse tank	97
r) Tsementtorud	100
s) Silotornid betoonist	103
t) Betoonmaanteed	107
u) Mitmesugused ehitused ja betoontööd.	
A. Kanalad	109
B. Kuivatuseruumid	110
C. Aidad	111
D. Korstnad	111
E. Triiphooned ja taimelava kastid	112
F. Betoonrull	112
VI. Betooni lõhkujad ja kahjurid	113
VII. Niiskuse vastu võitlemisest elumajades	117
VIII. Tabelid.	
Nr. 1. Materjalide kaalud ja maht	120
„ 2. Betooni osainete hulk 1 m ³ pääle	121
„ 3. Soovitavad segud	122
„ 4. Tsementtorude mõõdud ja segud	123
„ 5. Betoonpõranda osainete arvutus	124

Joonised 3 lisalehte.

Väljaandja eessõna.

Tsement kui ehitusmaterjal on vanast ajast tuntud. Juba üle 2000 aasta tagasi vanad roomlased kasutasid endi ehitustes jahvatatud vulkaanilise laava ja lubja segu, n. n. romaantsementi, millel on teatud hüd-raulilised omadused.

Asjaolu, et vanade roomlaste mitmed ehitused on säilinud meie ajani, annab parimat tunnistust tsemendi vastupidavusest.

Nüüd tarvitatava portlandtsemendi valmistamise viis on leiutatud umbes 100 aastat tagasi. Kuna portlandtsement oma väärtuselt kaugelt ületab romaantsementi, ja betoonehitused majanduslikult vastuvõetavamaid, siis tsement levis, eriti viimastel aastakümnetel, iseäranis kiirelt.

Kui enne ilmasõda maailma aastane tsemenditarvitus oli ligi 240 miljonit pütti, siis läinud aastal oli see juba 700 miljoni pütini tõusnud, kusjuures üksikutes maades tsemendi tarvitamise määr on väga erinev. Rahvasteliidu Majanduskomitee andmetel oli 1927. a. tsemenditarvitus kilogrammides ühe elaniku kohta järgmine:

P. A. Ühendriikides	250 kg
Prantsusmaal	118 "
Inglismaal	103 "
Saksamaal	97 "
Taanis	88 "
Rootsis	67 "
Soomes	74 "
Lätis	33 "
Eestis	24 "

1928. ja 1929. a. tõusis tsemenditarvitus Eestis kuni 32 kg ning 1930. a. langes jälle 27,5 kg pääle ühe elaniku kohta.

Eeltoodud arvud näitavad, kui kaugele meie oma tsemenditarvitusega teistest maadest maha oleme jäänud ja kui palju meil veel vaja selleks töötada, et tsemendi kui tulekindla ja põlise ehitusmaterjali tarvitamist meil normaalse tasapinnani tõsta.

Peaks küll igaühele selge olema, et meie maa mets, selle asemel et teda tarvitada tulekardetavateks ehitusteks, siiski paremini saaks kasutatud, kui üleliigset puumaterjali välja vedada ja meie riigile tarvisminevat välisvaluutat soetada, ja samal ajal ehitada tulekindlatest materjalidest, näiteks betoonist, seda enam, et kõiki selleks tarvisminevaid aineid on küllaldaselt olemas kodumaal ning nende soetamine ei nõuaks mingit välisvaluuta kulu.

Kui siiski tsementehituste levimine meil väga aeglane on, siis tuleb see osalt meie rahva konservatiivsusest, mis kõiki uudsusi teatud umbusuga kohtleb, osalt aga ka sellest, et tsemendi tarvitamise viis, kuigi iseenesest õige lihtne, siiski mõningaid eelteadmisi nõuab, mis seni olemas aga ainult piiratud arvul eriteadlastel.

Eesti kirjandus tsementbetoon-ehituste kohta on võrdlemisi vaene, võõra keelne aga ainult vähestele kättesaadav.

Käesoleva raamatu ülesanne seisab päämiselt selles, et laiematele rahvakihtidele, nii maal kui ka linnas, kergesti arusaadaval viisil tutvustada mitmesuguseid tsemendi- ja betoonitöid, selgitada betoonehituste paremusi ning anda praktilisi juhatusi tsemendi õigeks ja ökonoomiliseks tarvitamiseks.

Raamat on Eestis ja teistes Põhja-Euroopa maades kogutud andmete ja kogemuste põhjal kokku seatud dipl.-ins. A. Grauer'i poolt, härre dipl.-ins. A. Adoff'i ja A. R. T. Põllumajandusliidu Ehitustalituse lahkkel kaasabil, kelledele kõigile avaldame siinkohal meie sügavamat tänu lahke kaastöö eest.

Kuna käesolev raamat on sel alal esimesi suuremaid katseid Eestis, siis võivad ka temas mõned puudused ette tulla, mida austatud lugejaid lahkesti vabandada palume.

Soovivad raamatu lugejad saada täiendavaid seletusi tsementehituste kohta, siis palutakse lahkesti pöörduda kas isiklikult või kirjalikult meie kontori poole, Tallinn, Vana Viru t. 12, Tel. (2)15-34, kust igal ajal sellekohaseid juhatusi tasuta antakse.

Eesti portlandtsemendi vabrikute

A/S. „PORT-KUNDA“ ja A/S. „ASSERIN“

ladu ja müügikoht

„ESTOTSEMENT“

Raamatu kokkuseadmisel kasutatud kirjandus.

1. Cement och Betongarbeten L. N. Gramen.
2. „Cement och Betong“ -- Tehniline ajakiri.
3. „Zement“ — Tehniline ajakiri.
4. „Concrete“ — Tehniline ajakiri.
5. Beton. Anregungen zur Verbesserung des Materials. Dr.-Ing. E. Probst.
6. Anweisung für Mörtel und Beton (A. M. B.) — Amtliche Ausgabe 1929.
7. Der Aufbau des Mörtels und des Betons. Prof. Otto Graf.
8. Mischen und Verarbeiten von Beton. Dr.-Ing. Riepert.
9. Schädliche Einwirkungen auf Beton und ihre Verhütung. Dr. R. Grün.
10. Cementrohre. Dr.-Ing. Riepert.
11. Zement-Dachsteine. Dr. Ing. Riepert.
12. Pfosten und Maste. Dr.-Ing. Riepert.
13. Treppen aus Beton und Eisenbeton. Dr.-Ing. Riepert.
14. Der Grünfütter-Silo. Dr.-Ing. Riepert.
15. Die Verarbeitung der Baustoffe in Beton- u. Eisenbetonbau. Dr.-Ing. Riepert.
16. Beton und Eisenbeton in der Landwirtschaft. Dr.-Ing. Riepert.
17. Beton in Hass, Hof und Garten. Dr.-Ing. Riepert.
18. Betonbausteine. Dr. Ing. Riepert.
19. Über die Einwirkung hoher Temperaturen auf erhärt. Zement, Zuschlagstoffe und Beton. Prof. Dr. K. Endell.
20. Sementi ja sen käyttö. Dipl.-ins. M. Muoniovaara.
21. Suomen Sementinvalmistajain Yhdistyksen — Joonistused.
22. Beton i sposoby jego przyrzadzania
23. Fundamenty betonowe
24. Beton v zastosowaiu do higieny
25. Betoon põllumajanduses. Dipl.-ins. A. Johannson.
26. Tsement- ja betoonitööd. Dipl.-arh. F. Vendach.
27. Silotoit ja selle valmistamine. Th. Pool.
28. Maaehitusi I ja II. A. R. T. Põllumajandusliit.
29. Tööde normid. 1930 a. ametlik väljaanne.
30. Ehitustööde tehnilised nõuded ja tingimused.
31. „Uns Talu“ — Ajakiri.
32. „Põllumees“ — Ajakiri.
33. Der Strassenbau. Tehniline ajakiri.
34. Die Betonstrasse. Tehniline ajakiri.
35. Proceedings of the American Concrete Institut. Vol. XXVI 1930.
36. Mauerwerksfeuchtigkeit und Salpeterfrass. H. Schäfer.
37. Portland Cement Stucco
38. Plans for Concrete Farm Buildings
39. Dairy Barn Floors
40. Permanent Floors

} Portland Cement Association U. S. A.

Lühenduste seletused.

m	tähendab	meeter (1000 mm)
m ³	"	kantmeeter
sm	"	sentimeeter (10 mm)
mm	"	millimeeter
km	"	kilomeeter (1000 m)
t	"	tonn (1000 kg)
kg	"	kilogramm (1000 grammi)
l, ltr	"	liiter
t ⁰	"	temperatuur
1"	"	üks toll (25,4 mm)

300 kg/m³ tähendab 300 kg ühe kantmeetri pääle.

Lühendus nagu (V, c, B) tähendab, et selle küsimuse kohta võib leida lähemat seletust päätükis V, täht c) ja punkt B all.

Trükivead.

Lhk.	Veerg	Rida	Alt või päält	Trükitud	Peab olema
4	2	14	alt	lülanimetatud	ülalnimetatud
19	1	13	alt	alupind	aluspind
19	2	3	päält	nad	nende
19	2	4	"	tsement	tsementkivid
26	2	6	"	o)	c)
29	1	2	"	endasse siis	endasse, siis
32	1	1	"	d)	e)
39	1	6	"	Tsementkivid	Tsementkivid
96	1	13	alt	pääl	pääl,
117	1	23	"	(marulius lacrimans)	(merulius lacrymans)
119	2	1	"	(V, a, A, 7)	(V, c, A, 7)
59	Joon.68 on sattunud pahempidi.				
1	lisalet	Joon.56 allkirjas		kividest	blokk-kividest

I. Kodumaa tähtsamad tulekindlad ehitusmaterjalid.

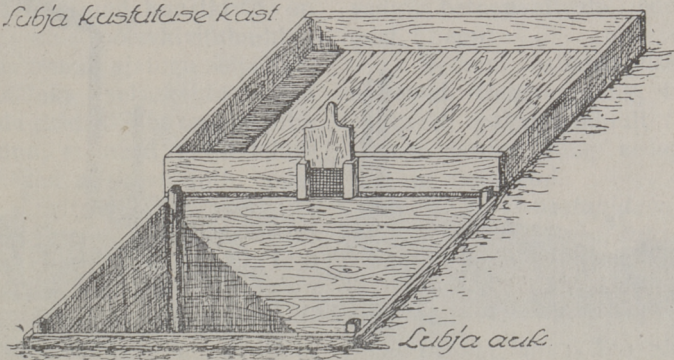
Eestis tarvitavatest tulekindlatest ehitusmaterjalidest oleks siinkohal nimetada: savi, liiv, lubi, pae- ja raudkivi, telliskivi, tsementbetoon.

a) Savi

tarvitatakse telliskivide valmistamiseks, seguks ahjude ehitamisel ning põrandate ja seinte ehitamiseks.

Saviehitused tulevad ainult seal odavad, kus savi on just ehituskoha juures saadaval, nagu seda suuremalt jaolt Tartumaal ette tuleb. Saviehituste püstitamine nõuab aga teatavaid kogemusi ja võtteid, sest vastasel korral nad võivad tulla külmad, niisked, nõrgad, ja isegi kokku variseda, nagu seda on mõnes kohas juhtunud.

Lubja kustutuse kast



Joon. 1. Lubja kustutamine.

Harilikult savihooned tulevad odavad ja soojad, kui nad asjatundlikult ehitatud.

b) Liiv.

Ehitusliivaks kõlbab pea igasugune meil leitav, kuid mitte väga peenike liiv, kuna betooni liiv peab vastama erilistele, allpool (II, b) toodud nõuetele.

c) Lubi

peab olema värskelt põletatud, ilma kivikesteta, liiva, savi ja t. lisandusteta. *Kustutamata lubi* peab olema pure (kobe) ja kerge. Puhtale lubjale $\frac{1}{3}$ kaalu järgi vett lisades, pudeneb see *pulbriks*, suureneb mahus, ja sellejuures tekib soojus; lubjale rohkem kui $\frac{1}{3}$ vett juure lisades saab sitke ja, näpu vahel katsudes, räsivane *taigen*.

Pulbriks kustutatud lubja võib

kauemat aega alal hoida tünnides või kottides; seda tuleb aga niiskuse eest kaitsta kuni tarvitamiseni.

Lubja kustutamise viis on selgitatud joon. 1.

Aukudes *taignaks* kustutatud lubi peab seisma vähemalt 2 nädalat, enne kui müüritööde jaoks tarvitada, ning vähemalt 3 nädalat, enne kui krohvitudel tarvitada. Lubjatamiseks (valgendamiseks) tuleb tarvitada aga värsket kustutatud lubja.

Lubjатаignat tuleb kuivamise ja külmamise eest kaitsta, milleks lubja-augus seisev lubi kaetakse 15—20 sm paksuse liivakihiaga. Mida kauem lubjатаigen on seisnud augus, seda parem. Vanal ajal lubja peeti aukudes aastate viisi; selletõttu ka endised ehitused on võrdlemisi vastupidavad.

Õhus seistes lubjатаigen kuivab ja, ühinedes õhus leiduva süsihapuga, kõveneb ajajooksul.

d) Pae- ja raudkivi,

mida ehitustes tarvitatakse, peab olema ilma pragudeta ja kildudeta, sarnas suuruses, et neist saaks ehitada korrapärast müüri. Kivid peavad olema ilmastikukindlad, eriti need, mis välisseinas.

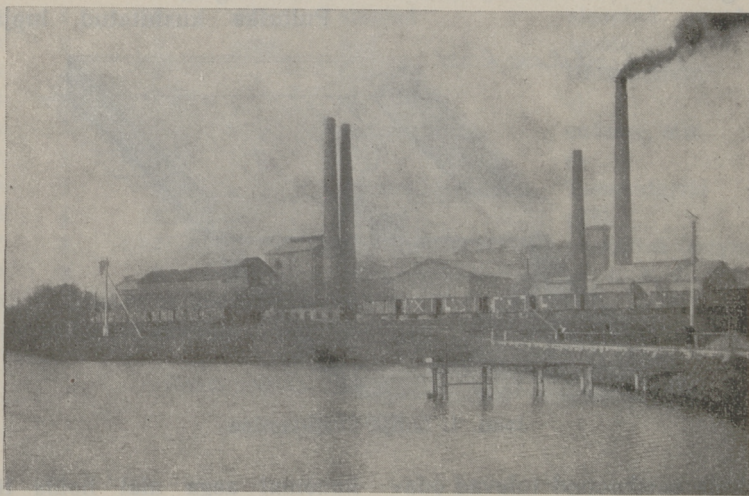
Paekivi peab olema ühtlane, pragu-deta, ilma nõrkade vahekihtideta, väljauhutuvate ainete pesadeta, ning — kõva. Hääks ehitus-paekiviks loetakse sarnast, kus üksikute kivide mõõdud on võimalikult ühesugused, pak-sus vähemalt 10 sm, laius — mitte alla 20 sm ja pikkus — mitte alla 40 sm.

Raudkivid peavad olema võima-likult kõvast graniitkivide liigist. Ei kõlba kivid, mis lõhutud põletamise ja veega ülevalamise teel, sest nendes tulevad ette praod.

e) Kunstkivid.

Neid on meil olemas nelja sorti: **põletatud telliskivid**, mida valmistatakse savist, põletamise teel; **silikaat-kivid**, mida valmistatakse liivast ja lubjast; **põlevkivituhakivid**, mida hakati valmistama 1929. aastal Tallinnas; ja viimaks — **tse-mentkivid**, mida enamasti valmista-takse käsitsi, igalpool, kus aga kruu-saliiva leidub.

Nende nelja sordi kivide kohta peab lühidalt tähendama, et **põle-**



Joon. 2. Aseri tsemendivabrik.



Joon. 3. Kunda tsemendivabrik.

tatud telliskive tarvitatakse juba mitutuhat aastat, ning neid loetakse väga kohaseks ehitusmaterjaliks. Kuna aga nende valmistamine nõuab erilist sisseseadet ja kulukat põletamist, siis on nad, loomulikult, võrdlemisi kallid, mille tõttu ka vähe kättesaadavad harilikule maaelanikule hoonete ehitamiseks.

Silikaatkivi kui ka **põlevkivituha-kivi** on küll veidi odavamad, aga et nende valmistamiskoht on Tallinnas, siis, loomulikult, nende tarvitamise piirkond ulatub vaid niikaugemale, kui kaugemale suudab end äratasuda nende kivide vedu. Hääduks suhtes mõlemad kunstkiivid on kõlbulikud, kuid põlevkivituha-kivil ei ole veel suuremat ajalugu seljataga, mis võimaldaks seisukohta võtta nende kivide suhtes. Üht on aga juba tähele pandud, et need kivid teinekord lagunevad niiskuse tõttu, mis pärast ei soovitata neid tarvitada välisseinteks, kus vihm peale sajab, vaid ainult sisseinteks.

Tsementkive valmistatakse mitmesuguses tugevuses; nende valmistamine on väga lihtne, ei nõua erilist mehaanilist sisseseadet, nagu eelnimetatud kivid, vaid neid võib igaüks ise valmistada lihtsa käsi-pressiga, ning selletõttu nad tulevad võrdlemisi odavad. Tsementkive

tehakse mitmesugustes mõõtudes ja vormides, nagu: telliskivi formaadis, siis mitmesugustes õoneskivi vormides ning viimaks suurtes massiivides.

f) Tsement-betoon*).

Betoon on kunstkivi, mida tehakse tsemendist, veest ja kruusaliivast või liivast kivikillustikuga. Tsement, liiv, kruus, killustik, vesi on betooni *osaaineteks*. Liiva, kruusa ja killustikku nimetatakse *lisaaineteks*, ning tsementi — *sideaineks*.

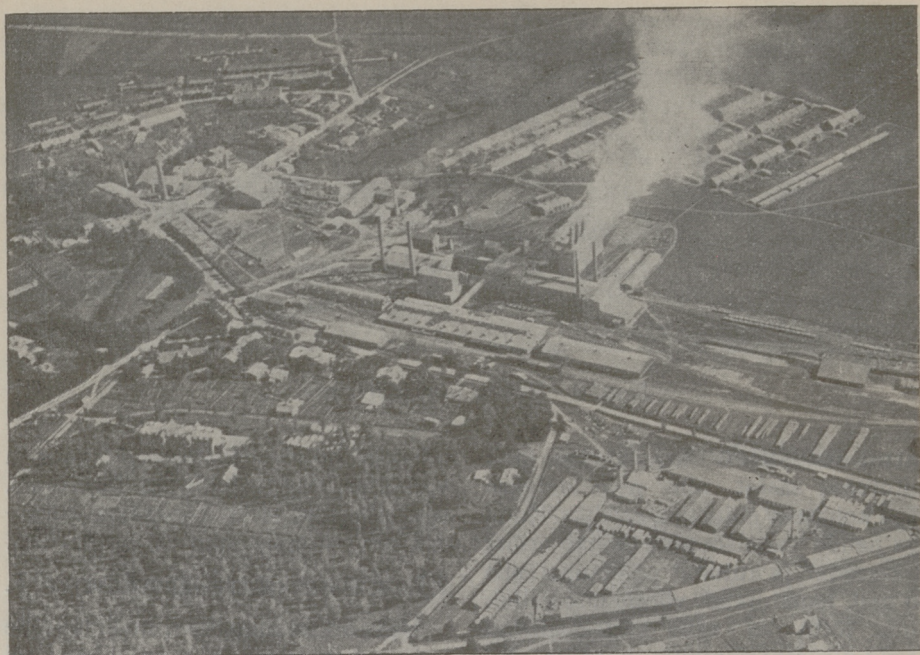
Betoonil ning sellest tehtud kivil on terve rida väga **tähtsaid ja kasulikke omadusi**, mis põhjustavadki betoonehituste edukat levimist, nagu:

1) Betooni valmistamiseks tarvisminevad *lisaained*: liiv, kruus, kivi *leiduvad igalpool*, ainult *tsement* on tehase saadus, ning sedagi *valmistatakse kodumaal*.

2) *Betooni vastupidavus tugevuse mõttes on võrdlemisi suur*. Soovikohaselt võib betooni valmistada mitmesuguses tugevuses, vastavalt nõuetele.

3) *Betoon on põline ehitusmaterjal, ta ei kõdune ajajooksul*, vaid läheb isegi tugevamaks.

* Olgu tähendatud, et tarbekorral tehakse ka veel lubjabetooni ja asfaltbetooni, kus tsemendi asemel sideaineteks on lubi või asfalt.



Joon. 3. Õhupilt Kunda tsemendivabrikust.

4) Betoon on *tulekindel*.

5) Betooni võib *kergesti vormida* ja anda talle igasugust kuju.

6) Betoon võimaldab *kiiret ehitamist*.

7) Betooni *käsitamine on lihtne*, seda võib igaüks valmistada koduste abinõudega.

8) Betoonkividest *majadesse*, kui nad on ehitatud alljärgnevate juhtnööride kohaselt, *võib kohe asuda elama*, sest neis puudub värsketele telliskivimajadele omane rõskus.

9) *Betoonehitused tulevad odavamad* igasuguseist teisist püsivaist ehitusist, nii ehituskulude kui ka korrashoiu ja kindlustuskulude suhtes.

Tänu neile asjaoludele, tsemendibetoonehitused leiavad mitmekesist ja rohket tarvitamist.

Rääkimata suuremaist ehitusist, nagu sillad, tammid, betoonteed, tehaste- ja laduhooned, betoon leiab

tarvitamist ka elumajade ehitamisel, siis põllumajanduses, kus betooni laialt tarvitatakse virtsakaevude, puhaslautade, kuivatisruumide, piimaruumide, silotornide, keldrite, kaevurakete, kuivatistorude, aiapostide ja teiste ehituste juures. Betoon võib pea kõigiti asendada teisi meil tuntud ehitusmaterjale, nagu puud ja kive, ning täitsa asendada kõiki lülanimeatud tulekindlaid ehitusmaterjale.

Peale tähendatud hääde omaduste betoonil on ka mõned varjuküljed, nagu soojuse ja kõla kerge juhtivus (läbilask), ning raskused, mis seotud hoonete ümberehitamisega. Kuid kõik need puudused on vastavate võtete abil kõrvaldatavad, nagu allpool järgneb, ning nad on niivõrt tähtsusetud, võrreldes betooni positiivsete omadustega, et nad ei suuda seisma panna ülemaailmist betooni võidukäiku, mis iga aastaga leiab järjest uusi alasid, mil-

ledest siinjuures olgu nimetatud *betoonmaanteed*, betoontelegraafipostid, raudbetoonlaevad, silotornid, suitsukorstnad, suuremad sillad, vesiehitused jne.

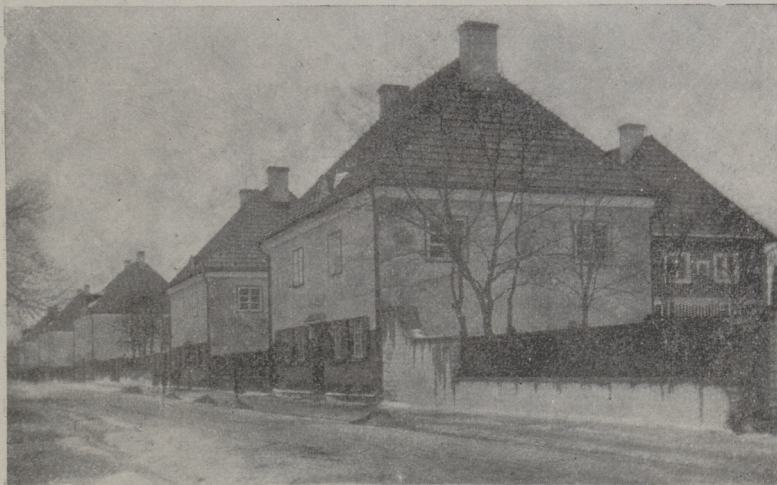
Betooni hääduse kohta paljud harilikult arvavad, et see ripub ära vaid tsemendist, ja sellepärast iga-sugused äpardused betoontööde juures pannakse ikka tsemendi arvele. Tegelikult aga, nagu näitavad uurimused ja praktika, ning nagu lähemalt allpool seletatakse, betooni hääduse peale mõjuvad väga suuresti teiste osainete omadused, segu õige valmistamise ja asetamise viis, hoolitsemine kivineva betooni eest jne. — asjaolud, mis harilikule töömehele tihti teadmata.

Ühest ja samast tsemendi ja liiva vahekorrast võib valmistada, vastavalt seguvee hulga ning betooni eest hoolitsemisele, mitmesu-

guse vastupidavusega betooni; edasi — hää, sõelutud liivaga võib teha mõnest lahjast segust palju tugevamat betooni kui mõnest harilikust, aga *peenest liivast* kaks korda tsemendirikkama ehk *rasvasema* seguga. Nõnda siis, betooni vastupidavuse, hääduse, veekindluse ja tugevuse peale mõjub terve rida mitmesuguseid asjaolusid:

- 1) tsemendi häädus ja hulk segus;
- 2) lisainete puhtus;
- 3) liiva valik ja selle terasus;
- 4) osainete segamise viis;
- 5) vee hulk segus;
- 6) betooni kohalepanemine: selle aeg, viis;
- 7) betooni tampimine;
- 8) rakenduste ja vormide häädus;
- 9) hoolitsemine värske betooni eest, jne.

Vaatleme üksikasjaliselt kõiki neid tegureid eraldi.



Joon. 4. Betoonkividest elumajad Tallinnas.

II. Betooni osained.

Odava ja hää betooni saamiseks selle osained peavad vastama teatavatele **tehnilistele nõuetele**, mis teaduslikult ja praktiliselt aastate jooksul väljatöötatud.

Allpool järgneb lühikene kirjeldus iga üksiku osaaine ja tema kohta maksvate tehniliste tingimuste üle.

a) Tsement.

Tsement on tähtsam osaaine betoonis; tema ülesanne seisab selles, et ta seob ehk kitib kokku kõik üksikud liivaterad ning kivikillud.

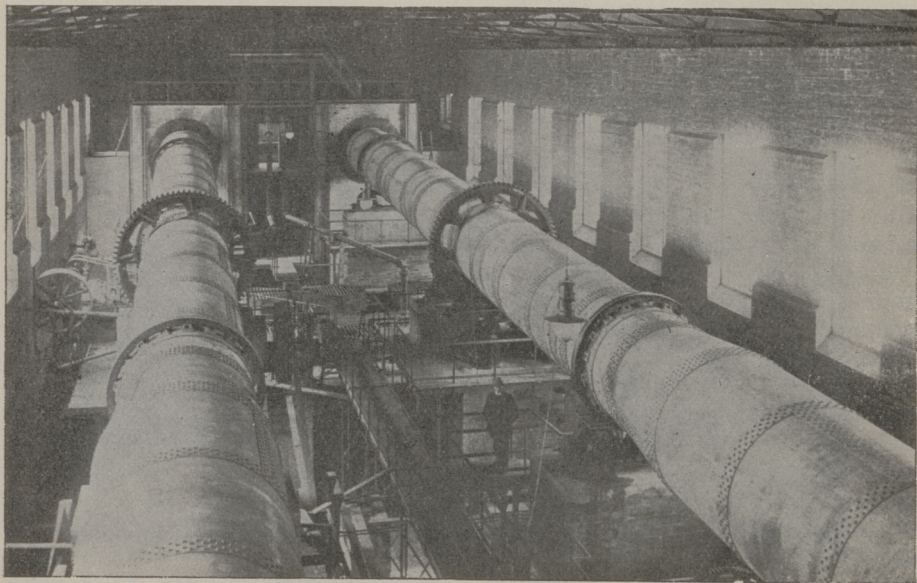
Tsementi on olemas mitmet sorti ja mitmes häduses. Meil Eestis valmistatakse ainult n. n. *portlandtsementi*, milline tsemendi sort on ka kõige enam tarvitatav maailmas.

Portlandtsementi valmistatakse kah-

te moodi, nimelt: kuival ja märjal viisil. Mõlemad viisid on enam-vähem ühevõrdselt arenenud ning mõlema tsement on üheväärtuslik.

Kodumaa tsemenditehastest *Aseri tehase* töötab kuiva, *Kunda tehase* märja viisi järele. Mõlemates tehastes tsementi valmistatakse põletamise teel paekivist ja savist. Nimelt võetakse teatud liik lubjakivi, see purustatakse, jahvatatakse peeneks pulbriks, segatakse hästi teatavas proportsioonis savipulbriga, (Aseris segatakse kuivalt, Kundas — märjalt suurtes betoonbasseinides), ning valmistatakse sedaviisi *tooraine* tsemendi põletamiseks (vaata skeem raamatu lõpus).

Põletamine sünnib 50—55 meetri pikkustes pöörlevates, veidi kallakutes ahjudes, läbimõõduga 2—2,5 m. (vaata pilt).



Joon. 5. Tsemendi põletamise ahjud.

Ahju kõrgemast otsast jookseb niisutatud toorpulber ehk lobri vähehaaval sisse, teisest otsast puhutakse talle vastu õlikivipulbri tuld, millel väga suur kuumus. Kuumuse mõju all tooraine kuivab, kuumeneb ja põleb $1400-1450^{\circ}\text{C}$ juures *pisarduseni* n. n. *klinkeriks* ning tuleb ahjust välja terasarnaste tükikeste näol. Põlevkivi tuhk peamiselt läheb korstna ühes küttegaasidega, väikene osa satub klinkerisse. Viimane ei mõju sugugi halvavalt tsemendi peale, sest et põlevkivi tuhk on peaaegu samasuguse koosseisuga, nagu savi ja paekivigi, mida tarvitatakse tsemendi valmistamiseks, ning pealegi see tuhk põleb samuti klinkeriks.

Edasi klinker läheb silotorni, sealt, pärast segamist, tsemendiveskitesse, kus jahvatatakse peeneks pulbriks, millele lisatakse üsna väikene hulk kipsi tardumise aja reguleerimiseks. Valmispulber, ehk **portlandtsement**, läheb nüüd torude kaudu suurtesse silodesse, kust tarviduse järgi pakitakse pneumaatiliste masinate abil püttidesse või kottidesse ja saadetakse turule.

Tsemendi *pakised* on: 1) *pütt*, mahuga ligi 100 liitrit, nettokaaluga 170 kg, bruttokaaluga ligi 180 kg; 2) *dzhuutkott*, mahuga $\frac{1}{2}$ pütti või $\frac{1}{4}$ pütti; 3) *paberkott*, 4—5 kordne, mahuga $\frac{1}{3}$ pütti ehk 57 kg tsemi. (Vaata joon. 6.)

Tsemendi omadustest tuleb äärmärkida tema keemilist ühinemist veega. Teatava veehulga juurelisamisega tsement hakkab *tarduma* ehk *siduma*, ning siis — *kivinema*, kusjuures kivilinemine läheb väga jõudsasti esimestel päevadel, siis aeglasemalt, kestes isegi aastaid; vastava hoidmise juures kivilinenud tsemendil või betoonil 28 päeva pärast on juba ligi 90% sellest tugevusest, mis tal võib olla 1 aasta pärast.

Tehnilised tingimused portlandtsemendi kohta, mis Eestis maksavad, on kuulutatud „Riigi Teatajas“ nr. 33—1926. a. Sealt leiame, et: *tardumine* ei tohi alata enne 1 tundi peale vee juurelisamisest tsemendile. Tegelikult meie tsement hakkab *tarduma*, vastavalt õhu ja vee temperatuurile, hiljem, kusjuures soojal ajal *tardumine* sünnib kiiremini, aga



Paberkott. Dzhuutkott. Pütt.
Joon. 6. Tsemendipakised.

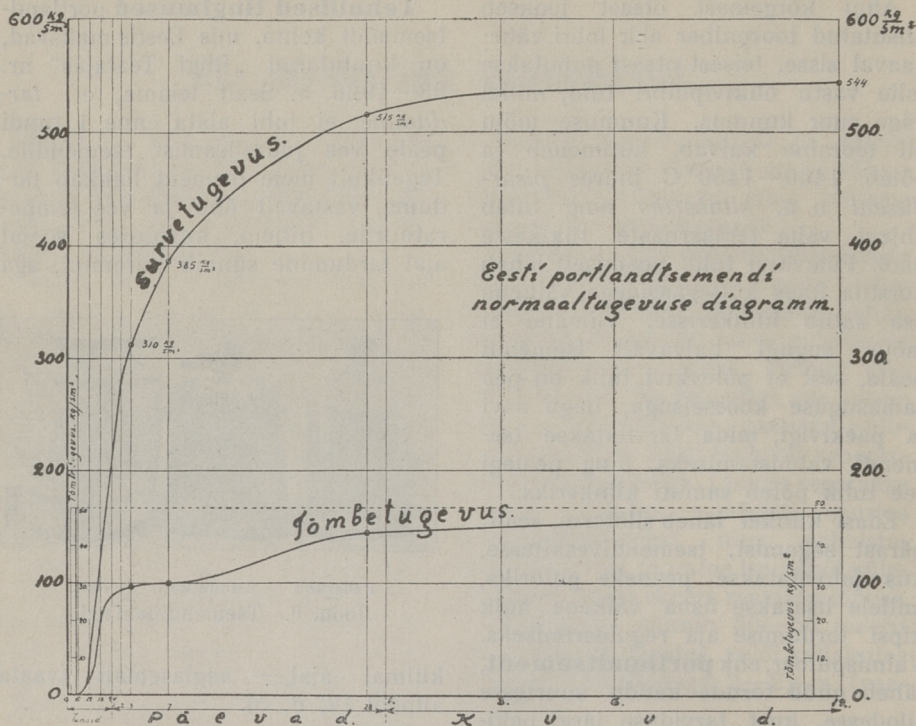
külmal ajal — aeglasemalt (vaata allpool IV, d, 5).

On olemas kiirsiduvaid tsemente, nagu „Velo“ tsement, mis tardub *rutemini* ja tarvitatakse erilistel töödel, kus tähtis on kiire tugevuse saavutamine.

Järgmine nõudmine portlandtsemendi kohta on *mahupüsivus*, s. o. et vee juurelisamisel ja kivilnemisel tsement ei paisuks ega tõmbuks kokku; ka sellele nõudmisele vastab meie portlandtsement täiel määral.

Edasi *jahvatuse peensus* on lubatud niisugune, et jäägi hulk sõelal nr. 30 (900 auku 1 ruutsentimeetri peal) ei tohi olla üle 5% ja sõelal nr. 70 (4900 auku 1 r.-sm peal) — üle 30%. (Tegelikult on need arvud vastavalt 0,2% ja 5—7%.)

Lõpuks *tugevuse* suhtes Eesti portlandtsement ületab seaduses lubatud normi alammäära kahekordselt (survetugevus 28 päeva pärast kombineeritud hoidmisel tegelikult on ligi 520 kg/sm^2 , lubatud 250 kg/sm^2 asemel). Vaata joon. 7.



Joon. 7.^m Keskmised andmed 1930. a. tsemendi kohta.

Portlandtsemendi erikaal on ligi 3,1. Mahukaal on aga väga muutlik, vastavalt tsemendi pakkimisele, nõu vormile ja selle suurusele, ning kõigub 1,2 kuni 1,9 vahel, kusjuures mahukaal tsemendil, mis on vabalt riista sisse pandud, on 1,2—1,4 kg 1 liiter (harilik norm on 1,25 kg 1 liiter), kuna vabrikus püttidesse pakituna tsemendi mahukaal on 1,7—1,9 kg liiter.

Tsemendi tarvis hoida alal kinnises kuivas ruumis ning kinnistes riistades, et vihm ega õhuniiskus ei pääseks tsemendile ligi, sest et tsement rõskusest kivineb ning muutub kõlmatuks. Sellepärast on soovitatav tsementi mitte hoida kauemat aega tarvitamata, sest ajajooksul ta kaotab oma jõu; samuti muld-

põranda peal või tooreste laudade peal ei tohi hoida tsementi, sest ta imeb alt niiskust ja siis kivineb. Katsed näitavad, et võrdlemisi kuivas ruumis hoitud tsement kaotab kolme kuu jooksul — 8%, 6 kuu jooksul — 14% ja 12 kuu jooksul — 22% oma tugevusest.

Tsemenditehastes hoitakse valmis-tsementi kindlates ja kuivades silodes, ning alles enne turule saatmist pakitakse püttidesse või kottidesse, kusjuures tsement jookseb kotti (pütti) läbi toru; pakitud tsement kohe laaditakse vagunisse.

Valmistamise jooksul tsemendi hää-dust kontrollitakse vastavate eriteadlaste poolt iga tunni tagant, siis tsement segatakse mitu korda hästi läbi, ning selle tõttu ta tuleb täitsa ühetaoline.

Mõnikord ettetulevad pangad ehk tükid tsemendi sees on tingitud sellest, et kas veo või hoidmise ajal tsemendi peale on tilkunud vett.

Seisnud tsement on veel kõlbulik, kui seda saab käte vahel peeneks pigistada; üle 2 mm suured tükid tulevad tsemendi seest välja sõeluda.

Kuigi tsemendi häädus on alati enam-vähem ühesugune, siiski suu-remate ja tähtsamate ehituste juures enne betooni valamist aegsasti katsetatakse tsemendi häädust.

Päale portlandtsemendi välismaal valmistatakse veel teistsuguseid tsemente, nagu raudportlandtsement, kõrgeahjutsement, savimullatsement, värvilised tsemendid, romantsement, kõrgeväärtuslik tsement jne. Meid võiks huvitada ainult viimane, sest kõrgeväärtuslik tsement on sellepoolest hää, et ta annab 1 päevaga sama kõvaduse, mis portlandtsement annab 1 nädalaga. Kõrgeväärtuslik tsement on eriti kasulik igasuguste remonttööde juures, mida tarvis hästi ruttu läbi viia, kuna portlandtsemendist tehtud betoon nõuab pikemaajalist rahulikku kõvenemist.

Värvilised tsemendid leiavad tarvitust kunsttööde, pörandate ja krohvide valmistamisel.

b) Liiv ja kruus.

Betoontööde jaoks tarvitata^v liiv peab olema *puhas, mitmekesise teraga ja hästi kõva*. Jämeteraline

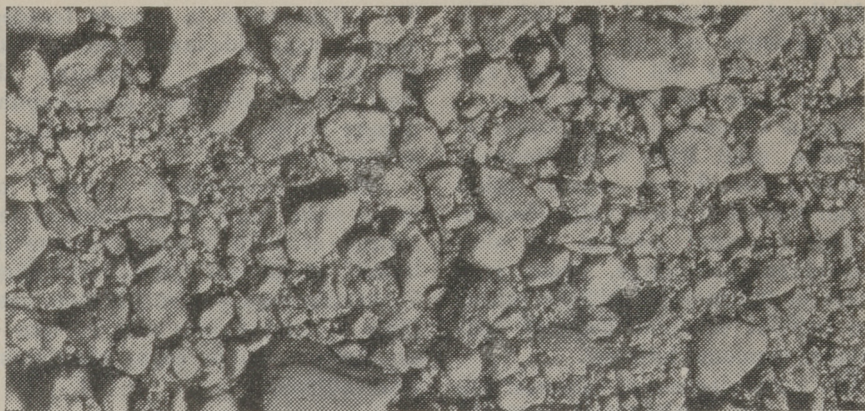
liiv mitmekesiste ja kõvade teradega annab vastupidavama betooni kui peeneteraline liiv. Peenike liiv teeb betooni nõrgaks; aga ebapuhta liivaga hilineb tsemendi sidumine, ja betoon tuleb rabe.

Liivaks betoontööde juures loetakse seda, mille kõige suurema tera suurus ei ületa 5 mm; sarnane liiv läheb sõelumisel läbi ümmarguste 7 mm aukudega sõelast. Mis sõela peale jääb ja on tükkides alla 70 mm — on *kruus*. Nende segu nimetatakse *kruusaliivaks*.

Hää betooniliiva kui ka kruusa tähtsam omadus on **puhtus**. Liiv ei tohi sisaldada mingisuguseid võõraid aineid. Eriti kardetavad on igasugused orgaanilised ained, nagu: mustmuld, sõnnik, rohujuured jne. Neid ei tohi betooniliivas olla, ja kui nad on sinna sattunud, siis neid tuleb hoolikalt liiva seest välja noppida, väljasõeluda või väljapesta, vastasel korral see koht betoonis, kuhu satub sarnane mustus, tuleb nõrk. Liivaaukudest tuleb ettevaatlikult võtta kruusaliiva, et *päälispinna mustmuld* ei satuks liivaauku kruusaliiva sekka, ning et sellega ta ei rikuks betooni liiva. Kruusaaukude servast tuleb mullakiht, vähemalt 60 sm pak-



Joon. 8. Peenliiv.



Joon. 9. Jämeliiiv.

uselt, ära lõigata ja visata sinna, kus ta edaspidist tööd ei sega. Satub aga niisugune päälispinna lähedane mullarikas liiv betoonsegusse, siis tuleb ette, et betoon ei kivine ja jääb hapraks.

Pealtnäha täitsa puhas liiv sisaldab mõnikord orgaanilisi aineid, milledest meil kõige rohkem tuleb ette *huumushappeid*, mis tekkinud orgaaniliste ainete lagunemisel liivapealses kihis ning hiljem vihmaveega liiva sisse imunud. Huumus ümbritseb liivaterakesi ning ei lase neil ühineda tsemendiga, vaid halvab selle mõju ehk kittimisvõimet, mispärast betoon kivineb liig aeglaselt ning tuleb nõrgem, kui puhtast liivast.

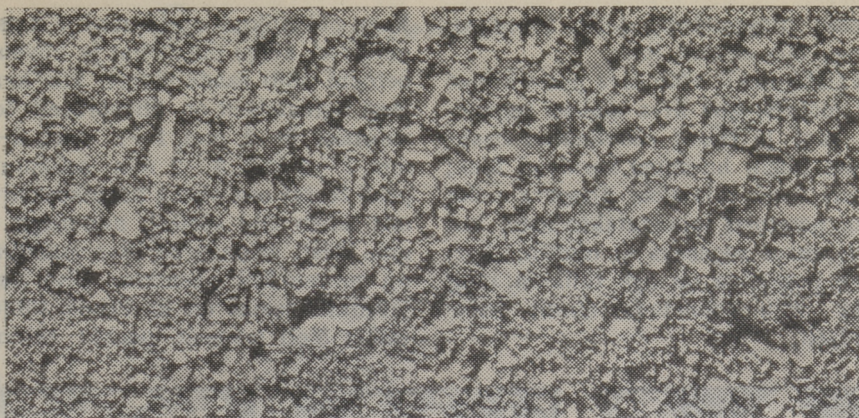
Tahetakse aga siiski huumust sisaldavast liivast valmistada betooni, siis tuleb tsementi panna palju rohkem kui harilikult, ja see teeks ehituse kalliks.

Huumushapete sisaldavust liivas on võimata silmajärgi ära tunda: pealtnäha väga korralik liiv võib huumust sisaldada suurel määral, ning sellest liivast tehtud töö võib nurjuda.

Huumuse sisaldavust liivas selgitatakse 3% naatronlahuse (seebikivilahuse) abil (30 grammi seebikivi 1 liitri vee peale). Katsetatav liiv pannakse

mõne puhta valge pudeli sisse, ligi $\frac{1}{2}$ selle mahust; liiva peale valatakse naatronlahust, nii et koos liivaga täituks ligi $\frac{2}{3}$ pudelit. Segu loksutatakse hästi ja pannakse tuppa seisma. Järgmisel päeval vaadeldakse vedeliku värvingut (vaata leht raamatu lõpus); on ta selge või veidi kollakas, siis liiv on hää ja seda võib igasuguste betoontööde jaoks tarvitada; on ta tumekollakas, umbes kange tee sarnane, siis liiv sisaldab huumust; sarnast liiva tohib tarvitada ainult vähema tähtsusega ehitusosades, ning tsementi tarvis rohkem segusse panna, või kui tahetakse vähema tsemendi hulgaga seejuures läbi saada, siis tuleb liiv ära pesta. Kui aga vedelik on tumepruun, siis katsetatav liiv on väga huumusrikas, ning see tuleb kas täitsa kõrvale jätta, või, kui paremat liiva ei ole saadaval, siis hästi põhjalikult pesta, sest huumus on kõvasti liivaterade küljes kinni.

Nõnda siis sarnane odav ja lihtne proov võimaldab igalühel kerge vaevaga selgitada liiva puhtust. Olgu tähendatud, et liiv katseks tuleb võtta mittehunniku pealt, kus ta võib olla on vihmaveega veidi ära pestud, vaid hunniku seest.



Joon. 10. Hää betooniliiv.

Järgmine lisandus, mis liiva juures kõige tihemini ette tuleb, on *savi*. Üldiselt savi on soovimatu lisandus ning vastutusrikaste tööde juures mitte lubatav; eriti kahjulik on niisugune savi, mis tihedalt ümbritseb liivaterasid ning ei lase neid tsemendiga ühineda; seesugune liiv on kõlbmatu. Lihtsamate betoontööde juures aga, nagu vundamenttööde, keldrimüüride ja lagede, seinakivide, künade, kaevutorude, peenra kivide ja teiste sarnaste esemete valmistamiseks on lubatav savihulk betooniliiva sees kuni 6% liiva mahust. Savi kuni 3%, eriti kui ta on hästi peenike, tõstab isegi veidi betooni tõmbetugevust ja tihedust, kuid alandab survetugevust ja vastupidavust kulumisele. Sellepärast ei ole lubatav tarvitada savist liiva põrandate, kõnniteede, treppide ja põrandaplaatide valmistamiseks, vaid seal peab olema täitsa puhas liiv. Ka katusekivide valmistamiseks peab olema täitsa puhas liiv, sest ebapuhas liiv võib tekitada katuse sammaldumist. Kõige puhtam liiv on jõelliiv, samuti ka mereliiv, kust kõrvalained täitsa on väljapestud.

Harilik kruusaagu liiv sisaldab enamvähem savi. *Savi sisalduse ligi-*

kaudse % kindlaksmääramiseks pan-nakse tsilindrilise teeklaasi sisse 50 mm (2 tolli) kõrgune kiht liiva. Selle peale valatakse puhast vett, nii et klaas peaaegu täis saab; teelusikaga või pulgaga segatakse liiva paar minutit, selle tõttu savi tõuseb üles vee sisse, tehes selle sogaseks. Kui nüüd klaas rahulikult seisab mõni aeg, seni kui vesi selgib, siis savi sadestub veest liiva peale, kus kujundab tiheda, selgelt nähtava kihi. Mõõdetakse selle kihi paksus ära, ütleme, see on 4,5 mm, siis savi sisaldus liivas on $\frac{4,5}{50} = \frac{9}{100} = 9\%$.

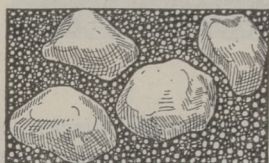
Sarnane kõrge savihulk on lubamatu, ning selle eemaldamiseks tuleb liiv pesta.

Liiva pesemist käsitsi toimetatakse mõne kallaku laudlava peal, kuhu pannakse 10—15 sm paksune kiht liiva ning pritsitakse veega niikaua üle, kuni savi ja teised soovimatud lisandused ära uhtuvad.

Peab aga tähele panema, et vett mitte liig tugeva vooluga peale lasta, sest siis võib peenikesi liivaterakesi väljauhtuda, mis aga soovimatu. Puuduliku pesemisega koguneb aga savi lava põhja, või alumistesse liivakih-

tidesse ning satub sealt betoonse-gusse, mis samuti halb.

Täielikumalt võib liiva pesta künas või toobris, kus liiva alalisel segamisel savi ja teised soovimatud lisandused (nagu huumus) kerkivad üles; sogane vesi valatakse üleserva maha ning pesemist toimetatakse seni, kui vesi enam sogaseks ei muutu. Sarnane pesemine on aga tülikam, ning seda võib toimetada ainult harukordselt.



Joon. 11. Tsement täidab betoonis liivaaterade vahed. Mida mitmekesisem on liiv, seda vähem läheb tsementi.

Kuna liiva pesemine on seotud teatavate raskustega, siis mõnikord on kasulikum ennem otsida paremat liiva kui halba liiva pesta.

Väljamaal on olemas vastavad masinad, milledega betooniliiva valmistatakse, s. o. pestakse ja sõelutakse.

Liiva terasus ehk liiva koosseis terade suuruse mõttes mängib palju tähtsat osa betoonis kui üldiselt arvatakse. Nagu juba ülalpool nimetatud, täitsa peenike liiv (Joon. 8), mis harilikult on ühesuuruse teraga, ei kõlba betoontöödeks: ta nõuab enam tsementi ning annab nõrga ja ebatiheda betooni. Samuti ka ainult sõre ehk jämedateraline liiv (Joon. 9) ei ole häa.

Kõige parem betooniliiv on sarnane, kus esitatud igasugused liiva-terad, alates kõige peenemast, tolmu-sarnasest liivast ning lõpetades kõige jämedama, töö iseloomu järgi lubatava terasuurusega, kusjuures igat-liiki terade hulk peab olema teataval viisil astendatud. (Joon. 10).

Nagu põhjalikud uurimused ja katsed näitavad, kõige tihedamat ja kõvemat betooni võib saada liivast, kus kaalu järgi ligikaudselt on ühevõrdselt teri, suuruses 0—1 mm, 1—2 mm, 2—3 mm, 3—4 mm, 4—5 mm; sellejuures peab teatav osa olema peenikest liiva, mis läheb läbi sõelast, aukudega 0,2 mm. Hästi astendatud liiva mahukaal on suurem kui peenikese liiva oma; järelikult temas on ka vähem tühjust (mida õieti tsement peabki täitma),

ning sellepärast hääst liivast saab vähema tsemendi hulgaga kõva ja tihedat betooni (Joon. 11). Saksamaal *hääks betooniliivaks* loetakse sarnast liiva, kus ümmarguste aukudega sõeltest läheb läbi:

7 mm	100 %	kaalu järgi.
3 "	45—60 %	" "
1 "	10—30 %	" "
0,24 "	0—5 %	" "

On aga tarvitada teistsugused sõelad, siis liiva terasuse üle võib otsustada diagrammi järgi (joon. 12).

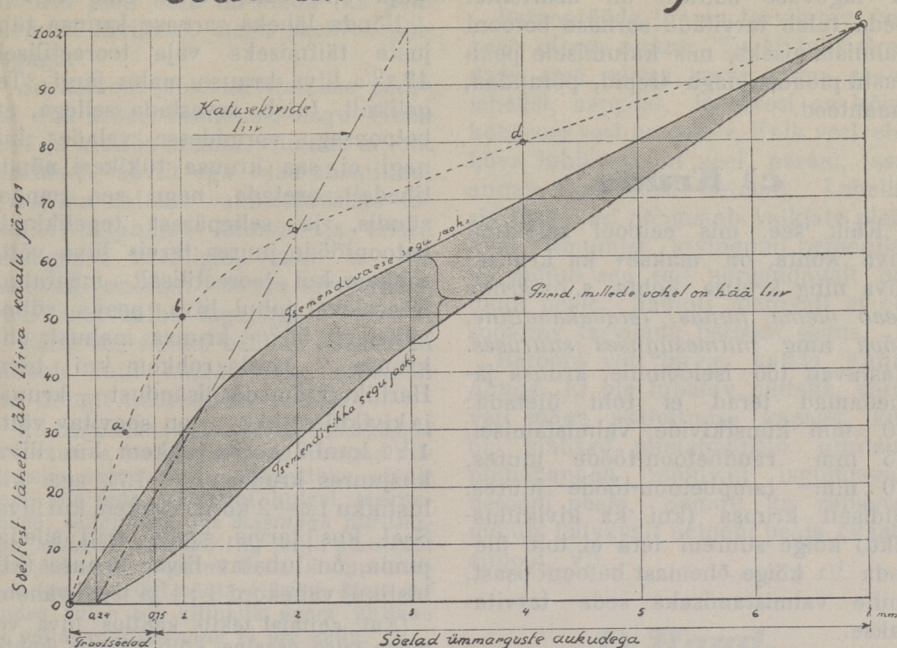
Betooniliiva terasuse katsetamist ehk sõelaproove tehakse järgmisel viisil: teatud hulk liiva, näit. 1 liiter, kuivatatakse ära, siis sõelutakse läbi sõelte, ja kaalutakse ära hulk, mis läheb igast sõelast läbi. Need kaalumise andmed ongi aluseks diagrammi joonestamiseks.

Näiteks, meil on sõelad: 7 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm ja 0,5 mm aukudega ja kuivatatud liiv kaalus 1500 grammi.

Sõeludes võetud liiva läbi

7 mm sõela läks läbi näit.	1500 gr	— 100 %
4 "	1200	— 80 %
2 "	975	— 65 %
1 "	750	— 50 %
0,5 "	450	— 30 %

Betoonliiva terasuse diagramm.



Joon. 12.

Vastavalt neile andmeile joonestame diagrammi **oabcde** (joon. 12); võrreldes seda diagrammi ideaalse liiva diagrammiga leiame, et meie liivas on veidi palju peent liiva, ning seda tuleb välja sõeluda või jämedamat liiva juurde lisada.

Tegelikult tuleb harva ette, et liivaaukudes leiduv liiv vastaks oma terasusega hääle betooniliivale, vaid ta on kas liig peenike või liig sõre. Sellepärast seal, kus tahetakse saada läbi vähema tsemendihulgaga, tuleb betooniliiv nõnda kokku seada, et ta enamvähem vastaks ideaalsele liivale. Selleks kas *segatakse* 2—3 liivasorti, või siis, kui on ainult üks sort liiva, *sõelutakse* selle seest osa üleliigseid terasid välja.

Liiva sõelamisega seotud kulud tasub saavutatav kokkuvõtteid tsemendi pealt. Näiteks, tiheda segu valmistamiseks tuleks võtta harilikku peenikest liiva 2—3 osa 1 osa tsemendi

peale (1:2, 1:3), kuna hää liiva juures sellesamas hääduses segu võib saada 4 osa liivaga ühe osa tsemendi peale. Ka vastupidavus kulumisele on palju suurem ideaalse liivaga, kuna peenest liivast tehtud põrandad kuluvad rutemini ära ja ka tolmavad.

Mis puutub liivaterade **vormi**, siis kõige paremaks loetakse *terav, kandiline liiv*, kuna liiv täitsa ümmarguse ehk lihvitud teraga kui ka liig laia teraga ei ole hää; viimaseid tuleb väga tihti ette mereliivas, mustast kildkivist purunenud lehesarnaste tükikeste näol. Kildkivi kruusaliivas ei ole soovitatav, sest, olles kergesti purunev, nõrgendab betooni.

Betooniliiv peab olema ka **kõvateraline**, sest betooni kõvaduse ja tugevuse määrab ära mitte ainult tsement, vaid peamiselt lisained: liiv ning killustik.

Kõige vastupidavam liiv (kulumise ja tugevuse suhtes) on *kvartslüv*. Seda tuleb tarvitada sarnase betooni valmistamiseks, mis kulumisele peab vastu pidama, nagu trepid, põrandad, maanteed.

c) Kruus.

Kõik see, mis eelpool seletatud liiva kohta, on maksev ka kruusaliiva ning kruusa kohta, s. o. *kruus peab olema puhas, teravakandiline, kõva ning mitmesuguses suuruses*. Vastavalt töö iseloomule, kruusa jämedamad terad ei tohi ületada: 20 mm kunstkivide valmistamisel, 25 mm raudbetoon-tööde juures, 70 mm tampbetoon-tööde juures. Üldiselt kruusa (kui ka kivikillustiku) kõige suurem tera ei tohi ületada $\frac{1}{3}$ kõige õhemast betooni osast, mille valmistamiseks seda tarvita-takse.

Mis puutub *kruusa ja liiva hulga õigesse seguvahekorda betoonis*, siis siin tuleb arvesse võtta seda, et kruus on nagu kandvam osa betoonis, kuna tsemendi ja liiva segu peab täitma kõik kruusa tühjused.

Harilikult tühjused kruusas teevad välja, vastavalt kruusaterade suurusele ning terasusele, 35—45%, kusjuures mida mitmekesisem ja suurema tükiga on kruus, seda väiksemad on tühjused, järelikult seda vähema liiva ja tsemendi hulgaga võib läbi saada, ning seda odavam tuleb betoon.

Kruusa (kui ka killustiku ja liiva) tühjuste kindlakstegemiseks tarvita-takse järgmist meetodit: katsetatav kruus kuivatatakse ära ning sellega täidetakse ääreni pang, mille maht täpselt teada (näiteks 12 liitrit). Siis valatakse pange vett liitriga, seni kui pang täis saab. Lisatud veehulka pange mahu peale jagades, saame kruusa tühjused. Näiteks, vett

läks $5\frac{1}{4}$ liitrit; siis tühjused teevad välja $5,25 : 12,0 = 0,437$, ehk 43,7%.

Nõnda läheks sarnase kruusa tühjuste täitmiseks vaja teoreetiliselt 43,7% liiva kruusa mahu järgi. Tegelikult tuleb arvestada sellega, et, betoonsegu vormidesse valades, kunagi ei saa kruusa tükikesi nõnda tihedalt asetada, nagu see panges sündis, ja sellepärast tegelikkude betoontööde juures tarvis liiva võtta rohkem kui teoreetiliselt määratud. Käesoleval juhul liiva peaks võtma vähemalt 50% kruusa mahust, ehk kruusa 2 korda rohkem kui liiva. Harilikult jämedat lisandust — kruusa ja kivikillustikku — on soovitatav võtta $1\frac{1}{2}$ kuni 2 korda rohkem kui liiva, kusjuures kruusa 1,5—1,75, aga killustikku 1,5—2 korda rohkem kui liiva. Seal, kus tarvis saada eriti siledat pinda, on lubatav liiva: kruusa (killustiku) vahekord 1 : 1 ja isegi vähem.

[Kui ehitajal tekib kahtlus liiva või mõne teise osaine kõlblikkuse kohta, siis oleks soovitatav, et ta küsiks nõu kas A. R. T. Põllumajandusliidu ehitustalituse nõuandjalt oma maavalitsuse juures, või pööraks selleks meie tsemendivabrikute poole, kust tasuta igasugust nõuannet tsemendi tarvitamise kohta antakse].

d) Kivikillustik.

Lõhutud kive ehk *kivikillustikku* loetakse paremaks lisanduseks betoonile, kui ta on puhas ja kõvadest kivi-liikidest. Üldiselt kivikillustiku kohta on maksvad needsamad märkused, mis ülalpool tehtud kruusa kohta. Killustikku eelistatakse kruusale selletõttu, et ta pind on suur ja kore, mille külge tsement hästi kinni hakkab. Killustikuks tarvitatakse pea igasuguseid kiviliike, vastavalt ehituse iseloomule. Nimelt seal, kus betoonilt nõutakse *tugevust ja vastupidavust*, nagu teedel, sildadel, samastel jne., tarvitatakse ainult kõvasordilist raudkivi ja kvartsi. Kui erilist *tugevust betoonilt ei nõuta* (näi-

teks, laudapõranda aluskiht, keldrimüürid jne.) võib tarvitada ka pehmemaid kiviliike, nagu paekivi, põlupagu.

Soebetooni jaoks tarvitatakse *poorset* ehk *urbset* lisandust, nagu *bims-kivi* ja kivisöe *shlakk*; viimane ei tohi sisaldada väävlit ega vaba süsinikku. *Ei kõlba* betooni valmistamiseks *liivakivi*, *välgukivi*, *kildkivi* ja teised niisugused kiviliigid, mis ei ole ilmastikukindlad: nende tarvitamine võib tuua halbu tagajärgi.

Põlevkivi shlakk betooni lisaaainena kõlbab vaid *täitebetoonis*, millel ei ole mingit koormatust kanda.

Kivikillustikku valmistatakse kas käsitsi või vastava kivipurustaja masinaga; viimasega valmistatakse killustikku ainult seal, kus seda suuremal hulgal tarvitatakse; sellejuures aga *masinaga purustatud killustik* sisaldab liig palju pikergusi kivitükke, ning teatud hulk kivipuru läheb kaotsi prügi näol. Käsitsi kive tagudes tuleb aga killustik enam ühtlane ja neljakandiline ning ei ole kadu.

Killustik, samuti kui liiv ja kruus, peab olema mitmekesise terasusega, et tihedam mass tuleks. Üksiku killustikutüki suurus ei ole lubatav üle 2,0—2,5 sm raudbetoon-tööde juures ja üle 7 sm tampbetoon-tööde juures. Killustik ei tohi sisaldada tükke alla 7 mm.

Enne betoonsegu valmistamist on soovitatav killustikku hästi ära puhastada (pesta) tolmust ja porist, mis teda takistaks tsemendiga ühineda*).

Õliga kaetud killustik ei kõlba betooniks, sest õli sugugi ei luba tsemendil ühineda kiviga.

* Et kuivanud pori võrdlemisi visalt lahkub killustikult, siis on soovitatav üldse hoiduda pori satumistest killustiku peale.

e) Vesi.

Betoontööde juures tarvitatakse *vesi* peab olema *puhas*. Ta ei tohi sisaldada savi, virtsa, rasva, piima, soola, lehelisi, happeid. Joogivesi on kõige kohasem vesi betoonile. Kalk vesi ehk kõva lubjavesi on veel parem, sest annab hästi kõva betooni. Lehelist sisaldav vesi põhjustab valkjate plekkide ilmumist kivilinenud betoonile; ka mõjub see vesi nõrgendavalt betooni peale. Samuti merevett ei ole soovitatav tarvitada betooni segus.

Betooni vett tarvis kanda *puhta nõuga*. Ei ole lubatav, näiteks, võtta vett mõne seatoitmise kapaga, kus on alaliselt piimahappeid uurdeis: piimahapped mõjuvad lagundavalt betooni peale. Samuti ka rabavesi mõjub halvavalt betooni peale. (Vaata allpool, VI).

f) Raud.

Raudbetoon-tööde juures tarvitatakse raud on harilik turunõuetele vastav ümmargune raud, läbimõõduga 3 mm kuni 30 mm.

Raud peab olema küllalt sitke, et võimalduks teda nii külmas kui ka sooja seisukorras ilma pragunemata painutada poolkaareni ümmarguse raua ümber, mis 2 korda paksem kui painutatav raud.

Betoontööde juures tarvitatakse raud peab *väliselt olema puhas*; kui ta seda ei ole, siis ta pinda tuleb puhastada raudharjadega enne paigale panemist, et seal ei oleks lahtist roostet, pori, õli ega rasva peal, mis takistaks raud ühineda tsemendiga.

III. Tööriistad ja abinõud betoonitöödeks.

Betoonitööde jaoks ei ole tarvis erilisi kalleid ja keerulisi abinõusid ja tööriistu, vaid selleks kõlbavad harilikud kodused või kodusel teel valmistatavad tööriistad.

Suuremate betoonitööde juures tarvitatakse küll igasuguseid masinaid, nagu kivi purustajad, liivasõelad, liivapuhastajad, betoonisegajad, tampimismasinad jne., mis aga meie oludes tulevad ette väga harva ning vaevalt tarvis lähevad käesoleva raamatu lugejatele, sellepärast siinkohal nende masinate lähemat kirjeldust ei ole toodud.

Meie oludes betoonitööde juures lähevad tarvis: aluslauad, labidad, raudreha, kastekann, mõõduriistad, sõelad, vormid ja rakendused; nende kohta eriti peab tähendama järgmist:

a) Alus, ehk segamis-lava,

mille pääl valmistatakse betoonmassi, peab olema sile ja tihe, suurusega, vastavalt tööulatusele, 2 kuni 10 ruutmeetrit. Kõige kohasem meie oludes on lava 2—4 sm laudadest, mis alusliistudele tihedalt kokku löödud. Lauad on soovitatav võtta kõik ühepaksused, et kergem oleks segada. Väga kohane lava on 3 m lai ja 4—5 m pikk. Lauad asetatakse põiki lava, et segamisel labidad *piki lauda* takistamata liiguksid. Lava kolme serva peale on soovitatav liistud lüüa, et segu lavalt maha ei veereks.

Betoonpõrand on ka väga häa alus segamiseks. Muldpõrand aga ei kõlba, sest temast võib sattuda betooni sellele karjetavat mulda; päälegi kuiv muldpõrand imeb betoonmassist endasse vett, kuna niiske

põrand võib enneaegselt tsemendile vett üleanda.

b) Tööriistad.

Mõõduriist. Harilikult betooni osaineid võetakse mahu, mitte kaalu järgi. Mõõtmiseks tarvitatakse mõnda riista, nagu *pange, kasti, tervet või pooleks saetud tsemendipütti*. Väga praktiline mõõduriist on *ilma põhjata kast*, mida segamislava peal täidetakse, siis üles tõstetakse, kusjuures aine jääb lavale; põhjaga kastiga tuleks aga see veel ümber kallata. Loomulikult esimese mõõduriistaga on mõtet seal töötada, kus liiv ja teised osained lähedal on, nõnda et neid saab labidaga kasti loopida. Tuleb lisaaineid kaugevalt juurde kanda, siis põhjaga kast on parem; vahel tarvitatakse mõõduriistana ka kärukasti.

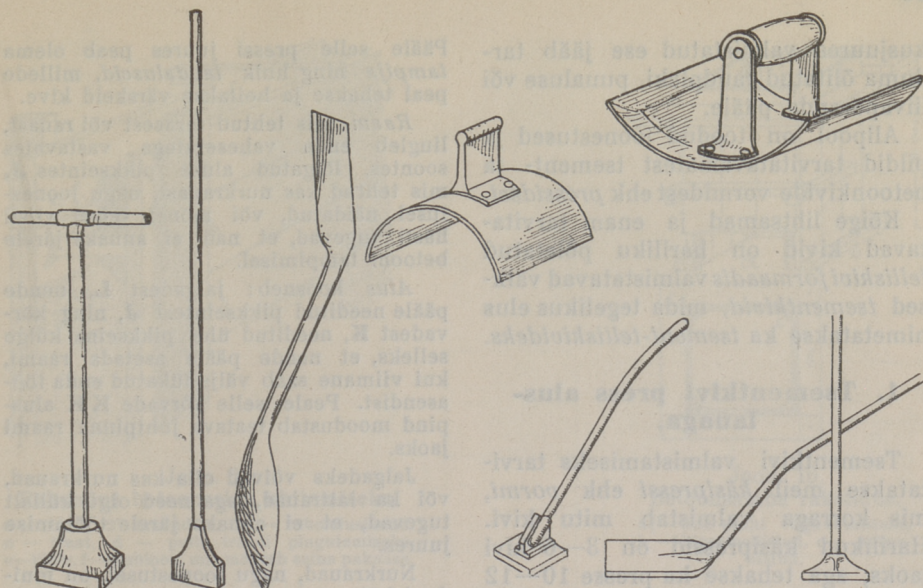
Raudlabidad, raudreha, kastekann sõelaga ja *luud* kõlbavad harilikud.

Sõelad kruusaliiva sõelumiseks on soovitatavad järgmiste aukudega: 1 mm, 3 mm, 7 mm, 25 mm, 70 mm. Katusekivide liiva sõelumiseks läheb vaja sõelu aukudega 0,24 mm, 1 mm ja 3 mm.

Sõelad kinnitatakse naeltega puuraami külge.

Küna või alus kruusaliiva pesemiseks on 2,5 sm laudadest lava, pikk 3—4 m, lai 1—1,5 m, kolmel küljel 10 sm laiused servalauad. Küna asetatakse väikese kallakusega.

Tampnulad, puust või rauast, kaaluga 0,5 kuni 15 kg, aluspinnaga soovitatavalt mitte üle 15 × 15 sm; nende vorm oleneb töö iseloomust ja tööliste harjumusest. (Joon. 13).



Joon. 13.

Silujad : 1) *lauast*, samasugused kui krohvitööde juures tarvitatavad silumislauad; 2) *raudsilujad* ja *kel-lud*. Raudsilujate vormid eritööde jaoks on väga mitmekesised; väikse-mate tööde juures harilikult saab kelluga läbi. Joon. 14 on näidatud mitmesugused silumisabinõud.

c) Rakendused,

2—5 sm paksustest *laudadest*, tehakse võimalikult *tihedad*, et vedel segu lau-dade vahelt välja ei jookseks. Teiselt-poolt peab silmaspidama *laudade paisu-mist* betooni niiskuse läbi. Lauad olgu ühepaksused, et betooni pind tuleks ühetasane; tahetakse aga saada täitsa siledat pinda betoonile, siis tarvitatakse seestpoolt hõõveldatud rakenduslaudude.

Rakenduslaud peab väljastpoolt kinnitatama *põõnadega* ning *tugedega*. Seina rakendused kinnitatakse oma-vahel *raudtraatidega* ning hoitakse üksteisest soovitava kaugusel *puu-klotsidega* (vaata joon. 15).

Laerakenduste toed asetatakse kiilu-dele, et nende abil oleks võimalik rakendusi kergemini alla lasta, ilma tõueteta. Toed peavad olema hästi tugevad, et nad betooni kaalu all ei nõtkuks. Tugede jätkud peab hooli-kalt ühendama: jätkatud tugede lõi-kepinnad peavad olema vesiloodis ja tihedalt üksteise päälle passitud; jätku kohad kindlustatakse päälена-lutatud 3—4 puuliistuga, 70 sm pi-kad; jätku koht ei tohi olla toe pik-kuse keskmises kolmandikus. (Joon. 68). Tugede nõtkumise ärahoidmiseks need ühendatakse üksteisega põikpuu-dega. Rakenduste või vormide *sisemisi nurki* ei ole soovitatav jätta terav- või täisnurgalisteks, vaid peab kolmenur-galise liistu sisse panema, et nurgad tuleks poollõigatuna. (Joon. 16).

d) Vormid ja pressid

mitmesuguste *tsementbetoon-saaduste* valmistamiseks on väga mitmekesised. Enamasti nad on tehtud 3—6 mm raudplekist, kergesti lahtivõetavad,

kusjuures valmistatud ese jääb tarduma õlitatud raudpleki, puualuse või liivapõranda peäle.

Allpool on toodud joonestused ja pildid tarvitatavamatest tsement- ja betoonkivide vormidest ehk *pressidest*.

Kõige lihtsamad ja enam tarvitatavad kivid on harilikku põletatud telliskivi formaadis valmistatavad väiksed tsementkivid, mida tegelikus elus nimetatakse ka tsement-telliskivideks.

1. Tsementkivi press aluslauaga.

Tsementkivi valmistamiseks tarvitatakse meil käsipressi ehk *vormi*, mis korraga valmistab mitu kivi. Harilikud käsipressid on 3—6 kivi jaoks, aga tehakse ka presse 10—12 kivi jaoks; viimased pressid on kallimad ning tarvitusel sellekohastes tsementsaaduste tööstustes.

Joonestusel 17 näidatud press on üks odavamatest ja otstarbakohasematest oma ehitusviisi poolest. Sellega võib valmistada korraga 5 kivi, mõõtudes: 250 mm pikad, 120 mm laiad ja 65 mm paksud. Soovitakse aga teha pressi suuremate kivide*) või suurema arvu kivide jaoks, siis tuleb vastavalt muuta mõned pressi osade mõõdud.

Nagu joonestusest näha, press koosneb kahest pääosast: *raamist* ja *alusest*.

Pääle selle pressi juures peab olema *tampija* ning hulk *laudaluseid*, millede peal tehakse ja hoitakse värsked kive.

Raam, mis tehtud terasest või rauast, liigleb enda vaheseintega vastavates soontes, lõigatud aluse pikkseintes **J**, mis tehtud kas nurkrauast, nagu joonestusel näidatud, või mõnel teisel viisil hästi tugevad, et nad ei annaks järele betooni tampimisel.

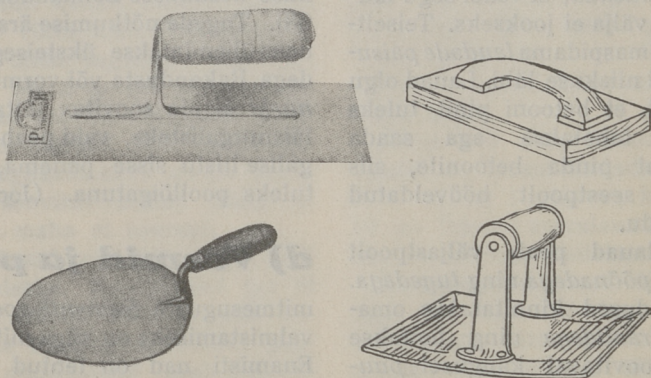
Alus koosneb: jalgadest **L**, nende pääle needitud pikkseintest **J**, ning kõrvadest **K**, needitud ühe pikkseina külge selleks, et nende pääle asetada raami, kui viimane saab välja lükatud enda tööasendist. Peale selle kõrvade **KK** aluspind moodustab teatava juhtpinna raami jaoks.

Jalgadeks võivad olla kas nurkrauad, või ka lattrauad, aga need olgu küllalt tugevad, et ei annaks järele töötamise juures.

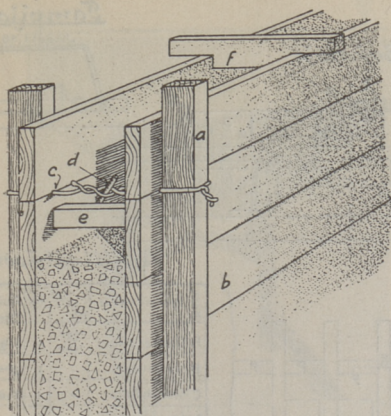
Nurkrauad, nagu joonestusel, on muidugi kõige tugevamad teatava kaalu juures.

Vahe, mis jäetakse aluslaua **O** jaoks jalgade ja raami vahel, peab olema 1—1,5 mm suurem kui aluslaua paksus, et viimase ebatäpsus ei mõjuks raami õige asendi pääle. Joonestuse spetsifikatsioonis on näidatud pikkseina **J** kõrgus 91 mm; kuna aga sarnase nurkraua lõikamine teeks ehk raskusi, siis sääl, kus on võimalik saada 90 mm ehk selle lähedast (80—85 mm) nurkrauda, tuleb võtta pikkseinaks viimane nurkraud, aga ühenduskohtadesse panna vastavad aluslapid, et üldine kõrgus, mis tarvis läheb aluslaua + kivi paksusele, oleks vähemalt 91 mm, eeldusel, et aluslaudadeks tarvitatakse 1" (25 mm) laudu.

*) Kohane kivi nopsa seinaga jaoks oleks mõõtudes 280 × 136 × 64 mm (V, c, B).



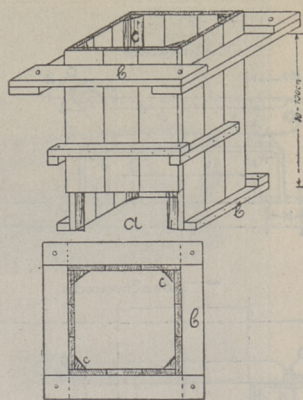
Joon. 14. Silumisabinõud.



Joon. 15.

Rakendus betoonseina ehitamiseks.

a — toed, 2" laudadest, b — rakenduslauad,
c — traat, d — pulk traadi pingutamiseks,
e — klots, f — shabloon, mis määrab seina paksuse.



Joon. 16.

Betoonsamba rakendus.

a — auk prahi väljavõtmiseks,
b — kinnitusliistud, c — nurga-
liistud.

Aluslauad tulevad võtta nii pikad, et nad edaspidi kõlbaks mustade põrandate tegemiseks. Kui aga nendega kavatsetakse kauemat aega töötada, siis oleks soovitav neid teha parajas pikkuses, päältpoolt hõõveldatud, et kivid tuleksid ka siledamad.

Tampijaks tarvitatakse ka puunuie, aga kivide päälispinda tuleb ikkagi siluda mõne õige raudlatiga; sellepärast on otstarbekohasem teha ainult üks tampija, nagu näidatud joonestusel, mis oleks ühtlasi ka päälispinna silujaks. Kõige otstarbekohasem selleks on tarvitada mõni nurk- või T raua tükk, millele vastav sang S külge needitud. Tampija alapind peab olema vähemalt 10 sm lai ja nii pikk, et üle kõikide kivide ulataks.

Kivide tegemiseks kinnitatakse press mõne kohase pukklaua pääle kruvidega kinni, nii et ta ei põruks.

2. Tsementkivi press ilma aluslauata. (Joon. 18 ja 19).

Sel pressil on põhi väljapigistatav, nõnda et kive saab pressist, seda ümberpöördes, välja pigistada ja põranda (liiva) pääle tarduma (kivinema) jätta. See press on sellepärast häa, et ei tar-

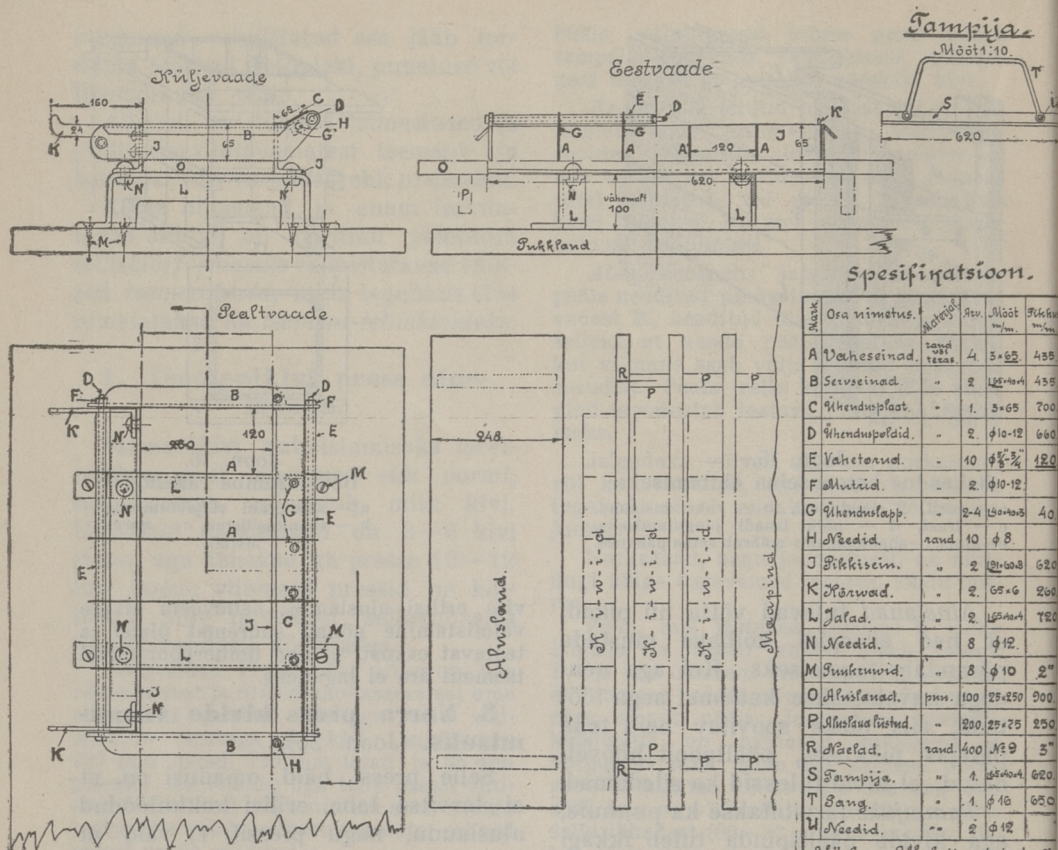
vita erilisi aluslaua; sellevastu kivide valmistamine nõuab suuremat platsi ja teatavat oskust, et nad ümberpöörämisel tsement ära ei laguneks.

3. Norra press kivide vormimiseks. (Joon. 20).

Selle pressi häid omadusi on, et ei tarvitse teha erilisi kokkulöödud aluslaua, nagu pressil 1, vaid et selleks kõlbavad igasugused IV sorti lauad, mida pärastpoole võib ka mujal tarvitada.

Press koosneb 5—6 mm raudplaatidest **b, b**, mis needitud või shveissitud nurkraudade **k, k** külge; viimased on kinnitatud **□** või Z-raudade **h, h** külge, mis on pressil aluseks ja omakorda saavad naeltega või kruvidega laua ehk pingi külge kinnitatud. Rööbiti küljelaudadele **b, b** ke- set pressi on kinnitatud plaadid **c, c** (vastavalt kivide ridade arvule), tehtud 4—5 mm rauast. Plaadid **c** ja **b, b** on ühendatud omavahel $\frac{1}{2}$ " raudpulkadega ja $\frac{3}{4}$ " torudega **g, g, g**, mis on ühtlasi aluseks laudadele **a, a**, millele pääl tambitakse kive. Lauad **a, a** on 2 sm paksud ja 120 mm*) laiad (kivi laius), nende pikkus 503 mm. Et kivid tuleksid siledamad, siis laud on kaetud 2—3 mm paksuste terasplaatidega. (Puulaudade **a, a** asemele

*) Need mõõdud on kivide jaoks $25 \times 12 \times 6,5$ sm.



See joonestus on tehtud pressi jaoks normalkiivide valmistamiseks mõõtudes: 250 x 120 x 65 mm, 5tk. korraga.

Joon. 17. Tsementkivi press.

võib ka tarvitada 6—8 mm raudplaate.) Kivide vaheraud **n** on 3—4 mm paks ja 65 mm lai (kivi paksus).

Pressi töötab järgmiselt: on põhi paigal ja küljed koos, tambitakse vormid segu täis (muldniiske segu), silutakse päält ära, avatakse otsplaadid, millelise liikumisega konksude **r**, **r** surumisel ka aluslaud ühes kividega veidi tõusevad, siis tõstetakse aluslaud **a**, **a** ühes nende pääl olevate kividega välja, pannakse kivide külje pääle (või selja pääle) mõni lihtne lauakene ja keeratakse selle pääle kivid küljeli (seliti)

kuivama. Vabanenud aluslaud pannakse jälle tagasi ja töö läheb edasi endises järjekorras.

4. Blokk-kivi press (joon. 21).

Blokk-kivide ja t. õoneskivide presse on väga mitmesugust süsteemi. Joonestusel on näidatud üks lihtsamatest pressidest, millega võib teha nii terveid kui ka poolikuid õoneskive.

5. Kaevutoru vorm (Joon. 22).

Joonestusel on näidatud raudplekist toruvorm, mis kahe kruviga



Vormid on betooni täis tambitud.

Joon. 18.

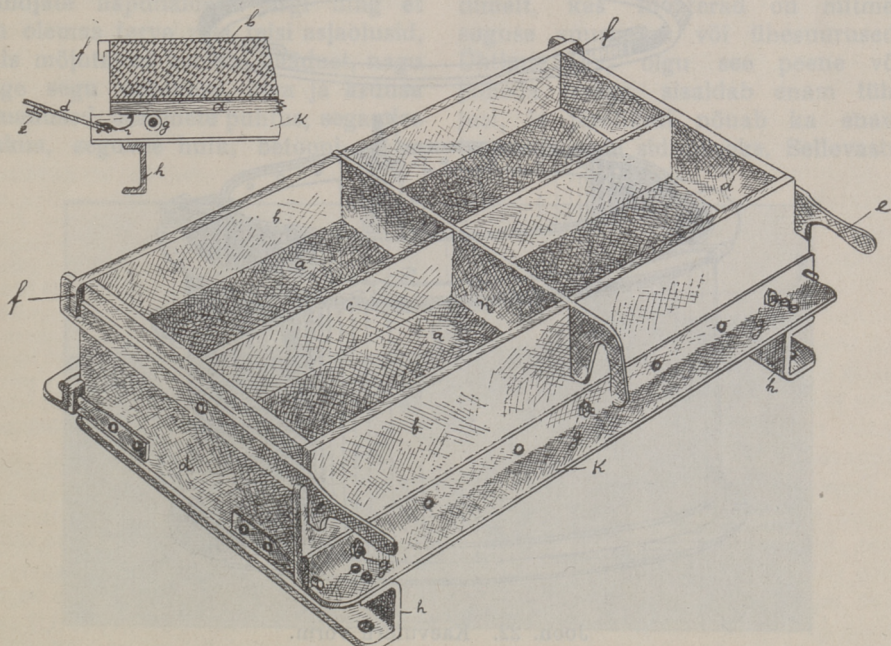


Vormitud kivid pigistatakse vormist välja.

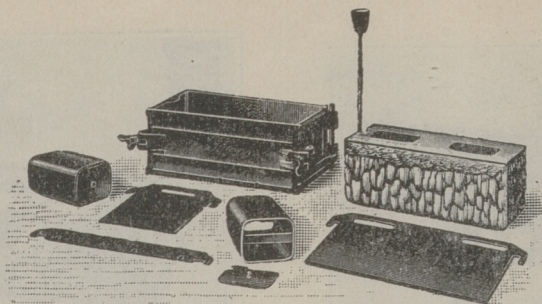
Joon. 19.

kokku käib. Tehakse ka laudadest vorme, seest plekiga ütleöödud, ehk ilma. Joon. 110 on näidatud üks niisugune puust vorm betoonitorude

valmistamiseks. Eesti tsemendisaa-
dustetööstustes valmistatavate torude
mõõdud on toodud tabelis Nr. 4
(VIII).



Joon. 20. Norra tsementkivi press.

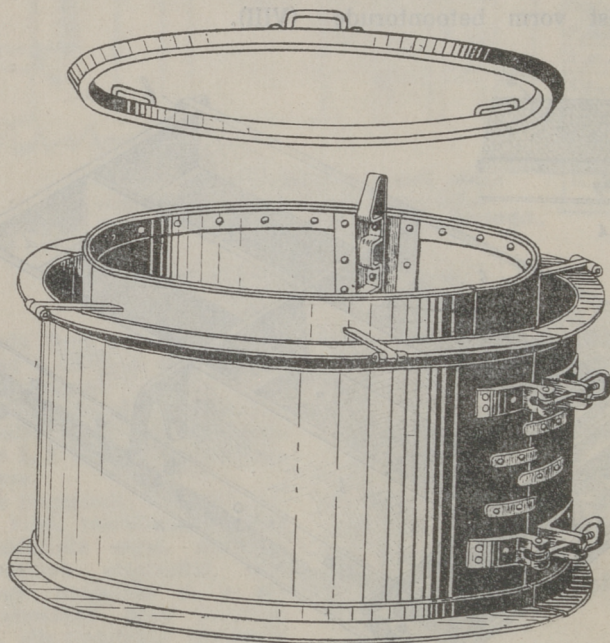


Joon. 21. Blokk-kivi press.

e) **Kaitse ja katte- vahenditest,**

mida tarvitatakse värске betooni kaitseks tuule, päikese, vihma ja külma vastu, oleks nimetada: *kinnine ruum*, kus ei oleks tõmbetuult, ning kus võib temperatuuri alaliselt üle

+2° C hoida. Sarnane ruum on tarvilik päämiselt tsement-katusekivide ja tsementtorude valmistamiseks. Lahtiste tööde juures betooni kaitseks tarvitatakse: *riideid, kotte, õlematte, sam-malt, liiva, saepuru* jne. Külmal ajal betooni osainete soojendamiseks tarvitatakse kantavaid *ahjusid*, ning pur-jeriideid värске betooni kaitseks.



Joon. 22. Kaevutoru vorm.
Päälmise rõngaga tehakse torude valts.

IV. Betooni valmistamine ja asetamine.

Hää ja veekindla betooni valmistamiseks praktikas on väljakujunenud järgmised lihtsad nõuded, mida tuleb alati silmaspidada, kui tahetakse **tugevat** ja **odavat** betoontööd saada.

Vilunud betoonitöölised oskavad juba oma kogemuste järgi valmistada hääd betooni, kuid paljud neist siiski ei ole täiesti kindlad ühes või teises võttes, ega oska endale äraseletada, miks just peab nii, aga mitte teisiti tehtama.

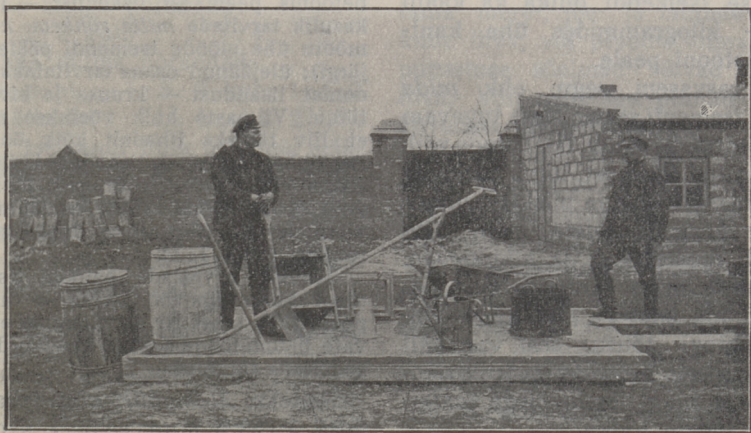
Vähevilunud betoonimeister, leides, et betoon tuli halvem kui ta lootis, veeretab harilikult süü ainuüksi tsemendi pääle, unustades, et kõigist osaaaineist tsement on ainuke, mida valmistatakse teaduslikult ja asjatundjate näpunäidete järgi ning et on olemas terve rida teisi asjaolusid, mis mõjutavad betooni hädust, nagu õige segu vahekord, liiva ja kruusa omadused, osaainete puhtus, segamise oskus, seguvee hulk, betooni asetamise

viis, õige hoolitsemine betooni eest jne.

Allpool järgnevad kokkuvõetult mõned tähtsamad näpunäited algajale betoonitöölises, ning selgitatakse lähemalt asjaolusid, mis mõjutavad betooni tugevust, veekindlust ja vastupanu kulumisele.

a) Tsemendi hulk.

Tsemendi ülesanne betoonis on täita kõiki tühje kohti liivaterakeste vahel ning üksikuid terakesi ja kivitükke kokkuliita tihedaks ja kõvaks massiks. Teatavasti, tambitud liivas tühjad kohad teevad välja $\frac{1}{5}$ kuni $\frac{1}{3}$ liiva üldmahust. See oleneb liiva terasusest, nimelt, kas liivaterad on mitmesuguse suurusega või ühesuurused. Ühtlane liiv, olgu see peene või jämeda teraga, sisaldab enam tühjusi, ja järelikult nõuab ka enam tsementi enda sidumiseks. Sellevastu



Joon. 23. Segulava, tsemendi pütt ja tööriistad betoonmassi valmistamiseks.



Joon. 24. Üks tööline valab lavale mõõdutäit liiva, teine avab tsemendi pütti.

aga liivas, kus ühevõrdselt esitatud kõiksugused terakesed, õõnsusi on kõige vähem. Sellepärast *tiheda* ehk *veekindla betooni* valmistamiseks peab tarvitama mitmekesise teraga liiva ning rasvasemat ehk tsemendirikkamat segu 1 : 1 kuni 1 : 5, vastavalt sellele, missugune on liiv ja töö.

Lahjema seguga kui 1 : 2 : 4 (mahu järgi) tihedat betooni ei saa; küll aga võib lahjemast segust valmistada betooni mitmesugusteks teisteks otstarveteks.

Suuremate betoontööde juures arvestatakse tsemendi hulka ka kaalu järgi — kilogrammides ühe kantmeetri betooni peale.

Mida rasvasem segu, ehk *mida rohkem tsementi* segus, *seda* tugevam ja *tihedam tuleb betoon*. Öre betoon võib saada rikutud külmast, laseb vett läbi ning võimaldab õhu ja niiskuse juurepääsu raudarmatuuridele, mille tõttu viimased roostetavad ja kõdunevad.

Tsemendi hulga suurendamine betoonis ei too enesega alati kaasa ehituse üldhinna tõusu, sest vastavalt võib vähendada betoon-konstruktisioonide mõõte ning ühes sellega materjalide ja tööjõu hulka.

Kui näiteks betoonsein, tehtud se-

gust 1 : 5, on ligi kaks korda vastupidavam kui segust 1 : 10, siis mõnikord on kasulikum tarvitada esimest, rasvasemat segu, kui viimast; esimene betoon ei ole mitte kaks korda kallim teisest, vaid vähem, sest et ta hinda tõstab ainult tsement, kuna töö, rakendused ja teised kulud jääksid pea endisteks.

Missuguseid segusid tarvitada, oleneb betooni otstarbest, ehitusmeistri oskusest, lisandustest jne.

Üldiselt peab tähendama, et harilikus betoonis peenikest lisandust — liiva on kasulik tarvitada *mitte rohkem kui 4–5* mõõtu ühe mõõdu tsemendi päälle (mahu järgi); ülejäänud osana tarvitatakse jämedamat lisandust — kruusa ja kivikillustikku. Viimaste hulk võetakse sarnane, et liiv täidaks tihedalt kõik õõnsused. Peenikese ja jämeda lisanduse kõige kasulikum vahekord on suuremalt jaolt piiride 1 : 1½ — 1 : 2 vahel; mõnikord tarvitatakse ka segu, kus liiva võetakse rohkem (kuni 1 : 1).

Kuidas arvestada betooni osaainet õiget hulka iga töö juures — vaata allpool (VIII, tabel Nr. 2). Tihemini ettetulevate betoontööde segude vahekordi võiks soovitada järgmisi:

Näiteks, *alusmüüri* võib teha segudest 1 : 3 : 5 kuni 1 : 5 : 7, s. o. I osa tsemendi peale 3–5 osa liiva ja



Joon. 25. Tsement on liiva pääle pandud ja töölised hakkavad segama. Enne looitakse hunniku servast liiva tsemendi pääle, et tuul seda laiali ei ajaks.

5—7 osa jämedat lisandust (kruus, kivikillustik).

Seina tsementkivid tehakse segust

1:7 kuni 1:9;

Õõneskivideks tarvitatakse segu

1:5 kuni 1:7;

Kaevutorudeks — 1:4 — 1:5;

Raudbetooni töödeks 1:2:3 kuni

1:2:4;

Katusekive tehakse segust 1:3;

Betoonpõrandaid tehakse segust:

a) ühe kihiga põrandad:

1:2:3 kuni 1:2¹/₂:4,

b) kahe kihiga põrandad:

aluskiht — 1:3:5 kuni 1:4:7

pääliskihit 1:1¹/₂ kuni 1:2¹/₂.*).

Kui tsemendi hulk betoonis määrab osalt ära selle tugevuse, peab üldiselt veel kord tähendama, et betooni häduse peale mõjub veel terve rida teisi asjaolusid, nagu osainete omadused, tööliste oskus jne.

*) Kui tabelis näidatud liiva + kruusa (killustiku) segu 1:3:5 asemele tahetakse võtta lihtsalt kruusaliiva segu 1:8, siis see ei ole õige, sest segule 1:3:5 vastab segu 1:7; Ühesõnaga, kruusaliiva peab võtma ligi 15% vähem, kui on liiva + kruusa (killustiku) segu.

b) Lisaainete omadused.

1. **Lisaainete puhtus.** Nagu ülalpool (II, b) tähendatud, liiv, kruus ja kivikillustik peavad olema võimalikult puhtad, et saavutada tsemendiga head ühinemist.

Mida vastutavam töö, seda puhtam peab olema kruusaliiv. Sellepärast peab niisugusteks töödeks tarvitama mere-, jõe- ja lahtiste liivaaukude liiva, või pesema viimast; kivi-purustuse sõelmed võivad asendada liiva, kui nad aga puhtad on ning kõvadest kivisortidest.

Segu jaoks tarvitatav vesi peab olema samuti puhas. Halb vesi takistab betooni sidumist, nõrgendab ta tugevust ja tekitab pragusid.

2. **Lisaainete kõvadus,** nagu selektatud (II, b, c, d), on erilise tähtsusega sääl, kus betoonilt nõutakse tugevust ja vastupidavust kulumisele (sambad, põrandad, trepid, betoonteed).

3. **Kruusaliiva terasus** s. o. terade vorm ja nende koosseis mõõdude järgi mängivad väga tähtsat osa hää



Joon. 26. Kaks töolist segavad labidatega, kolmas raudrehaga.

betooni valmistamisel, nagu ülalpool seletatud (II, b). Vastutusriikka töö juures liiv olgu *teravakandiline*: see annab teradele suurema välispinna ning parema haaramisvõime tsemendiga. Selles suhtes on soovitatav jämeda lisaainena tarvitada kivikillustikku, mitte kruusa, sest viimane on harilikult ümariku teraga ning pealegi pahatihti savine.

Liiv olgu mitmekesise terasusega (terasuurusega) ja nimelt nii, et terade hulk suuruse järgi oleks teatavat viisi astendatud. (II, b).

Liiv ühesuguse teraga, nagu *peenike liiv*, ei anna kunagi nõnda hääd betooni, kui hästi sõelutud ja astendatud liiv, olgu vast siis, kui tsementi tarvitatakse palju rohkem, mis aga kulukas. Katsed, mis tehtud teaduslikkudes laboratooriumites mitmesuguste katsekehadega, valmistatud eeskujulikust, sõelutud liivast üheltpoolt ja harilikust peenikesest liivast teiselt poolt, näitavad, et ühesuguse tsemendihulga tarvitamise juures viimased on kuni 3 korda nõrgemad, kui häast liivast valmistatud kehad.

Järelikult sääli, kus ei ole saada hääd liiva mitmekesise teraga, või

juhul, kui liiv ei sisalda tarvilisel määral üht või teist liivasorti, liiva tuleb vastavalt sõeluda ja segada, või siis segus tarvitada palju rohkem tsementi.

c) *Betoonmassi valmistamine*

sünnib vastaval veekindlal *alusel*, ja tööriistadega, mida lähemalt kirjeldatud ülemalpool (III, a, b) ning mis kujutatud pildil 23.

Kõigepäält *segatakse liiv* kuivalt tsemendiga. Selleks laotatakse lavale mõõduriistaga mõõdetud (Joon. 24) teatav hulk liiva ja aetakse tasaseks hunnikuks. Selle päale valatakse nüüd mõõdutäis tsementi ja aetakse ühepaksuselt liiva pääl laiali.

Nüüd kaks töolist, seistes teine teise vastas lava se-*val*, hakkavad labidatega segama tsementi ja liiva (Joon. 25); selleks, hakates päale hunniku ühest otsast, liigutakse hunniku teise otsa poole, tõstes ühekorraga labidate viisi segu ja raputades seda pool meetrit eemale, kuni kõik hunnik on läbi; siis silitatakse rehaga hun-



Joon. 27. Kuiva segu pääle pannakse killustikku.

nik siledamaks ja hakatakse teisest otsast tagasi liikuma, tõstes ja siputades segu; seda operatsiooni tehakse seni (vähemalt 3—4 korda) kui saadakse värvi poolest *täitsa ühetaoline mass* (Joon. 26). Hästi ühetaoline segu saadakse siis, kui seda veel kord läbi 1 sm aukudega raudsõela loopida.

Mida põhjalikumalt segada, seda parem tuleb betoon.

Nüüd aetakse mass veidi laiali ja pannakse ta pääle, keskele, tarvilik hulk killustikku, või kruusa, kui esimest ei ole saadaval. (Joon. 27). Kui killustik ei olnud just enne seda pestud, siis kastekannust pritsitakse kivid veidi niiskeks, et tsement paremini kinni haaraks killustiku pinnast. Siis jätkatakse massi segamist, ühtlasi *vett kastekannuga* juure lisades (Joon. 28). Vee juurelisamine kastekannuga on eelistatav igasugusest teisest viisist, sest et sel moel mass saab ühetaolisemalt läbi niisutatud, ning vesi ei pese tsementi välja, nagu see sünnib sääli, kuhu vett suuremal hulgal valatakse.

Pehme betoonmassi valmistamise juures toimetatakse veega ka nii, et

pärast seda, kui tsement ja lisaained on läbiseatud, tehakse segusse kraav, kuhu valatakse teatav hulk vett, siis loobitakse ümberringi kuiva segu vette ja pärastpoole põhjalikult segatakse massi, seni kui ta täitsa ühetaoline on; selle töötamise viisiga muldniiske konsistentsi juures ei saa ühesugust massi, vaid mõni koht tuleb märjem, teine jälle kuivem, mille tagajärjel betoon võib tulla kohati rabe. Ühetaolise muldniiske massi saamiseks on soovitatav niisket segu ka üks kord läbi raudsõela loopida.

Pärast seda kõik mass tuleb korralikult hunnikusse ajada (Joon. 29) ning kuivadel ilmadel *niiskete kottidega kinni katta*, seni kui tarvitusele läheb, et vesi ära ei auraks ja et kogu mass tõmbuks ühetaoliseks niiskuse suhtes, kuid tuleb arvesse võtta, et betoonmass peab ühe tunni jooksul paigale pandama.

Betoonmassi konsistents, vastavalt segusse lisatud veehulgale, võib olla kolme liiki:

1) *Muldniiske betoon* — kui peotäit kuuliks vormimisel peopesa veidi märjaks saab või kui kelluga



Joon. 28. Kaks töolist segavad käsitsi, kolmas pritsib vett kastekannust.

kõvasti lüües massi pälispind veidi läikima ehk niiskeks tõmbub.

Muldniisket betooni, kohale asetades, tuleb põhjalikult tampida, seni kui pälispinnas vesihigistus ilmub.

Muldniiskest massist saab kõige tugevamat ja tihedamat betooni.

2) *Pehme ehk plastiline mass* sisaldab rohkem vett; ta on pehme pudru sarnane. Pehmet massi tarvitatakse eriti raudbetoon-tööde juures ja sääal, kus on tarvis valmistada kitsast betoonikihti ning kus ei saa hästi tampida vaid võib ainult sorkida betooni, siis ka igalpool, kus tahetakse kergema vaevaga ja ruttu tööd valmis teha.

Pehme betooni tarvitamisel tuleb panna segusse enam tsementi (vähemalt 1 : 6).

3) *Vedel ehk valamisbetoon* sisaldab nii palju vett, et ta vedela pudruna voolab; vett ei tohi liig palju panna, et tsement ei eralduks (segregeeruks) lisandustest. Vedelat betooni tarvitatakse aukude valamiseks ja suuremate tööde juures, kus täitmine läheb vahetpidamata ja kus ei ole võimalik tampida. Vedelbetoon nõuab enam tsementi segus, et kül-

laldast tugevust saada (segu vähemalt 1 : 4).

Veehulk segus mõjutab väga suurel määral betooni tugevust, tihedust ja vastupidavust. Laialdased uurimused, katsed ja tegelikud ehitused näitavad, et teatava hulga tsemendi juures kõige tugevamat betooni saadakse muldniiskest massist. Vee juurelisamisega langeb betooni tugevus ja hästi ruttu. (Vaata joon. 30).

Järelikult, kõikjal, kus aga on võimalik, tuleb tarvitada muldniisket betooni massi, sest sellest saab hoolsa töö juures kõige tihedamat ja tugevamat betooni. Ühe sõnaga: mida vähem vett segusse — seda kõvem võib olla betoon. See ei tähenda aga, et vett võib üsna vähe lisada; ei, tsemendi kivinemiseks on tarvis tingimata teatav hulk vett (ligi $\frac{1}{3}$ tsemendi kaalust), ja kui lisatakse vähem vett segu hulka, siis tuleb juba rabe betoon.

Segusse lisatav veehulk ripub ära lisainete hulgast, nende niiskusest, liiva peensusest, kivikillustikust, töö iseloomust ja ilmastikust; kuiva ja tuulise ilmaga tuleb enam vett panna.



Joon. 29. Segu on valmis tehtud ja hunnikusse aetud.

Et lisaained imevad osa vett endasse siis, mida enam liiva ja kilustikku, seda enam tuleb lisada vett. Samuti, mida peenem liiv, seda enam tarvis vett lisada. On liiv niiske, siis muldniiske massi saamiseks tarvis lisada võrdlemisi vähe vett, üldse aga liig niiskete kui ka külmanud osainetega või jäätunud liivaga ei tohi töötada, sest et niisket liiva on raskem tsemendiga segada, aga külm takistab tsemendi tardumist ja kivi-nemist ning teiselt poolt niiskuse hulk lumises ehk jäätanud liivas võib olla isegi suurem, kui segule lubatav, rääkimata sellest, et külmadest osainetest tehtud betoon ei kivi-ne enne, kui soojust küllaldaselt saab.

Veehulk segus ripub ära ka betoonitöö iseloomust. Sääl, kus võib tampida, nagu kivide valmistamisel, põrandate ja teede tegemisel, vundamentide ja keldriseinte juures, tuleb tarvitada massi vähema veelisandusega ehk muldniisket massi. Raudbetoon-tööde juures, kus tampimine raskendatud, tuleb tarvitada pehmet massi, mis tihedalt ümbritseks raudarmatuuri ja täidaks kõik nurgad

ning kohad. Samuti ka vähema tähtsusega tööde juures võib tarvitada pehmet massi, sest selle asetamine on kergem.

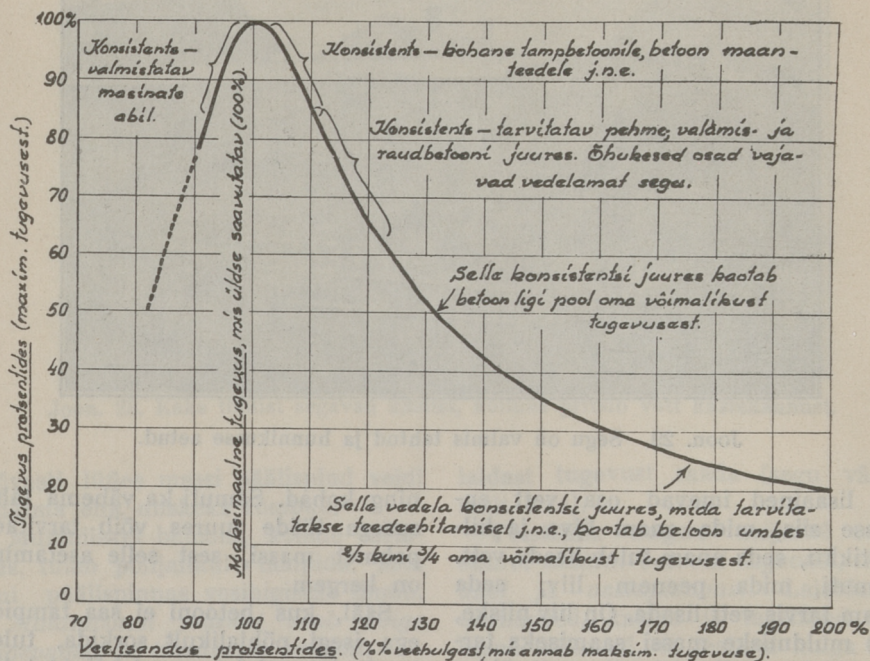
Sääl, kus betooni ei saa tampida ega isegi põhjalikult sorkida, tuleb tarvitada vedelat massi. Kuid tuleb meeles pidada, et mida enam vett segus, seda rasvasem peab olema segu, s. o. seda enam tuleb panna tsementi, seda kallim tuleb töö. Teiselt poolt ka, betoon, tehtud liig niiskest segust, võib hakata pragunema.

d) Betoonmassi kohale asetamine ja betooni tampimine,

mis päämiselt ripub ära töölise oskusest, mängivad väga suurt osa hää ja veekindla betooni valmistamisel. See on eriti tähtis muldniiske ehk tampbetooni juures. Sellepärast siin on tarvis tähele panna järgmist:

1) Betoonmassi *transporteerimisel* (kärutamisel) tuleb hoiduda, et üksikud osained ei eralduks; on eral-

Veelilanduse suuruse mõju betooni survetugevusele.



Joon. 30.

dumine (segregeerumine) siiski aset võtnud, siis tarvis massi uuesti segada, enne kinnitampimist.

2) Betoonmassi tuleb kohale asetada madalate kihtidena, mis 10—15 sm paksud, sest mida paksem kiht, seda raskem on teda läbilüüa ja tihedaks tampida, ning ümberpöördukt.

3) Betoonmassi tarvis hästi põhjalikult tampida, kui tahetakse saada hästi tihedat ja vastupidavat betooni. Tampimine asetab liivaterakesed üksteisele lähemale ja eemaldab tühjused massist, mille tõttu betooni pälispind tuleb kõva, sile ja nägus. Mõnes tööstuses tarvitatakse raputamise klappimismeetodit tiheda betooni saavutamiseks.

Muldniisket massi tuleb tampida

seni, kuni betooni pälispinnale ilmub higistusvesi ehk „tsemendipiim“, mida põrandate juures soovitatakse ettevaatlikult ära pühkida, et kõvem pind tuleks.

Pehmet betoonmassi ei saa suuremalt tampida, sest et betooni pinnale peagi ilmub vesi. Et eemaldada tühjusi sarnasest betoonist, massi tarvis põhjalikult sorkida raudlabidatega; eriti on tarvis seda teha rakenduste pindade juures, mis selle sorkimise tagajärjel tulevad hästi siledad ja nägusad, sest sorkimisega saavad suuremad kivid betooni pinna juurest sissepoole pigistatud.

Sääl, kus on lohakalt sorgitud või tambitud, betooni pind, pääle rakenduste eemaldamist, tuleb äär-

miselt aukline, augud ulatuvad isegi raudarmatuurini, ja viimane võib kergesti roostetuda, mis võib kogu ehitusele hädaohtlikuks saada. Et sarnasest hädaohust pääseda, tulevad augud kinni määrada tsementseguga 1 : 2, või suuremate tööde juures tarvitada *priitsbetooni* aukude kinnitegemiseks, mis aga kulukas.

4) Üksikuid *betooni kihte peab ühendama* teatava oskusega, et ühenduskohad oleksid tihedad, veekindlad ja tugevad. Selleks toimitakse järgmiselt: paigale tambitud eelmise kihi pällispind tehakse koredaks labidaga või lüüakse raudkangiga rida auke sisse; siis järgmine kiht, mida peab aga peatselt asetama ja põhjalikult kinni tampima, seob end hästi alumise kihiga, moodustades ühise, tugeva ja veekindla betooni.

5) *Kõik valmistehtud mass peab paigale pandama sooja ilmaga 1 tunni jooksul ja jaheda ilmaga 2 tunni jooksul* pärast vee juurelisamist segule, sest et pärast seda aega tsement hakkab tarduma, ja tarduma läinud tsement või mass ei kõlba enam betooni valmistamiseks; see tuleb lihtsalt kõrvale heita.

Vastutusrikaste tööde juures (nagu põrandad, trepid, veepaagid, silotorid, torud) tarvis jälgida, et päälmine kiht saaks alumise betoonikihi päälle pandud enne, kui viimane on hakanud tarduma, sest vastasel korral võib päälmise kihi tampimisega alumist kihti lahti raputada. On aga alumine kiht juba tarduma lõonud, siis tarvis teda hästi ettevalmistada järgmise kihiga ühendamiseks, ning ühendamise oodata seni, kui ta on täiesti kivilinenud.

6) *Kivilinenud aluskiht tuleb ühendada päälmisega* järgmiselt: aluskihi pällispind enne hästi krobeldamiseks ja aukliseks teha, või tema sisse pikerugused kivikillud poolestsaadik pista (muidugi enne ta tardumist); enne

uue kihi panemist tuleb pind hästi ärapuhastada tolmust, niisutada märjaks, katta paksu tsemendiplimaga või tsementseguga 1 : 1 0,5—1 sm pakuselt, ja alles selle päale panna järgmine betoonmassi kiht, mis tuleb põhjalikult kinni tampida. Edasi läheb töö nagu ülalpool pp. 2, 3, 4 ja 5 seletatud.

Seesama põhimõte on maksev ka *aukude ja pragude parandamisel* betooni sees. Siin tuleks aga veel silmas pidada seda, et augu servad tarvis hästi ära täkkida, ja kui parandamiseks tarvitatakse pehmet massi, mis kuivamisel võib veidi kokku tõmbuda, siis, pragude ärahoidmiseks, tuleks veel teine kord tampida, või hõõruda $\frac{1}{2}$ —1 tunni pärast peale esimest tampimist, kuid igatahes enne massi tardumise algust.

7) *Rakendused* peab enne betoonimist hästi prügist ärapuhastatama. Raudvorme tarvis veidi õlitada, et betoon külge ei hakaks. Lauad, etnad ei imeks betoonist niiskust ja sellega ei vähendaks tsemendile ta kivilinemiseks tarvisminevat veehulka ega ise ei paisuks selletõttu, tulevad aegsasti, enne betoonimist, niiskeks kasta.

Muuseas betoonkivide aluslauad, kui neid ei kasteta enne kivide valmistamist, võivad paisuda niiskusest kivide all ning kive lõhestada. Sellepärast aluslaudu tuleb niisutada aegsasti enne kivide tegemist.

Rakendusi ei tohi enne lahti võtta, kui betoon on hästi kõvenenud. Vähema tähtsusega tööde juures võib rakendusi (külje rakmeid) ära võtta 3—4 päeva pärast, aga vastutusrikaste tööde juures tuleb neid pidada vähemalt 3 nädalat, eeldusel, et ilmad olid soojad ja betoon sai hästi kivilineda. Rakenduste mahavõtmine peab sündima ettevaatlikult, ilma põrutamiseta, mis võiks betooni vigastada.

d) Hoolitsemine värskel betoonil eest.

Betoonmassi paigale panemisega ja tampimisega ei ole veel lõppenud kõik töö, vaid edaspidi tuleb veel mõni päev hoolitseda betooni eest, et ta korralikult kõveneks. Teatavasti *tsemendi kõvenemise protsess sünnib ainult vee ja soojuste mõju all ning rahulikus seisukorras.*

Selletõttu tarvis võtta kõik abinõud käsile, et *hoida betooni rahus ning soe ja niiske.* Värskel betoonil peal ei tohi käia, sest see rikub ta pinda ja takistab ta kõvenemist; sellepärast värsket betooni ümbritsetakse laudadega, traataiaga või kaitsevõrguga, et kogemata keegi ta peäle ei tuleks.

Värskel betoonil tuleb kaitsta ilmastiku mõju eest; päike ja tuul võivad betooni pöölpinnast niiskust väga ruttu

väljaaurutada, mille tõttu betoon tuleb rabe.

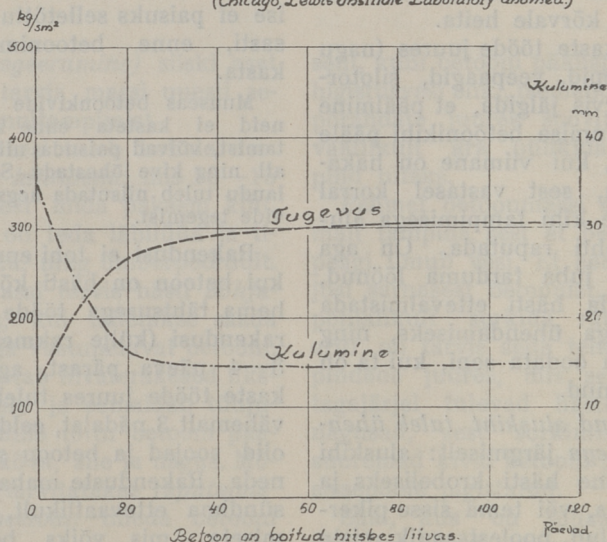
Sellepärast kaitstakse betooni niiskete kottidega, õlemattidega, samb laga, saepuruga, liivaga ning hoitakse need katted alaliselt märjad, kastes neid igapäev veega. Betoonpõrandatele on soovitatav riideid peäle panna kohe pärast põranda valmistaamist, või kui põrandat tehakse kinnises ruumis, siis ruumi ukseid ja aknad alaliselt kinni hoida, siis värskel betoon ei kuiva nii ruttu.

Kui kaua tarvis kasta betooni, ripub ära selle otstarbest: vundamente tuleks kasta 3—7 päeva, seinakive 7—12 päeva, katusekive 10—15 päeva, treppe ja põrandaid 15—20 päeva.

Üldse, mida vastutusrikkam on töö ehk konstruktsioon, seda kauem tuleb betooni hoida niiskena, ja seda tugevam see tuleb. Katsed ja uurimised

Niisutamise mõju betooni tugevusele ja kulumisele.

(Chicago, Lewis Institute Laboratory and med.)



näitavad, et *betooni tugevus ja vastupidavus kulumisele tõuseb kahekordseks, kui betooni hoida niiskena 3 nädalat*, kolme päeva asemel. (Joon. 31). Betooni ei tohi aga mitte kasta enne, kui ta on tardunud, vastasel korral võib veega tsementi välja uhtuda.

Kuna betoon esialgu on võrdlemisi nõrk ning võib minna rabedaks keemiliste mõjude all, siis esimesed 3—4 nädalat *tarvis hoida, et betoonile ei satuks orgaanilisi happeid, rabavett, piima, orgaanilisi õlisid ja rasvu*, mis enamjagu võivad teha betooni rabedaks. (VI).

Kuidas kaitsta betooni mitmesuguste lagundavate hapete ja ainete vastu, sellest lähemalt allpool (VI).

Külm takistab betooni kõvenemist; veerikaste masside juures külm võib töö täitsa ära rikkuda; kui segu-

vesi muutub jääks, lõhestab ta betooni.

Katsed on näidanud, et betoon tarvitab $+4^{\circ}\text{C}$ juures *neli korda* rohkem aega teatud tugevuse saavutamiseks, kui sama betoon $+10^{\circ}\text{C}$ juures, ja *ühiks korda* rohkem aega kui $+21^{\circ}\text{C}$ juures.

Harilikult külmal ajal ei tehta betoonitöid. On aga oodata külma, või tarvis betoonida külmal ajal, siis tuleb võtta vastavad kaitseabinõud tarvitusele: soojendada lisaineid, kütta ruume, katta betooni riietega ja õlemattidega. Muldniiskele betoonile, kui seda mitte puudutada ega põrutada, püsiv külm ei tee halba; tsement aga ei kivine külmaga. Kevadised öökülmad mõjuvad halvasti värsketele betoonile.

Igatahes on soovitav meie oludes *hoiduda betoonitöödest külmal ajal*, või tarbekorral pöörduda vastavate kogemustega asjatundjate poole.



Joon. 31-a. Betoonkividest kauplus ja elumaja Tartus.

V. Mitmesugused betoonitööd.

a) Vundamendi ehitamisest.

Hoone seinad peavad olema asetatud kindlale alusele ja vundamendile, mis ei vaju ega tõuse. On vundament ehitatud nõrgale maapinnale või halvasti tehtud, või mitte küllalt sügavale asetatud, siis tekib vundamendi vajumine ja selle tagajärjel *praod seintes*, mis teinekord võivad väga hädaohtlikuks saada. Eriti savist seintel pahatihti tekivad praod nurkadesse, mille tagajärjel juba mitmed saviehitused on kokku varisenud, ning isegi elanikke enda alla matnud.

Vundamendid, nagu neid maal suuremaltjaolt ehitatakse kividest, ilma sidosõrguta ja madalale asetatuna, vaevast sobivad palkseintele, ei kõlba aga üldse savi- ega kivehitustele, vaid neile tulevad ehitada vundamendid vastavalt sellekohastele ehitustehnilistele nõuetele.

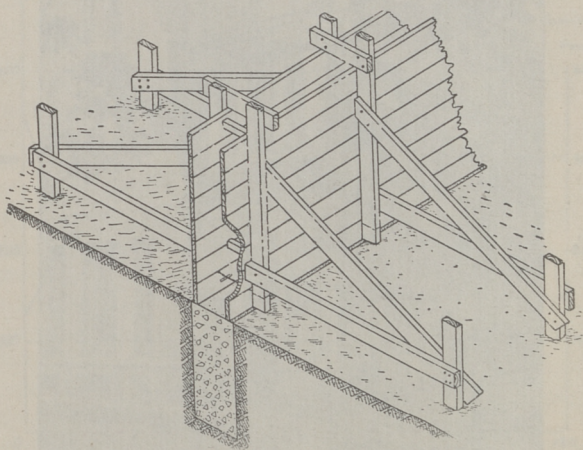
1. Et hoone ei võiks vajuda, **vun-**

dament asetatakse kindla maakihi peäle.

Kivi, kõva savikiht või tihe ja küllalt paks liiva- ja kruusasavikihist põhi kindlustab vundamendi stabiilsuse.

2. Vundament asetatakse alla- poole külmamissügavust. Teata- vasti meie kliima juures maapind külmab kuni 1,5 meetri sügavuseni, kusjuures see külmanud maakiht, kui ta sisaldab vett, paisub üles ning kergitab temal olevaid ehitusi. Kuna maakiht ei ole alati ühesugune ning harilikult maja keskkohal on enam kaitsitud külma vastu kui nurkade all, siis ehitused, millede vundamendid pole küllalt sügavalt asetatud, kerkivad päämiselt nurkade kohalt, mille tõttu ilmuvad ka sein- tesse praod.

Sellepärast on tarvis asetada hoo- ne vundament pinnale, mis kunagi ei külma, s. o. vähemalt 1,5 m sügavusele. Kuival liivakihil võib vun-



Joon. 32. Vundamendikraav on betooni täis valatud. Rakenduste vahele vundamendi peäle valatakse sokkel.

damenti asetada ka kõrgemale kui ülaltähendatud 1,5 m. Vundament ei tohi olla tihedalt ühendatud teda ümbritseva maakihiga (eriti halb on savi), mis külmades võiks vundamenti kaasa haarata ja seda kergitada, vaatamata sellele, kui sügavale see on asetatud. Sellepärast vundamenti soovitatakse ümbritseda kobeda maakihiga või kruusaliivaga, millel sarnast haaramise võimet ei ole.

3. Vundamente ehitatakse kas raud- või paekivist, sideseguga, või **tsementbetoonist**; kokkuhoiu mõttes viimasesse võib ka panna suuremaid kive, eeldusel, et nad on puhtad.

Kõigist ehitusmaterjalidest betoon on üks kohasematest ainetest vundamenti ehitamiseks; betoonist vundament ja sokkel tulevad tugevad, nägusad ja odavad.

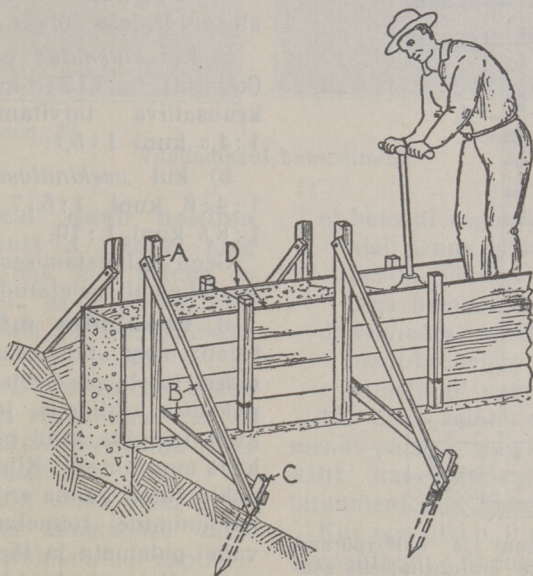
On vundamenti kraavi kaldaid moodustavad maakihid küllalt tihedad või mittepuudevad, siis ei tarvitse teha

rakendusi maaaluse vundamenti osa betoonimiseks, vaid *betooni võib asetada otse vundamendikraavi*. (Vaata joon. 32).

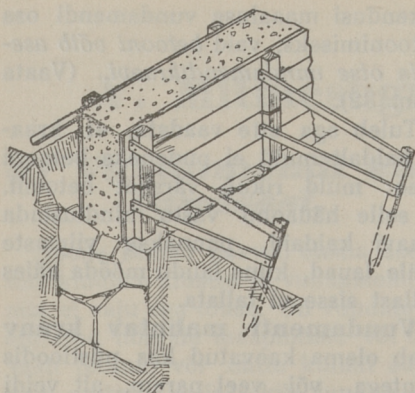
Tuleb aga ette vaadata, et kraavi kaldalt muld ei pudeneks betooni sisse: muld rikub värsket betooni. Et selle hädaohu vastu kindlustada kraavi kaldaid, pannakse viimaste päälle lauad, kuna laudu mööda käies kallast sisse ei tallata.

Vundamenti mahutav kraav peab olema kaevatud kas püstloodis seintega, või veel parem, alt veidi laiem kui päält, — et maa, külma-des ja tõustes, ei haaraks vundamenti kaasa, ning säääl, kus maapõhi on pehme, vundamenti alusosa ehk **padi** saaks laiem. Kuna sarnase, päält kitsama, alusmüüri betoonimine on veidi raske, siis harilikult betoonitakse vundamenti padi täisnurgeseliselt. (Joon. 33, 36).

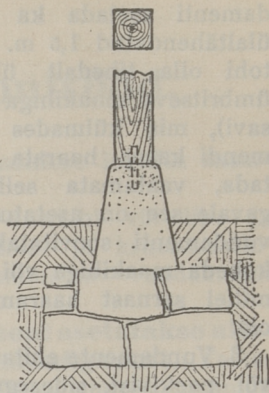
4. Kui maapind on pehme ja pude, siis **maaalune vundamenti osa tuleb betoonida laudrakenduste**



Joon. 33. Vundamenti betoonimine.



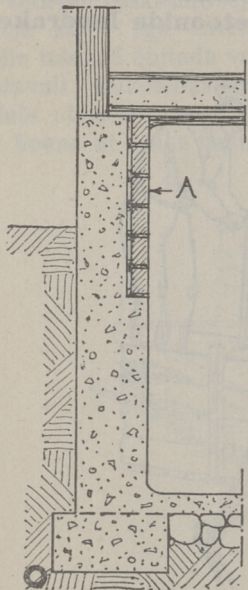
Joon. 34. Vundament põllukivist, sokkel — betoonist.



Joon. 35. Vundament ja sokkel puuseina alla.

vahele, nagu tehakse vundamendi maapääline osa ehk **sokkel**. (Joon. 32, 33, 34).

5. **Keldriseinad** ülalpool külmissügavust tehakse õhuvahega, et külm ei pääseks keldrisse. Keldri-



Joon. 36. Vundament ja keldripõrand betoonist. Põhjavee ärajuhtimiseks asetatud kuivatusetoru. A — telliskivi-vooder, mis vundamendist eraldatud õhuvahega.

seinu saab ehitada kas massiivbetoonist, või betoonkividest, mõlemad õhuvahega (Joon. 36, 56, 62).

6. **Õhuaukude** moodustamiseks pannakse rakenduslaudade vahele põiki vundamenti koonusesarnased 15—20 sm puuprundid, mis paari nädala pärast välja lüüakse.

7. **Seguna**, mida tarvitatakse alusmüürideks, oleks soovitada:

a) kui **alusmüür** peab olema **tihe** (keldrid) — 1:2:3 kuni 1:2:4, või kruusaliiva tarvitamisel vastavalt 1:4,3 kuni 1:5,1;

b) kui **veekindlust ei nõuta** — 1:4:6 kuni 1:5:7, või vastavalt 1:8,5 kuni 1:10.

Segu valmistamisest ja asetamisest on lähemalt seletatud ülalpool (IV).

8. **Veekindla müüri** ehitamisel tuleb mass teha muldniiske; seda massi tuleb siis asetada 10—12 sm paksuste kihtidena ja hästi põhjalikult tampida kuni päälispinna niiskeks muutmiseni. Kihtide ühendamise päale tuleb panna erilist rõhku: kõik betoonimine toimetada võimalikult vahet pidamata ja lõpetada ühe päevaga. Rakenduslaudad peab enne betoonimist märjaks kastma, et nad ei

imeks endasse betoonile tarvisminevat vett.

Hariliku alusmüüri ehitamisel segu võib olla veidi *niiskem*, et kergem oleks sellega töötada; sileda välispinna saamiseks betooni tuleb raudlabidatega rakenduspindade juures sorkida, et jämedaid kivitükke massi sisse pigistada.

Liig lahja betooni tarvitamisel, tiheda pinna saavutamiseks, on tarvis segu tugevasti *loopida* vastu *rakendusi*, ning viimaseid *kloppida*.

9. **Vundamendi päälispind** tehakse vesiloodis ja kaetakse 2 sm paksuses hästi rasvase tsementseguga (1:1 või 1:2), millele veekindluse saavutamiseks on soovitatav juure lisada tihedusainet (Biber-F, Tricosal).



Joon. 37.

Vundamendi betoonimine.

10. **Rakendusi peab hoidma paigal vähemalt 3 päeva** ning alles siis ära võtma, kui betoon on hästi kõvenenud. Kõvenemine võib viibida külma ilma või huumusrikka liiva tarvitamise tõttu (vaata IV, c).

11. Betooni **niisutamine** tõstab selle tugevust ja veekindlust. Sellepärast keldri müüre tarvis niisutada vähemalt 2 nädalat.

Et betoon-keldri seina teha **veekindlaks**, oleks nimetamise väärt päälle üldiste ülalnimetatud näpunäidete kõva ja tiheda betooni valmistamiseks veel järgmised erilised abinõud:

- a) müür väljast- ja seestpoolt *krohvida tsementseguga*, tarvitades 1 osa tsemendi päälle 2—3 osa liiva ning seguveena lubjavedelikku;
- b) müür võõbata *bituumeniga* või sellesarnase isolatsioonainega (Külas, Gabrit);



Joon. 38.

- c) betooni segusse müüri tegemise ajal panna patentvedelikke (Biber-F, Sika ja t.), mis aitavad teha betooni veekindlaks;

- d) *krohvida* müüri seestpoolt tsement-krohviga, millesse lisatud nimetatud patentaineid.

12. Enne seinte ehitamist vundamendi päälle pannakse **isolatsioonkiht** kas asfaltemulsiooni (Külas), bituumenit või lihtsalt tõrva.

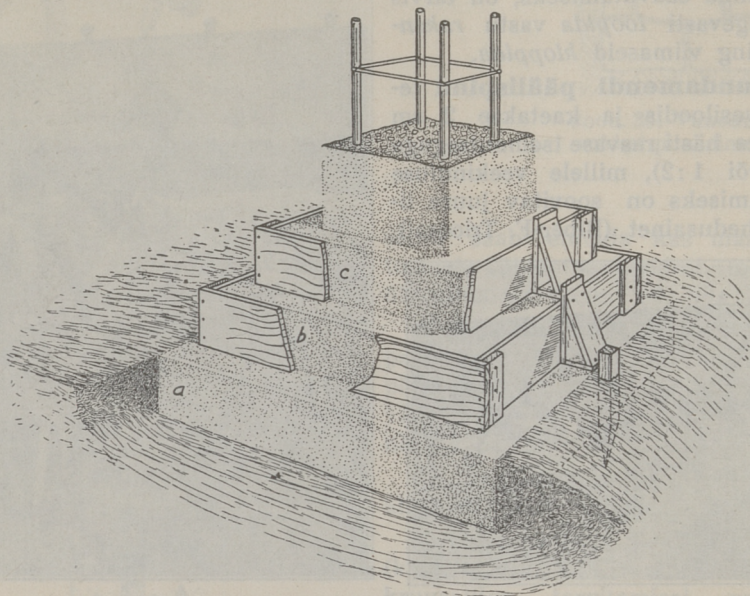
Kui aga ülal p. 9 nimetatud rasvast tsementsegu tihedusainega vundamendi päälle ei pandud, siis nüüd tuleks selle asemele panna tõrvapappi.

Vähema tähtsusega ehitustel isolatsioonikiht võib olla ka *tõrvapapp*. Selle alune müüri pälispind peab olema tasandatud seguga. Papp pannakse kas ühe- või kahekordselt ning tõrvatakse müüri pääl.

Isolatsioonikihti ei ole alati otstarbekohane asetada vundamendi pääle, vaid teinekord tuleb seda panna madalamale, sest *isolatsioonikiht peab*

14. Et põrand ja talad ei läheks mädnema, *põrandaalus* peab saama *hästi ventileeritud*; selleks, pääle p. 6 tähendatud õhuaukude, on soovitatav teha põrandaalusele ruumile ühendus korstnaga.

Kui põrandatalad asetatakse ilma õhuvaheta, otsekohe maapinna pääle, siis põranda alt tarvis kõrvaldada mustmuld, selle asemele panna *kuiva liiva, kruusa* ja *põlevkivituhka*, ka kuiv turbamuld on häa; tähtis on, et *maaniiskus ei pääseks põranda osade ligi*.



Joon. 39. Raudbetoon-samba aluse betoonimine.

alati olema allpool põrandat või keldrilage, et viimased oleksid kuivad.

Isolatsioonikiht ei lase põhjaveel tõusta seintesse ning sellega kaitseb maja niiskuse vastu (vaata VII).

13. **Vihmavee** müürist eemale hoidmiseks tehakse maapind hoone ümber kallakusega hoonest eemale. Seinaäär tuleb teha veekindlaks kas kiviprügitsuga, asfalteerides või betoonides, või munakividega hästi sillutades.

Tarvis valvata, et vesi ajajooksul ei pääseks valmishoonel vundamenti õõnestama.

Vundamendi ümbrusest põhjavee ärahoidmiseks pannakse kuivatus- ehk *draaazhtorud*, nagu näidatud joonistel 36 ja 56.

b) Tsement- ja betoonkivide valmistamine.

Tsementbetoon on eriti soodne materjal mitmesuguste kunstkivide valmistamiseks, sest ta võimaldab kerge vaevaga, lihtsate abinõudega ja odavalt valmistada mitmesuguses vormis ning soovitavas kõvaduses kive, mis kõlbavad seinte, karniiside, korstnate, aiaplankude ja t. ehituste jaoks.

Tsement- ja betoonkividest tarvatakse meil kõige rohkem **tellis- ja kuuliskivi** ja mitmesuguseid **õõneskive**.

Harilikus elus nimetatakse *tsementkivideks* neid, mis on tehtud tsementist ja liivast, ning *betoonkivideks* neid, mille valmistamiseks ka jämedat lisandust tarvitatud.

A. Tsementkivid.

1. Nende valmistamiseks *tarvisminevad lisaained* peavad vastama ülaltoodud tehnilistele nõuetele (II, b, c, d).

Liiv võetagu hästi sõre, nagu näidatud joon. 10; liiva puhtuse pääle pandagu rõhku.

Kui tarvitatakse ka **killustikku** või **kruusa**, või ainult **kruusaliiva**, siis nende kõige suuremad tükikesed ei tohi ületada 20 mm; (sõelumiseks kõlbab sõel aukudega 20 kuni 25 mm).

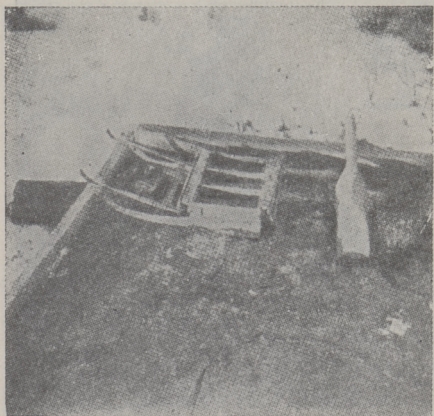
2. **Segu** tehakse vastavalt kivide otstarbele, töölise oskusele ja lisaainete hädusele, alates 1:5, ehk 1:2,3:3,4 kuni 1:9, ehk 1:4,5:6. Tihedamate ja tugevamate kivide tarvis võetagu rasvasem segu. Samuti ka algaja tööline tarvitagu alguses segu 1:5 — 1:6, ning vähehaaval mingi üle tsemendivaesemate segude pääle — siis juhtub vähem äpardusi.

3. Segu **konsistents** on soovitav teha *muldniiske*, s. o. vähema vee lisandusega; sarnasest segust saab tugevamaid kive, ning nad tulevad puhtamalt vormist välja, kuna märjemast segust tehtud kivid kleepuvad vormi külge, ei ole vormist väljavõtmisel nõnda tugevad ning lagunevad tihti sellejuures.

4. Segu valmistamisel ja *kivide tampimisel* tuleb täpselt käsitada ülalpool toodud näpunäiteid. Tugevate ja tihedate kivide saavuta-



1.



2.



3.

Joon. 40.

1. Tsementkivide press „Nop sa“. Mees hoiab käes hingedel liikuvat vormi põhja.
2. Vormi põhi on vormisse lastud; vorm on valmis täitmiseks; kõrval on tampimise nui.
3. Vorm on seguga täidetud, ja mees hakkab nuiaga segu kinni tampima.

1.



2.



3.



miseks on tarvis neid hästi tugevasti tampida ja päälispind tihedaks lihvida. See on eriti tähtis välisseina kivide kohta. Joon. 40—43 on toodud pildid tsementkivide valmistamise iseloomustavatest momentidest.

5. Pressid ehk vormid, mida tarvitatakse tsementkivide valmistamiseks, on lähemalt kirjeldatud ülalpool (III, d). Milliseid nendest soovitada, ripub ära kohalistest oludest ja töölise oskusest. Kuid kõige lihtsamaks pressiks maaoludes võiks pidada seda, mis näidatud joon. 20.

Pressi tarvis igapäev 2—3 korda puhastada ja õlitada; vahetevahel mõõta, kas kivid tulevad ühepaksused.

Aluslaud, millele pääl tehakse kive, või mille päälle pannakse kive kuivama, tuleb enne aegsasti *hästi niisutada*, et nad ei imeks endasse niiskust värskelt kivi seest ning paisudes ei lõhestaks kive.

6. Et tuul ja päike ei kuivataks värskelt kive enneaegu, on soovitatav neid valmistada ning hoida *kinnises ruumis* ehk *varjulises kohas*.

Värsked kivid peavad seisma aluslaudadel 2—4 päeva, ning selle aja jooksul tarvis neid alaliselt hoida niiskena — siis tulevad nad tugevamad (vaata IV, e). Esimest korda tuleb kive kasta aluslaua pääl 10—12 tunni pärast päälle kivide valmistamist, kui nad on kuivaks tõmbumas.

7. Päeva kolme pärast kivid on juba nõnda kõvad, et neid võib laudadelt maha võtta. Nüüd laotakse nad *virna*. Enne seda aga tarvis kivid *hästi niisukeks kasta*. Virnas tuleb

Joon. 41.

1. Vorm on täis tambitud ja üleliigne segu osa nuiaga terava servaga maha tõmmatud.
2. Aluslaud ehk korv pannakse vormi pääle.
3. Vormi küljes olev raudraam keeratakse korvi põhja küljes oleva sanga kõvasti kinni. Siis mees hakkab keerama kive vormi seest välja.

neid veel paar päeva niisked hoida. Tahetakse aga saada paremaid kive, siis niisutatagu neid kauemat aega.

8. Kive tarvitamisele võtta mitte enne 3—4 nädalat. Mida kauem betoonkivi on seisnud õhu käes, seda tugevam ta tuleb, ning seda vähem ta tõmbub kokku müüris. Värske betoon tõmbub kokku palju enam kui vana betoon, — asjaolu, mis põhjustab mõnes kohas betoonkividest seinade pragunemist. See märkus on maksev igasuguste betoonkivide, eriti aga suuremate kohta.

9. Tsementkivi **hinda** saab järgmiselt arvutada: 1000 kivi valmistamiseks, mõõtudes $25 \times 12 \times 6,5$ sm, segust 1 : 9, läheb:

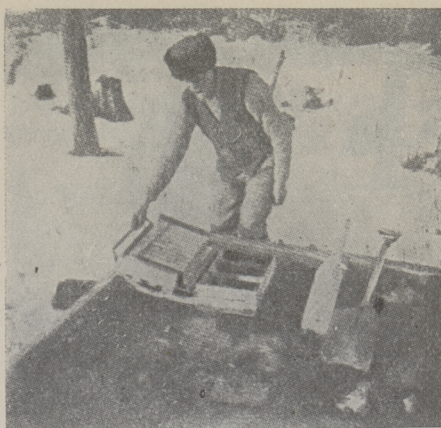
2 pütti tsementi ja vastavalt kivi tihedusele 2,1—2,3 kantmeetrit kruusaliiva; töölised võtavad 7.50—10 kr. (Vilunud tööline abilisega teeb ühe pressiga päevas kuni 800 kivi). Vastavalt sellele, mis maksab kohapääl tsement ja kruusaliiv, ning kas teha ise või tellida, 1000 kivi läheb maksma 16 kuni 35 krooni, **ehk 1 kivi — 1,6 kuni 3,5 senti tükk**; see on märksa odavam teistest kividest.

Tähtis on, et neid kive saab igaüks valmistada ning selleks ei ole tarvis erilisi ettevalmistusi. See võimaldab maaelanikkudel neid teha põllutööde vaheajal.

10. **Korstnakive** peab tegema segust 1 : 5, et nad oleksid hästi tihedad; siis korstnate välispindadele ei ilmu ka inetuid plekke. **Suitsulõõride** kive, kus on tegemist kõrge temperatuuriga, on soovitatav teha liivast ja telliskivi killustikust; vanad telliskivid peavad olema enne ärapuhastatud savist ja lubjast.

Joon. 42.

1. Mees keeras vormi põhja ühes pehmete kividega korvi pääle ümber.
2. Vormi põhi kergitatakse ettevaatlikult üles, korvi ühes kividega veidi liigutades, et kivide nurgad ei saaks viga.
3. Vormi põhi keeratakse omale kohale (nagu joon. 40, 2). Valmis kivid on korvi sees.



1.



2.



3.



1.



2.

Joon. 43.

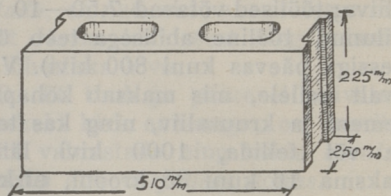
1. Korv tõstetakse üles ja viiakse laosse, kus kivid kõvenevad.
2. Tsementkivide ladu. Tagaplaanil on tühjad korvid, vasakul — kivide virn korvides, paremal — virna laotud valmis kivid.

Ka kõlbavad teised tulekindlad kivid (nagu dolomiit). Liiva ja kivide tulekindlust võib lihtsalt katsetada — koduses ah-

jus, kuhu mõne lahtise pleknõuga teatavaks ajaks pannakse katsetavad kivid ja liiv.

11. **Siseseinte ja sisevoodri** jaoks valmistatavad kivid, eriti säääl, kus seinal ei ole suurt raskust pääl, võivad olla ka hõredamad, s. o. nõrgemalt tambitud; sarnaste kivide valmistamiseks võib tarvitada hõredamatest kividest killustikku, läheb vähem liiva, kivid peavad paremini soojust ning nende sisse võib kergemini auke teha või naelu lüüa. Neid kive tehakse ka kivisõe shlakist või liivast saepuru lisandusega.

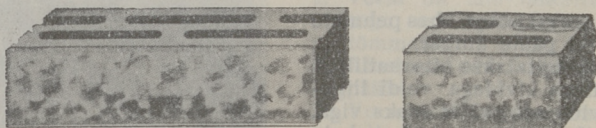
B. Õoneskivid. Betooni häid vormimise võimalusi kasutatakse laialt mitmesuguste õoneskivide (ins. V. Vaheri S- ja U-kivid, blokk-kivid, Pax-kivid, Rex-kivid, Z-kivid, Ambi-kivid jne.) valmistamiseks. Harilikult tehakse suuremaid kive mõõtudes umbes



Joon. 44-a. Blokk-kivi.

50×25×20 sm, ning niisugustest kividest müüri ladumine läheb väga ruttu, mispärast õoneskivid on leidnudki rohket tarvitamist.

Õoneskive peab tegema veidi rasvasemast segust kui telliskive. Harilikult nende valmistamiseks tarvatakse muldniisket konsistentsi *segu* 1:6 kuni 1:8. Kõik need üldised märkused, mis on maksvad tsementkivide valmistamise juures, on maksvad ka siin. Eriti peab aga

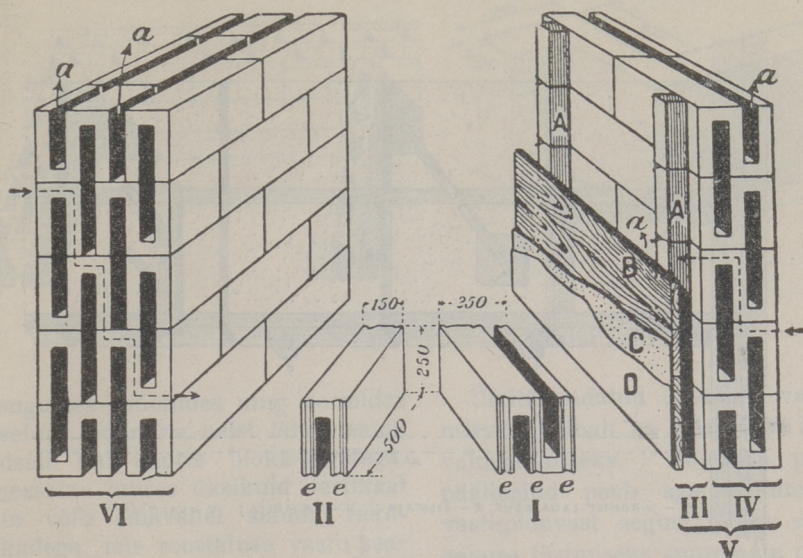


Joon. 44. Õoneskivi.

tähele panema, et nende kivide vormidest väljavõtmisel tuleb tegutseda suurema ettevaatusega kui tsementkivide juures, vastasel korral kivid võivad kätte ära pudeneda või praguneda.

teha ümmargused, aga mitte teravnurgalised, et kivid nurkades ei puruneks.

Õoneskivid valmistatakse 2,5 sm laudalustel, millede pääle kivid ka



Joon. 45. V. Vaheri S- ja U- kivid.

I — S-kivi; II — U-kivi; VI — sein, laotud S- ja U-kividest; a — õhuvahed; V — S-kividest sein puuvoodriga: A — puuliistud, B — voodrilauad, C — papp, D — tapeet.

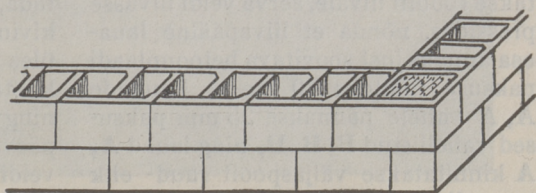
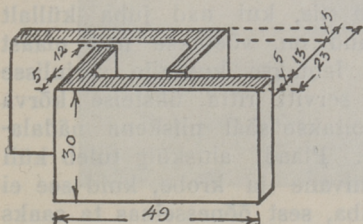
Pääle selle avaldub kivil vormist väljavõtmisel vahest mõni väiksem defekt, mis tuleb kohe kellu otsaga ära parandada.

Õoneskivide vorme on väga palju. Joon. 44—46 ja 50 on toodud mõned enamtuntud kivide joonestused. Kivi-õõnsuste sisemised nurgad tulevad

kuivama jäetakse. Vorm ise käib nurkadest lahti. (Joon. 21).

Suuremate õoneskivide valmistamisel pannakse nende sisse tugevuse suurendamiseks 2—3 raudtraati. Niisugust konstruktsiooni tarvitatakse muuseas soome „Piramidi“ kivi juures; viimased on kuni 1 meeter pikad. „Piramidi“ kividest on ehitatud Viiburis mitu 5—6-kordset maja.

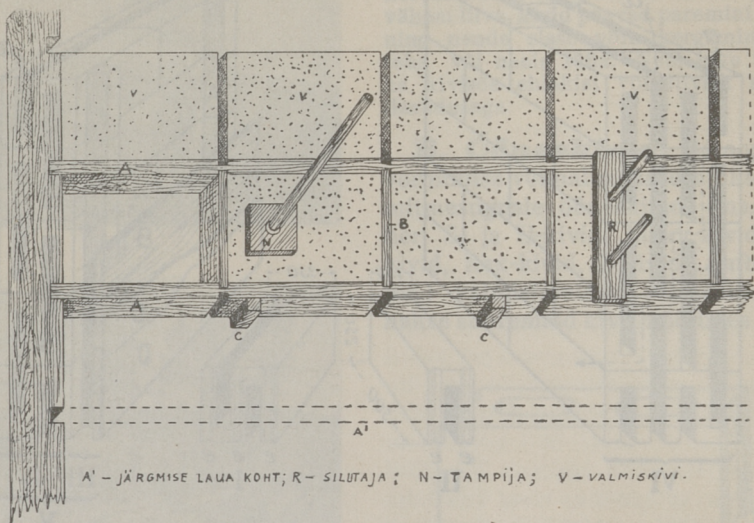
Rootsis on levinud n.n. „Pool-sten“ või



Joon. 46. Ambi-kivid.

kärg-kivi, mõõtudes $250 \times 120 \times 100$ mm. Kivis on 43 auku läbimõõduga 20 mm ja 95 mm sügavad, nõnda et augud ei käi läbi kivi, vaid jätavad 5 mm paksuse umbse kihi, mille päale pannakse side-segu müüri ladumise juures. Nendest kividest ehitatakse elumaju ja t. hooneid.

mis, ning nende vahel võib tampida betooni, kogu vahede pikkuses. On betoonmass vastavalt tambitud, silutakse ta pälispind mõne lameda rauaga ($\perp$ raud, rooparaud jne.) üle, ning sellega on plaadid valatud. Nüüd



Joon. 47.

C. Betoonplaadid. Betoonplaate valmistatakse lihtsalt põranda pääl, servlaudade vahel, ilma eriliste vormideta. Nagu joon. 47 näha, betoonplaatide valmistamine sünnib tasandatud pinnal (õu, rehealune, kuuripõrand), kuhu laotatakse sõrmepaksune kiht liiva. Viimane tuleb vesiloodis päält ära siluda ja lauaga tihedaks pressida. Siis võetakse 2 pikka lauda **A, A**, läbilõikes umbes 50×90 mm, ja asetatakse rööbiti liivale, serva veidi liivasse pressides, nõnda et liivapälne lauasa annaks just soovitava betoonplaadi paksuse (näiteks 70 mm). Laudade **A, A** vahele pannakse 25 mm paksused vaheliistud **B, B, B**, ning laud **A, A** kinnitatakse väljaspoolt raud- ehk puupulkadega **c, c**, mis maa sisse lüüakse. Nüüd on rakendused val-

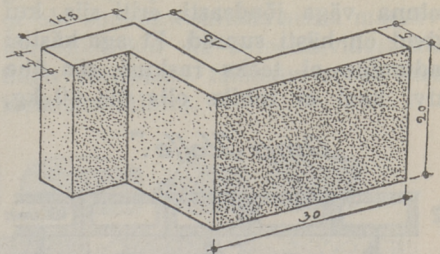
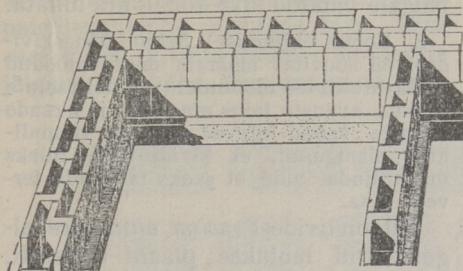
võetakse ettevaatlikult üks laud **A** ära ja asetatakse rööbiti teise lauale **A** seisandisse **A'**; vaheliistud **B, B** tõstetakse plaatide vahelt välja ja asetatakse laudade **A, A'** vahele; kaitsepulgad **c, c** võetakse välja ja asetatakse edasi vastu lauda **A'**. Rakendused on jälle valmis ning plaatide valmistamist võib jätkata endistviisi. Nõnda tehakse niipalju plaate, kui on tarvis, või kuipalju põranda pind lubab. Järgmistel päevadel tarvis plaate niisutada, ja siis, kui nad juba küllalt kivilinenud on, võetakse nad maast üles ja laotakse kusagile varjulisel kohta serviti ritta üksteise kõrva ning hoitakse sääli niiskena nädalapäevad. Plaadid alusküljel tuleb küll veidi liivane ja krobe, kuid see ei tee halba, sest õõnesseinas ta saaks pööratud lõõri sisse, või kui jääks

väljapoole (näit. vaheseinas), siis oleks hääks koredaks aluseks krohvile.

Plaatide häid omadusi on, et nende valmistamine on lihtne, ei nõua erilisi aluslaudu; plaate võib teha mit-

Vaheseinu ja ka aiaplanke võib ehitada ühest kihist plaatidest, kusjuures ridade vahele pannakse traati.

Niisugustest plaatidest on muuseas ehitatud härra Järve maja Türil.



Joon. 48. Z-kivid.

mesugustes mõõtudes ning vormides ja seina ladumine neist läheb sama jõudsalt kui suurte blokk-kividega. Õõnesseina juures üksikuid vertikaal kihte võib omavahel siduda raudpulkadega, mis roostetuse vastu peavad olema hästi paksult kaetud tsementseguga.

Ülaltähendatud plaatide valmistamiskiis kõlbab ka **kõnnitee kivide** valmistamiseks. Kõnnitee plaatide pälispind peab aga tehtama eriti vastupidavast segust (V. e), ning tugevuse tõstmiseks suuremate plaatide sisse tuleb panna traati.



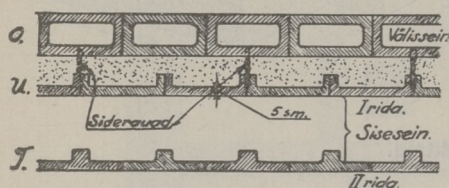
Joon. 49. Tööstuse ruum, ehitatud betoonkividest, tsementkividest katusega.

c) Seina ehitamine betoonkividest.

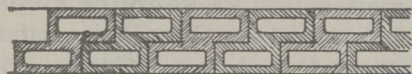
A. Õoneskividest sein.

1. Õoneskividest seina ladumine võib minna väga jõudsasti, eriti siis, kui kivid on hästi suured. Et aga käsitsi ladumine ei teeks raskusi, siis ühe kivi kaal ei tohiks olla üle 40 kg,

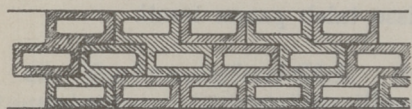
„Oma Kalle.“



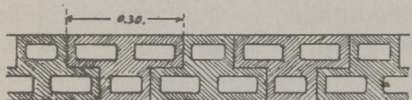
„Pax.“



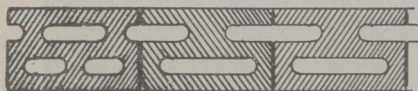
„Pax.“



„Rex.“



„Liliental.“



„Blokk-kivi.“



Joon. 50. Mitmesugused seinte ladumise viisid betoon-õoneskividest.

s. o. niipalju, kui üks tööline võib vabalt tõsta. Raskemate kivide asetamine nõuab juba kahte töölisi.

Raskemate kivide tarvitamisel tuleb müüri laduda suurema ettevaatusega, sest vastasel korral võib kergesti teisi, paigale pandud kive kohalt ära lükata.

2. Hoone ehitamisel betoon-õoneskividest on soovitatav määrata seinte mõõdud vastavalt kivide mõõtudele; nimelt, seinte pikkus, avauste laius ning uste ja akende avauste vahed tulevad määrata võimalikult niisugused, et kividest ei tuleks maharajuda, vaid et saaks tarvitada terveid kive.

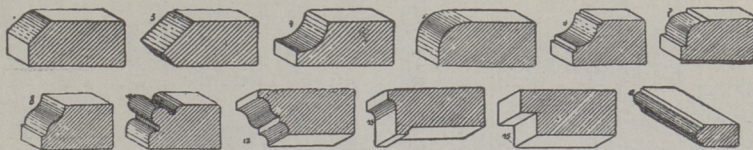
Betoonkividest seina ehitamise algul kivid laotakse plaani kohaselt, vundamendi ehk isoleerkihi päälle ritta, vahedega (fuugidega) 5—10 mm, ning passitakse esimene rida nii, et just paras arv *terveid kive* müüri läheb. Siis hakatakse kive paigale panema, neid sideseguga ühendades.

3. **Sidesegu** suuremate betoonkivide juures peab sisaldama ligikaudselt: 1 osa tsementi, 0,5—1 osa lupja ja 6—7 osa liiva (mahu järgi). Taheatakse aga saada tugevamat ehitust, nagu silotornide juures, siis tarvita- takse segu: 1 osa tsementi, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ osa lupja ning 3—4 osa liiva. *Lupja* tarvis lisada sidesegusse sellepärast, et segu tuleks *sitkem*, plastilisem ning seisaks hästi kivi püstserval kinni. Ainult tsementsegu (ilma lubjaga) on rabedam ning sellega ei ole nõnda hää tööd teha; teiselt poolt jälle, puhas lubjasegu või lubja-tsementsegu ei anna õoneskividest mü- rile igakord tarvilist tugevust. Lubja- segu tardub ja kivineb palju aeglasemalt kui tsementsegu, mispärast õhukeste seinte juures (nagu nopsa- sein), kus segu alumiste kiviridade vahel peab olema aegsasti kõvenenud, et pealmise rea panemisega ei aetaks lahti alumisi kive, on soovi- tav tarvitada ainult ülalnimetatud tsement-lubja segu.

Sidesegu tarvis teha valmis ainult

nõnda palju, kui palju jõutakse paigale panna enne tsemendi tardumise algust (vt. II, a ja IV, d). Segukast tuleb hoida seest puhtana ning mitte lubada segul kõveneda ta külge.

4. Et sidesegu paremini hakkaks kivide külge kinni, on soovitatav enne paigalepanemist niisutada kive. *Segu asetamisel* kivide vahele on tarvis jälgida, et kõik ühenduspraod ehk



Joon. 51. Karniisikivid.

fuugid hästi tihedalt täidetaks seguga, ja et üksikute ridade kivid ning eriti nurgakivid hästi seotaks omavahel. Lahja segu tarvitamisel või lohakal asetamisel fuugides võivad tekkida *praod*, millede läbi vihmavesi võib kivimüürist läbi lüüa. Sidekihi paksus kivide vahel peab olema 5 kuni 10 mm. On kivid enne alusmüüri paigale passitud, siis pole karta, et neid tuleb raiuda või poolitada.

Edasi, õõnesseinte ehitamisel tuleb hoolikalt jälgida, et *sidesegu ei langeks seinadõnsustesse*. Kui sidesegu täidab kivide õõnsused, siis see teeb seinu vähem soojust kinnipidavaks, rääkimata ebaproduktiivsest sidesegu kulust.

5. Et betoonkividest seinad edaspidi ei *praguneks*, on soovitatav tarvitada *vane- maid kive* ning ka ladumise juures kivide ridade vahele asetada *raudtraati*. Viimane võib olla läbimõõduga 3 kuni 8 mm (kõlbab ka vana telegraafitraat). Vastavalt ehituse laadile ja traadi jämedusele, traati võib asetada iga rea või 2—3 rea tagant. Raudtraadi asemel võib tarvitada ka vitsrauda. Vitsraud kui ka traat peavad olema hästi puhtad ja sirged, üksikud osad omavahel ühendatud ning tihedalt sideseguga ümbritsetud.

6. **Soojuse ja elamiskõlblikkuse suhtes** betoonkividest majade kohta peab ütlema järgmist:

Kuna betoon ja tihe betoonkivi juhvivad (lasevad läbi) võrdlemisi kergesti sooja (ja külma), siis elamutes ei ole soovitatav ehitada seinu massiivbetoonist kui ka betoonkividest nii, nagu ehitatakse telliskivi seinu ilma isolatsioonkihita.

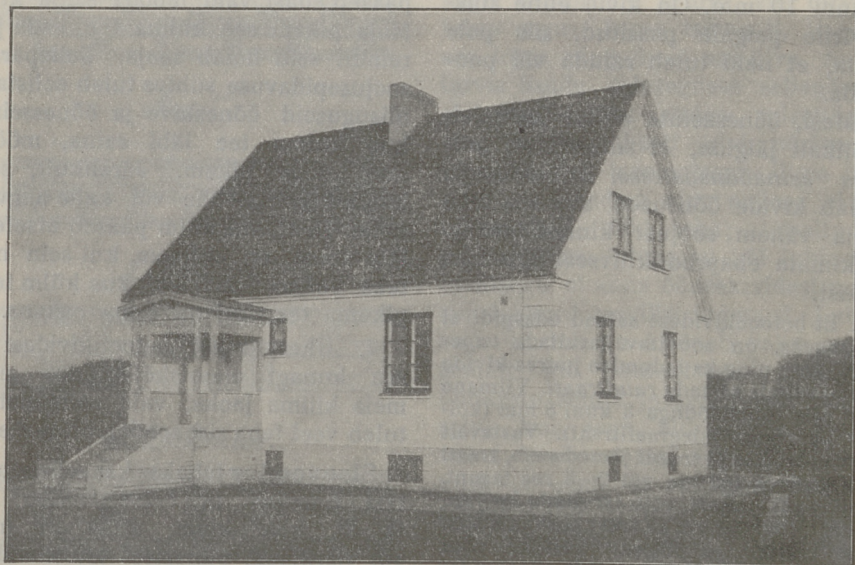
Arvestades betooni kerge vormimise võimalusega, betoonkividest sein tehakse *õhuvahedega* ning sarnast konstruktsiooni, et külm, tungides väljastpoolt sisse, minnes läbi seinu, mööda betooni, käiks võimalikult *pikema tee*. Kuna õhk on hää soojuse isolaator ja külmal läbi ei lase, siis külm pääseb edasi vaid mööda seinu kive. Mida pikem see külma tee, seda paremini sein hoiab sooja. Sellepärast soojusepidavuse suhtes tuleb eelistada niisuguseid õõneskive ja õõnesseinu, kus külma tee läbi seinu, mööda kive, oleks pikem. Järelikult, sein blokk-kividest, ühe või kahe auguga (joon. 44-a), kus külm pääseb otseteed läbi seinu, on külmem, kui sein näiteks Vaheri S-kividest, kus külm teeb pikema tee, kui on seinu paksus.

7. Ühest reast betoonkividest ei saa kunagi elamiskõlblikku maja meie kliima jaoks, vaid välisseintele tuleb veel teha sisevooder, õhuvahedega.

Sisevooder tehakse kas sellekohast tsement- ja betoonkividest (U ja T, shlak-kivid, urbkivid jne.) või harilikest punastest telliskividest õhuvahedega; tehakse ka *puuvooder*



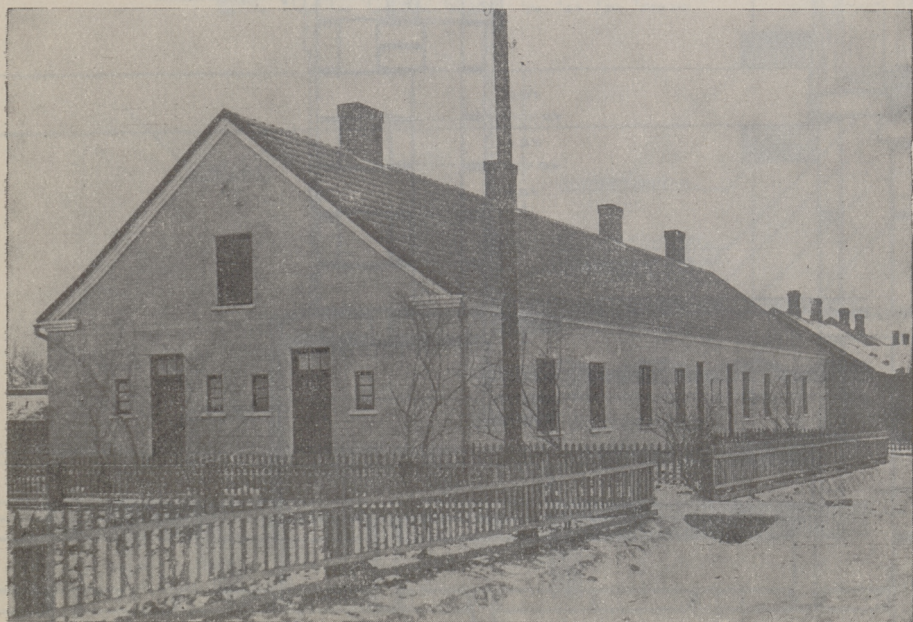
Joon. 52. Nopsa-süsteemi elumaja ehitamisel.



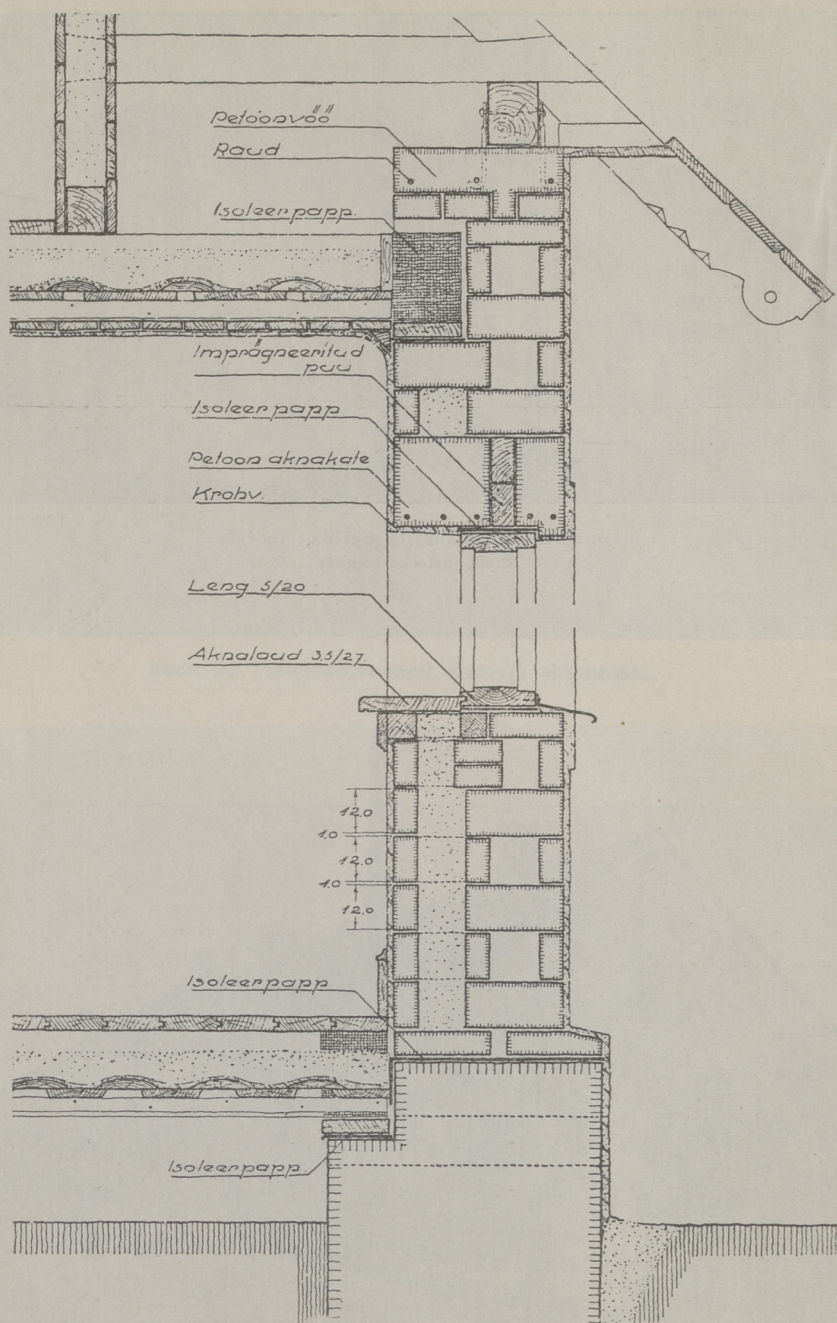
Joon. 53. Nopsa-süsteemi elumaja, valmis.



Joon. 54. Seltskondlik ehitus, Rootsis.
(Nopsa-süsteemi seinad).

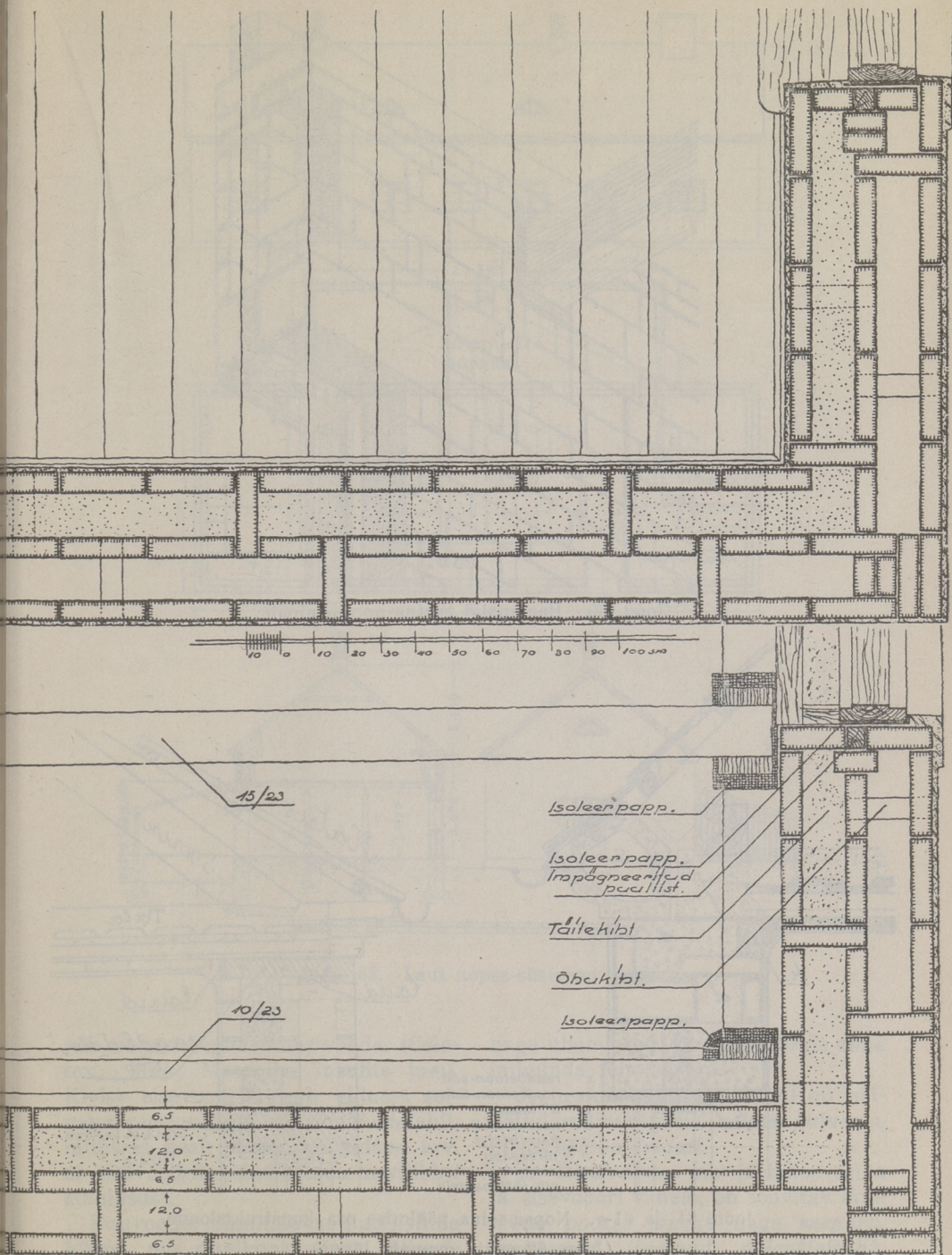


Joon. 55. Nopsa-süsteemi järgi ehitatud elumaja, Kundas.

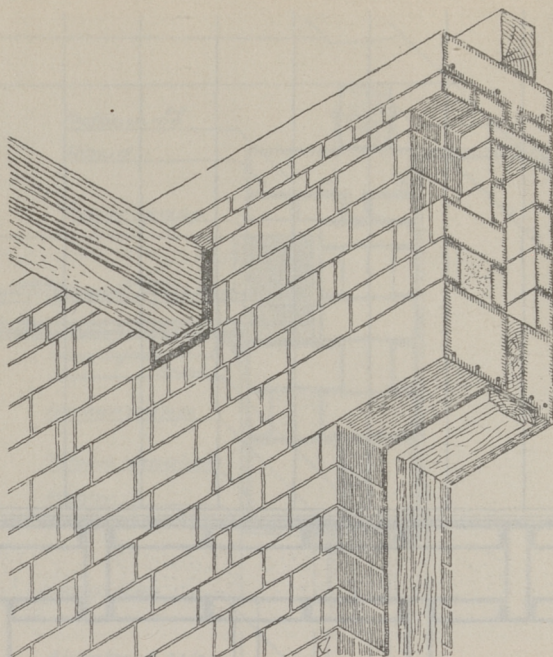


Joon. 57. Nopsa-süsteemi seina püstlõige.

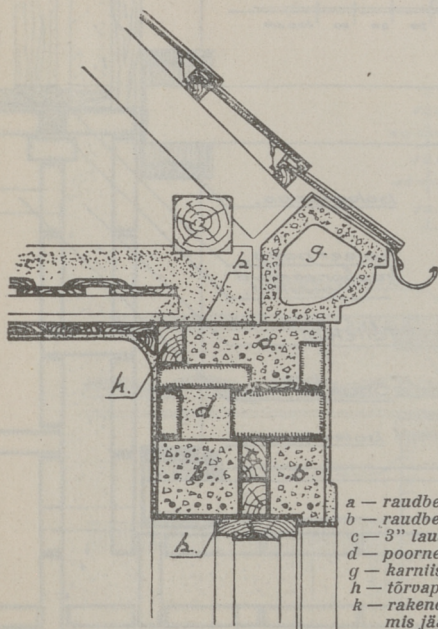
(Joon. 56 vaata raamatu lõpus).



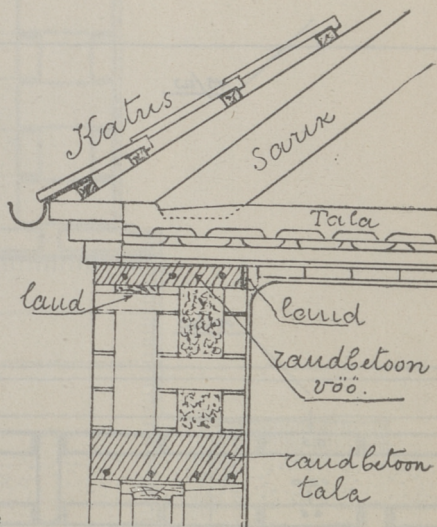
kon. 58 ja 59. Nopsa-seina plaanid. All joonisel on näidatud esimene rida, pääl — teine rida kive.



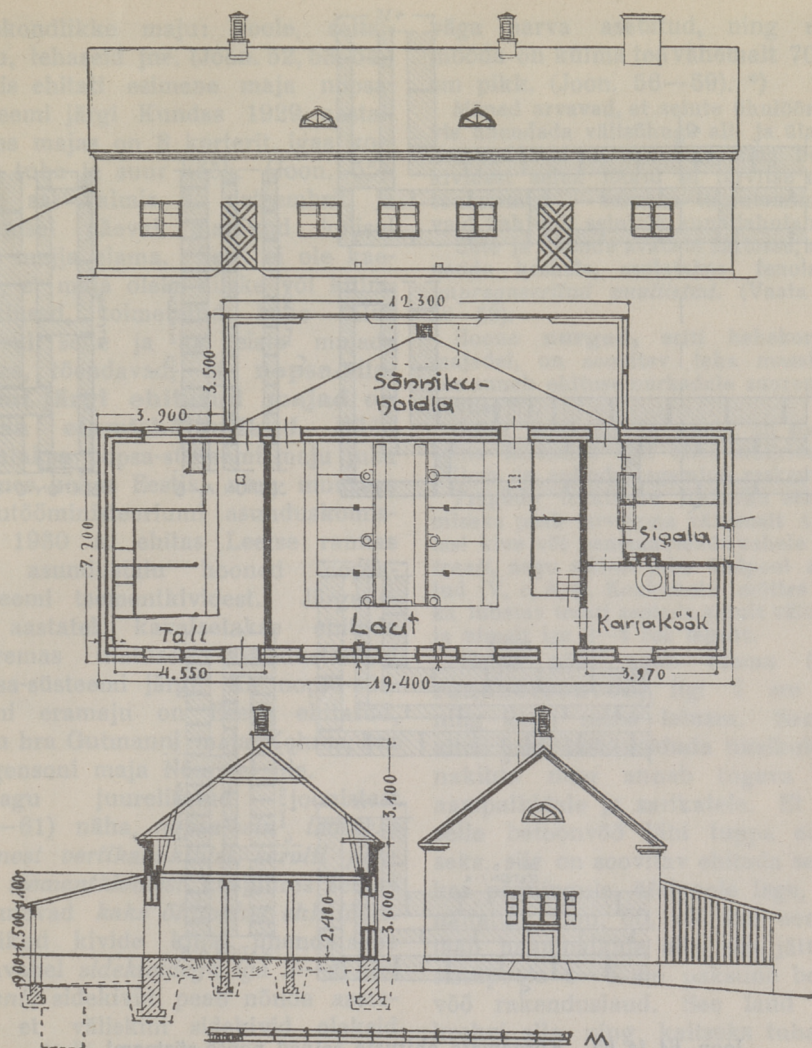
Joon. 60. Haampalgi asetus nopsa-seinale.



- a — raudbetoon-vöö
- b — raudbetoon-tala
- c — 3" laud
- d — poorne täide
- g — karniisikivi
- h — tõrvapapp
- k — rakenduslaud mis jääb paigale



Joon. 61. ja 61-a. Nopsa-seina päälmise osa konstruktsioone.
(Joon. 62 vaata raamatu lõpus).



Joon. 63. Laut nopsa-süsteemi järgi.

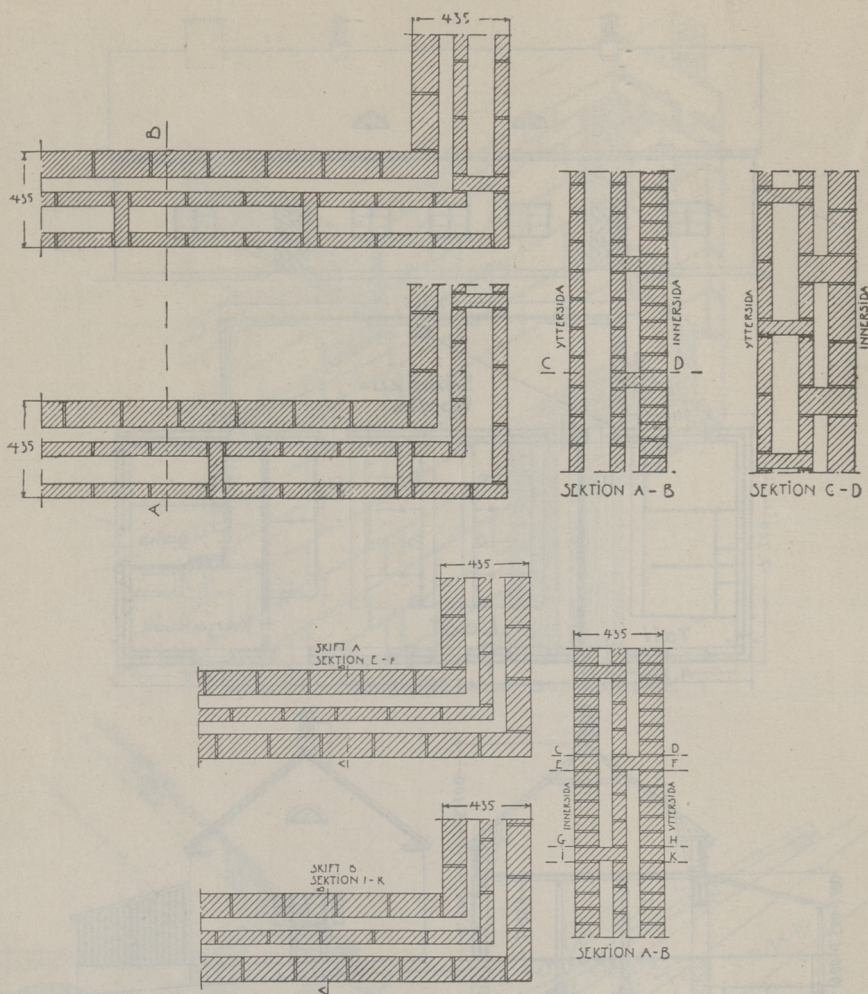
või isolatsioonplaatidest vooder (Celo-
tex, kork, Masonite, Insulite jne.).
Kivist sisevoodrit peab siduma sei-
naga raudpulkade või sidekivide abil,
milliseid peab olema küllaldane arv,
et sisevoodrile kindlustada tarvilikku
stabiilsust.

Puuvooder kinnitatakse puuliistude
külge, mis raudkonksudega välissei-

naga ühendatud. Puuliiste tarvis enne
imbutada fenolaadiga.

Joonestusel 45, 46, 48, 50 on näi-
datud mitmesugused seinte ladumise
viisid betoonkividest.

8. **Õhuvahe**, mis jäetakse seina
ja sisevoodri vahele, on soovitatav täita
mõne poorse ainega nagu saepuru,
turbamuld, linaluud, põlevkivituhk.



Joon. 64 ja 65. Kõrgemate ehituste seinad nopsa-süsteemi.

Viimane peaks aga olema juba mõnd aega väljas vihma käes seisnud, et ta seina vahel niiskuse tõttu paisuma ei hakkaks.

Et takistada vihmavee pääsemist õhuvahesse, on soovitatav välisseina õhuvahet poolt vööbata bituumeniga või asfalt-emulsiooniga; samuti aitab seina väljastpoolt krohvimine tsement-krohviga või vööpamine vetteemal-

dava patentvööbaga, nagu Arbagit, ABC, Mineralit, Bondex.

B. Nopsa-sein tsement-kividest

on leitud kõige kohasemaks meie oludes. Selle süsteemi järgi ammu ehitatakse Rootsis ja Soomes mitmesuguseid hooneid, nagu elumaju, karjalautu, aitu ja igasuguseid teisi põllumajanduslikke hooneid; siis —

seltskondlikke maju: koole, seltsimaju, tehaseid jne. (Joon. 52, 53, 54.) Eestis ehitati esimene maja nopsasüsteemi järgi Kundas 1929. aastal. Selles majas on 8 korterit, igas korteris tuba ja suur köök. (Joon. 55.) Maja sai valmis 1. detsembril, ja järgmisel päeval elanikud kolisid juba majja elama. Seni ei ole kaebusi, et maja oleks niiske või külm. Vaatlused, toimetatud kahe talve jooksul selle ja ka teiste majade juures, tõendavad, et **nopsa-süsteemi järgi ehitatud majad on täitsa elamiskõlblikud**. Nüüd ehitatakse nopsa-süsteemi maju juba mitmes kohas Eestis, ning muuseas põllutööministeeriumi asunduskomisjon 1930 a. ehitas Leetse rannas ühe asundustalu hooned nopsa-süsteemi tsementkividest. Järgmisel aastatel kavatakse ehitada suuremas ulatuses asundustalusid nopsa-süsteemi järgi. Ka nopsa-süsteemi eramaju on Eestis ehitatud, nagu hra Gutmanni maja Kehras, hra Jürgensoni maja Nõmmel jne.

Nagu juurelisatud joonistest (56—61) näha, *nopsa-sein laotakse kolmest vertikaal-kihist, serviti pandud tsementkividest*, kusjuures seinas kujunevad *kaks õhuvahet ehk lõõri*. Üksikud kivide kihid ühendatakse omavahel *sidekividega iga 3—4 kivi tagant*; sidekivid peab nõnda asetama, et väliskihi sidekivid oleksid vähemalt $\frac{3}{4}$ kivi kaugemal sisekihi sidekividest, et külm, läbi seina tungides, teeks vähemalt 70 sm pikkuse tee. Välislõõr jäetakse harilikult tühjaks, kuid seda võiks ka hõredalt täita kanarbikuga ning õlgedega. *Siselõõr täidetakse mõne poorse ainega, nagu saepuru, turbamuld, sammal, linaluud, põlevkivituhk*. Sedaviisi isoleeritud sein ei lase külma läbi, sest isolatsioonkihtidest külm läbi ei pääse, vaid peab minema mööda sidekive; viimased on aga

väga harva asetatud, ning nende mööda on külma tee vähemalt 70—75 sm pikk. (Joon. 56—59). *)

Mõned arvavad, et seinte õhulõõre tarvis ühendada välisõhuga all- ja ülalpool. See vaade ei ole aga õige, ning betoonkividest seina lõõrid ei tarvitse mingit tuulutamist — sarnane tuulutamine on vaid kahjulik seintele, kuna jahutab neid.

Uste ja akende avauste äärtesse, nimelt nende keskele, asetatakse fenolaadiga *impregneeritud puuliistud*. (Vaata joon. 56—59).

Hoone **nurgad**, eriti kahekordsetel majadel, on soovitatav teha massiivsed, see annab ehituse nurkadele suurema tugevuse **).

Seina konksud ja nagid on soovitatav seina ladumise ajal sisse müttrida, sest hiljem on aukude tegemine raskem.

Präguide tekkimise hädahoju eemaldamiseks peab tarvitama vähemalt 4-nädalasi kive või panema ridade vahele *raudtraati*, nagu sellest juba ülalpool seletatud (V, c, A, 5). Kokkuhoiu mõttes oleks ka lubatav traati asetada ainult väliskihti, ja nimelt iga 3—4 rea tagant.

Seina peal peab olema tildine **raudbetoonvöö**, ligi 7 sm paks ning kogu seina laiuses. See vöö aitab hästi kokkusiduda üksikuid seinakihte ning annab tugeva aluse aampalkidele ja sarikatele. Et külm selle betoonvöö läbi tuppa ei pääseks, siis on soovitatav ehitada see vöö kas pööningule, ülalpoole lage, nagu näitatud joon. 60, või kui see vöö jääb haampalkide alla, siis jätta toa sissepoole 4—5 sm paksune betoonvöö rakenduslaud. See laud jääks krohvi alla ning kaitseks tuba külma sissetungimise eest (joon. 61). Kui aga seda lauda mitte panna,

*) Rootsisis toimetatud laboratoorsed uurimused näitavad, et nopsa-sein peab sama hästi sooja kui 6" plankudest hästi ehitatud puusein või $2\frac{1}{2}$ kivi paks põletatud telliskividest müür.

**) Nurga ladumise kergenduseks kivil peavad olema niisugused mõõdud, et 2 paksust + fuug võrduks kivi laiusele ning 2 laust + fuug = kivi pikkusele. Võttes kivi minimaalse paksuse 64 mm ja fuugi = 8 mm, saame kohase tsementkivi mõõdu $280 \times 136 \times 64$ mm. (III, d, 1).

siis külma ilmaga vöö koht toa seest lööb niiskeks. Sein on soovitatav mõlemalt poolt krohvida; kui aga väliskihiti panna tihedamad kivid, siis jätkub ainult välisseina lubjatamisest ja siseseina krohvimisest.

Seina kogupaksus ilma krohvita on $1\frac{3}{4}$ kivi ehk 44 sm, kui ehituseks tarvitatakse kive $25 \times 12 \times 6,5$ sm. Õhulõõrid on 12 sm laiad.

Osa kive seinu keskkihis peavad olema $\frac{3}{4}$ kivi pikad.

Niiviisi ehitatud sein kõlbab 1 — 2 kordsete majade jaoks, eeldusel, et kivid on õieti tehtud ja hästi seinu laotud.

Suuremate ehituste juures seinu sisemised ja välimised kihid tulevad laduda lapiti ($\frac{1}{2}$ kivi paksuselt), ning sidekivid asetada 5—6 püstrea tagant, nagu näha joonistel 64 ja 65. Niisugune ehitusviis oleks soovitatav seltsimajades, tehastes, koolides.

Harilikud põllumajanduslikud ehitused, nagu laudad, sigalad, tallid,

kanalad, kui ka saunad, pesuköögid, keldrid, kuivatuseruumid ja elumajad on *kõige kohasemad nopsa-süsteemi*, serviti laotud kividest, nagu näidatud joonistel 56—63.

Kõrvalisi ehitusi, nagu kuurid, aidad, laod, võib ehitada kahest kihist tsementkividest ühe õhuvahega, mida ei olegi tarvis täita.

Sidesegu nopsa-süsteemi seinte ehitustel peab olema ligikaudselt järgmine: 1 osa tsementi, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ osa hästi kustutatud lupja ja 5—6 osa liiva.

Ladumisel tarvis tähele panna näpunäiteid, mis toodud ülalpool (V, C, A).

Mis puutub nopsa-süsteemi seinu **hinnasse**, siis 1 ruutmeetri pääle läheb 100 tsementkivi, mõõtudes $250 \times 120 \times 65$ mm, sidesegu 1:1/3:6 — 30 liitrit, tööliste tasu $1\frac{1}{2}$ kuni $1\frac{3}{4}$ senti kivi päält. Vastavalt tööjõu ja materjali hindadele töökohal, **1 rm seinu lähaks maksuma:**

100 tsementkivi à 1,6 — 3,5 senti (V, b, A, 9), .	Kr. 1.60 — 3.50
töö à 1,5 — 1,75 „ kivi päält .	„ 1.50 — 1.75
sidesegu 1:1/3:6 — 30 liitrit	„ —.40 — .60
Siselõõri täitmine isoleerainega	„ —.10 — .15

1 rm krohvima seinu . Kr. 3.60 — 6.00

Krohvimine seestpoolt ühes liimivärviga värvimisega	Kr. —.90 — 1.05
Krohvimine väljastpoolt ühes valgendamisega .	„ —.80 — .95

Kokku 1 rm krohvitud seinu . Kr. 5.30 — 8.00

Võrdluseks olgu tähendatud, et 1 rm palkseina ühes vooderdusega ja värvimisega maksab 6 kuni 10 krooni.

Kui veel arvesse võtta, et tsementkividest sein on põline, vee- ja tulekindel, ei nõua iga-aastast remonti, ei kõdune, ei anna võimalust sigineda

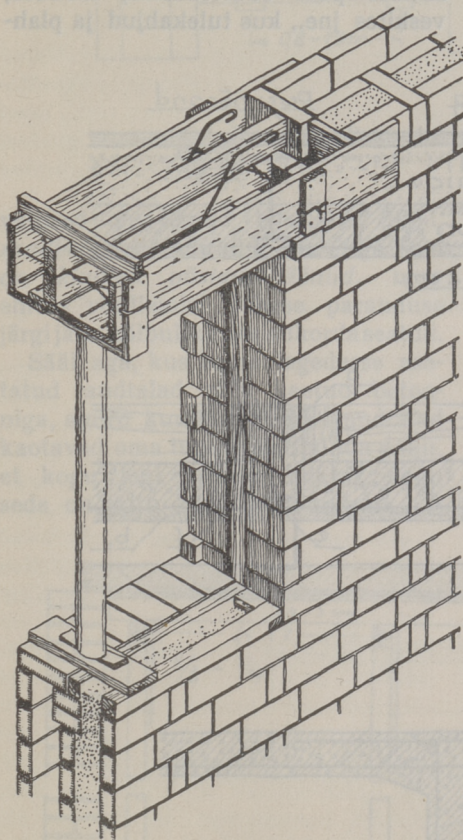
hiirtel ja putukatel, et tsementkivide valmistamine on äärmiselt lihtne, et sellesse majasse võib pääle valmis-saamist kohe asuda elama, siis, võrreldes teiste ehitusviisidega, nopsa-süsteemi paremus peaks olema kõigile arusaadav.

C. Akende- ja ustepääl- sed talad raudbetoonist.

Ülalpool sai juba nimetatud, et õõneskivist seinu peab pältpoolt ühendama ehk siduma *raudbetoonvõõga*, mis annab kogu ehitusele suurema tugevuse.

Uste ja akende avauste pääle tehakse *raudbetoon-talad*. Nad on tugevad, võrdlemisi kerged ning põlised.

Raudbetoon-tala ehitamist selgitab joon. 66.



Joon. 66. Raudbetoon-tala uste ja akende pääl.

Sellele tuleks juure lisada järgmist: kuna rakenduslauad toetatakse võrdlemisi värskest pandud kividele,

millede sidesegu ei ole veel jõudnud tavaliselt kõveneda, siis tööd peab toimetama teatud ettevaatusega, et seina kive mitte paigast ära nihutada. Et elumajade aknatalad ei laseks külma läbi, tuleb neisse asetada pikuti üks 5—8 sm paksune *impregneeritud puulaud*, mis kaitseb seina külma läbitungimise vastu. Puulaua asemel võib tarvitada isolatsioon-plaate kas tala sisse või ruumi sissepoole tala alla ja külge. *Raudarmatuur* asetada nii, nagu näidatud joon. 66 ja 69. Raud peab olema rakenduskasti põhjast 2 sm kõrgemal, et betoon hästi ümbritseks rauda, vastasel korral rauast on vähe kasu, ning ta võib ka kergesti ära roostetada. Raud, vastavalt tala pikkusele ja koormatusele, võib olla paksuses 1,2 kuni 2,5 sm. *Seguvahekord* võtta 1:5, või 1:2¹/₂:3¹/₄; konsistents-pehme. Muus osas tegutseda nii, nagu ülalpool vastavates kohtades seletatud, nimelt, segu tarvis sorkida ja tampida, et betoon hästi tihe tuleks; tuleb aga ettevaatlikult tegutseda, et raudarmatuuri kohalt ära ei ajaks. Valmistatud tala katta kinni kottidega või tõrvapapiga, et vihm ega päike ei teeks talle halba. Betooni hoida niiskena 5—7 päeva. Rakendusi ei või maha võtta enne 10 päeva.

Analooiliselt raudbetoon-talade valmistamisele tehakse ka *raudbetoonvõõd*, mis õõnesseinte juures asetatakse iga hoonekorra seina pääle.

d) Raudbetoon laed.

Vanasti ehitati enam-vähem põhjaliku iseloomuga kiviehitustele võlvitud kivist-laed.

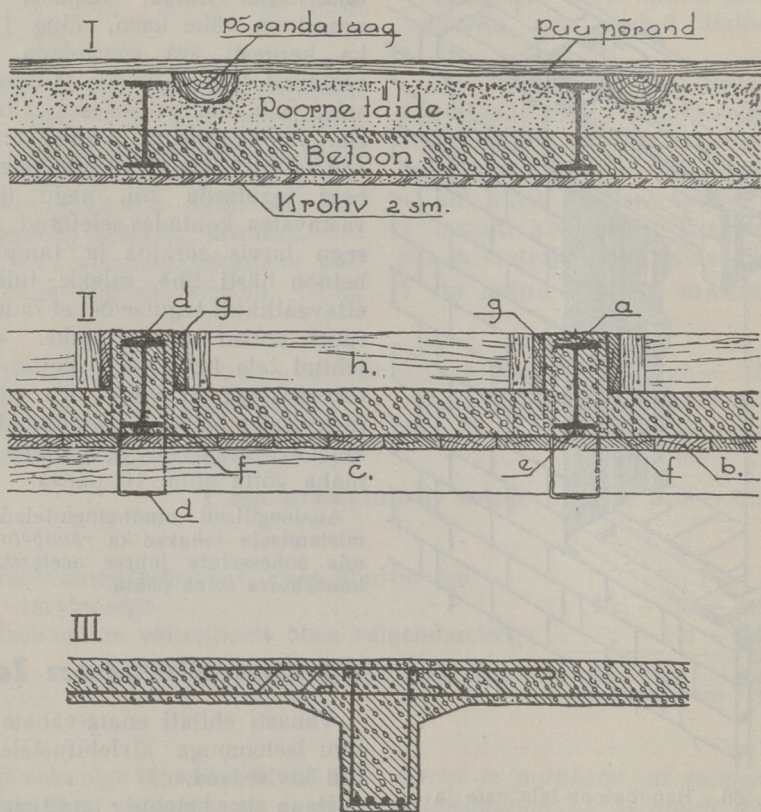
Raua ja betooni tarvitusele võtmisega avanes võimalus odavasti ja ruttu ehitada tugevaid ja tulekindlaid lagesid. Nüüdsel ajal kõigis põhjaliku iseloomuga ehitustes laed on kas betoonist raudtalade pääl või

raudbetoonist. Rääkimata igasugustest tehastest, ladude ja suuremate ehituste lagedest, ka põllumajanduslikkudes ehitustes (lautades, aitudes, keldrites) raudbetoon laed on otstarbekohased.

1. Betoonlagede tänuväärt omadusiks tuleb lugeda nende **tugevust ja tulekindlust**. On ette tulnud väga palju juhuseid, kus raudbetoon laed panid piiri tulekahju levimisele. Kodumaa sündmustest sel alal oleks meelde tuletada *Ülenurme mõisa lehmalautade tulekahju 1918 a.*, kus

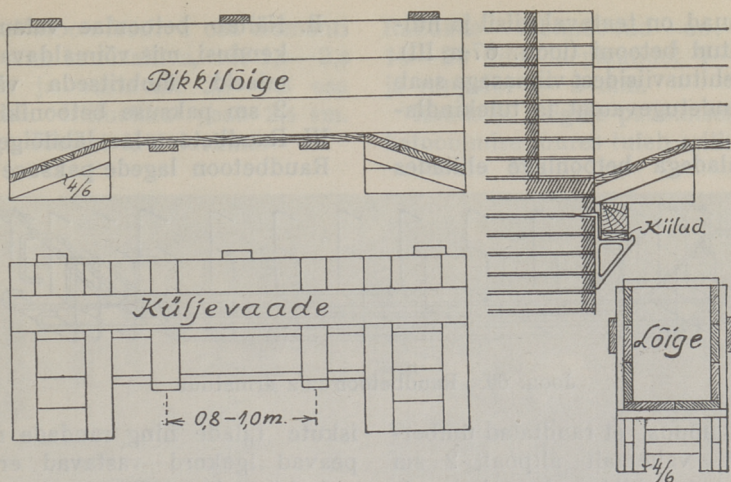
lauda lae pääl olevad põhuruumid täitsa ära põlesid, kuna aga, *tänu betoonlaele, kõik loomad ja lauda sisustus jäid tulest puutumata.*

Teatavasti *betoon on tulekindel*. Kuumuse tõttu ta paisub ligikaudselt sama palju kui raud. Sellepärast *raudbetoon konstruktsioon*, s. o. niisugune, kus tugevuse saavutamiseks betoonisse asetatakse raudvardad, mis on vähemalt 2 sm paksuselt betooniga ümbritsetud, ei pragune tules. Mitmel pool suurtehastes, ladudes, veskites jne., kus tulekahjud ja plah-



Joon. 67-a.

I. Harilik betoonlagi raudtalade vahel. **II.** Raudbetoon-lae valamine: a — raudtala; b — rakenduslauad; c — pruss, millele toetuvad rakenduslauad; d — traat, mis kinnitab rakendusi taladele; e — 2 sm paksune tsementkivi, mis hoiab rakendusi raudadest eemal; g — rakenduslauad; f — betoon; h — vahelauad. **III.** Raudbetoon lagi.



Joon. 67. Rakendus raudbetoon-tala jaoks.

vatused on teinud hävitavat tööd, raudbetoonist ehitatud seinad ja laed on kindlalt püsima jäänud, ning ehitus võrdlemisi vähesel parandusel järgi jälle kõlblikku seisukorda seatud.

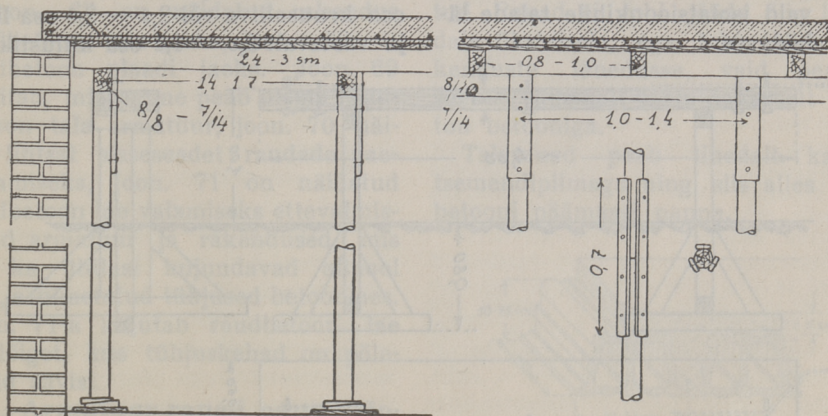
Sääl aga, kus betoonlagedesse asetatud raudtalad pole kaetud betooniga, suure kuumuse juures raudtalad kaotavad oma tugevusest nõnda palju, et kogu lagi variseb kokku, nagu seda on mitu korda ette tulnud.

2. Betoon ja raudbetoon lagede **konstruksioone** on kolm päätüüpi:

a) *Betoonvõlv*id ja *betoonlaed*, mida tarvitatakse vähemate pindade juures (keldrilaed).

b) *Betoonlagi raudtalade* pääl või nende vahel, kusjuures taladeks tarvitatakse kas  raudu või vanu roopaid (joon. 56, 67-a).

c) *Raudbetoonlagi*, mis tehakse betoonist ja peenematest raudadest, kus



Joon. 68. Raudbetoon-plaadi armatuur ja toed.

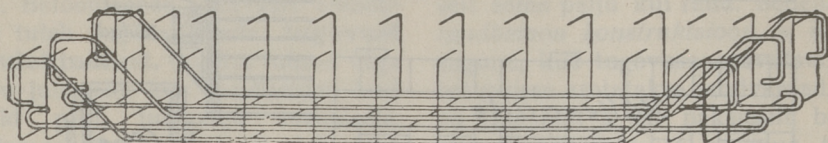
juures raud on teataval viisil ja hulgalt asetatud betooni (joon. 67-a, III). Nendest ehitusviisidest viimasega saab kõige kandetugevamat ja tulekindlat lage.

Raudtaladega betoonlage ehitades

II. Näitab betoonlae valamise rakendusi, mis võimaldavad raudtalasid ümbritseda vähemalt 2 sm paksuse betoonikihiga.

III. Raudbetoon-lae läbilõige.

Raudbetoon lagede paksuse ja ük-



Joon. 69. Raudbetoon-tala armatuur.

on tarvis nõuda, et raudtalad ümber ringi või vähemalt altpoat 2 sm paksuse betoonikihiga kaetaks, mis rauda kaitseks nii kuumuse kui ka roostetamise vastu.

Joon. 67-a on näidatud tüübilised betoonlaed:

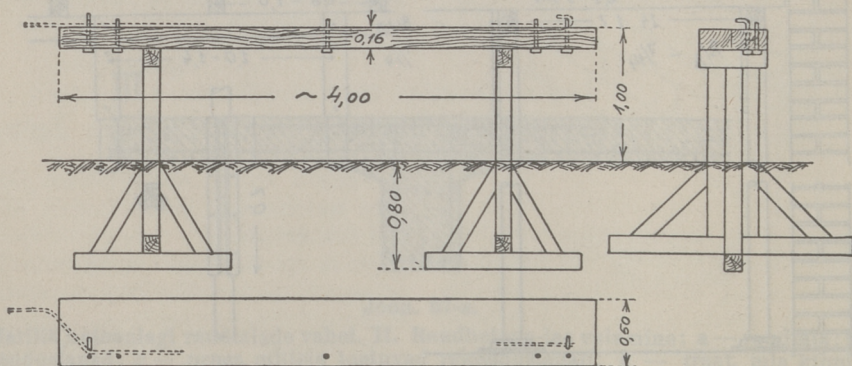
I. Betoonlagi raudtalade vahel, nagu ta harilikult meil valatakse; raudtalade kaitseks tule vastu lagi peab saama krohvitud tsementkrohviga 2 sm paksuselt. Lae pääl peab olema poorne täide, mis on kõla- ja soojusteisolaator. Et kõla ei kostaks ühe korra päält teisele, on soovitatav puupõranda laagid asetada mitte raudtaladele, vaid isolatsioonkihile talade läheduses.

iskute talade ning raudade mõõdud peavad igakord vastavad eriteadlaste kindlaks määrama, sest need mõõdud ripuvad ära mitmesugustest asjaoludest, ning nende määramine nõuab tugevuse arvutust.

3. **Segusid**, mida tuleb tarvitada betoonlagede juures, oleks soovitada järgmisi, eeldusel, et liiv ja teised osained vastavad ülaltoodud (II, b-d) tehnilistele nõuetele:

a. Väikeste võlvide jaoks, nagu keldrivõlv, 1 osa tsemendi päälle võtta kas 5—7 osa kruusaliiva või 2,3—3 osa liiva ja vastavalt 3,5—5 osa kiviüllustikku või jämedat kruusa.

b. betoonlaed raudtalade vahel: 1 osa tsemendi päälle võtta kas 5—6 osa kruusaliiva või 2,3—2,8 osa liiva ja vastavalt 3,5—4,2 osa üllustikku.



Joon. 70. Armatuur-raudade paenutamise pukk.

c. raudbetoon laed: 1 osa tsementi ja 4—5 osa kruusaliiva, või 1,9—2,3 osa liiva ja vastavalt 2,8—3,5 osa killustikku. Killustiku peab 2,5 sm. aukudega sõelast läbi laskma.

Raudade läbimõõdud on: taladel 15—25 mm, laeplaatidel 7—10 mm ja rangidel 4—8 mm.

Raudade paigale panemisel kui ka betoonimise juures tuleb erilist rõhku



Joon. 71. Lae betoonimise eel asetatakse raudarmatuur; puukastid jäävad betooni alla.

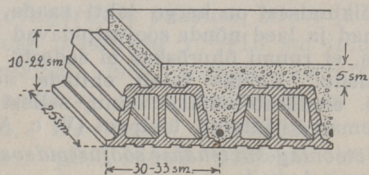
4. Betoonlae ehitamisel tarvitata-vate *rakenduste* kohta on maksvad need üldised määrused, mis pikemalt loetletud ülalpool (III, c).

Joon. 67 on näidatud rakendus raudbetoon tala jaoks, joon. 68 — raudbetoon plaadi jaoks. Joon. 69 selgitab, missugune peab olema raudbetoon tala armatuur, joon. 70 näitab lihtsat sisseseadet raudade pae-nutamiseks, joon. 71 on näidatud raudbetoon lae valamiseks ettevalmis-tatud armatuur ja rakendused, mis siin ka ühtlasi kujundavad allpool p. 8, c. nimetatud tühjused betoonlaes. Joon. 71-a kujutab raudbetoon lae läbilõiget, kus tühjuskehad on põle-tatud savist.

5. **Armatuur-raud** peavad täp-selt vastama arvutusele, mille selle-kohane eriteadlane peab tegema.

panna raudade õige asetamise ja selle asetuse alalhoidmise pääle töö kestel; raud peab sisse betoonima just selles asendis, mis neile määra-tud. Raud ei tohi jääda liig lähe-dale üksteisele, ega tohi jääda ra-kenduste lähedusse, vaid peavad saama vähemalt 2 sm paksuselt kae-tud betooniga.

Talaraud peab tihedalt katma tsemendipiimaga ning siis alles võib betooni päämassi panna.



Joon. 71-a.

6. **Betoonimine** peab võimalikult vahetpidamata kestma, ööd ja päevad, seni kui terve lagi valmis on.

Segu *konsistents* peab olema pehme või isegi vedel, et segu kergemini täidaks kõik betoonimiseks määratud kohad; viimaseks otstarbeks raudu veidi kergitatakse, et võimaldada betoonil pääseda raudade alla ja et rauad ei jääks rakenduste vastu. Betoonmassi tarvis põhjalikult sorkida, et rauad saaksid hästi ümbritsetud betoonist, ja raudade ümber kui ka välispinda auke ei jääks.

7. **Rakendused** peavad jääma paigale seni, kui betoon on täiesti kõvenenud. See ripub ära ilmastikust ja hoolitsemisest betooni eest (IV, c, e).

Soodsatel ilmadel (madalaim temperatuur üle $+5^{\circ}\text{C}$) rakendused peavad püsima vähemalt:

talade ja tugede külgedel	3 päeva
lagede plaatide all	8 „
talade ja suure ulatusega	
laeplaatide all	3 nädalat.

Tarvilised hädatoed pärast rakenduste lahtivõtmist peavad seisma veel vähemalt 2 nädalat.

Rakenduste mahavõtmine peab sündima ettevaatlikult, ilma suuremate põrutusteta, mis värsketele betoonile võivad olla kardetavad.

8. Betoonlagede kui ka betoonseinte halvaks küljeks tuleb lugeda seda, et betoon laseb võrdlemisi kergesti külma läbi. Selle tõttu, olgu see elutuba või laut, sisemise ruumi *õhurõskus*, sattudes talvel külmale laele või seinale, *sadestub* ehk muutub veeks, mis tilkade näol kas jookseb mööda seina või tilgub laest alla. (vt. VII).

Tilkumisest on kerge lahti saada, kui seinad ja laed nõnda soojustpidavad ehitada, et ruumi õhurõskus ei sadestu neil pindadel. Kuidas tuleb ehitada sooje s. o. elamiskõlblikke seinu, sellest oli lähemalt kirjutatud ülalpool (V, c, A, B).

Betoonlagesid tehakse soojustpidavateks järgmisel viisil:

a. Betoonlaed kaetakse mõne poorse ainega (saepuru, turbamuld, linaluud),

või lautades lihtsalt peetakse lae pääl kogu talve põhukiht, 1 m paksuselt, mis küllaldaselt kaitseb lage külma vastu; kui seina ääres lagi siiski higistab, siis tuleks seda altpoolt katta mõne isolatsioonplaadiga, nagu Celotex, Masonite jne.

b) Betoonlagi kaetakse altpoolt kogu ta pinna ulatuses mõne isolatsioonkihiga, nagu poorne mass, Celotex, või mõni teine isolatsioonaine.

c) Betoonlagi tehakse õõnsustega, (Joon. 71, 71-a).

Millist viisi nendest kolmest abinõust kasutada, tuleks otsustada igakord üksikult, vastavalt kohalikkudele oludele.

9. Kuna betoonlaed on õhukindlad, siis erilist hoolt tuleb kanda ruumi *ventileerimise* ehk tuulutamise eest, vastavate õhuaukude ja õhutorude kaudu; vastasel korral õhk niisuguses ruumis muutub raskeks ja niiskeks. Värsket õhku lastakse sisse seintes ja akendes ettenähtud õhuaukude läbi, halb õhk juhitakse laes oleva augu kaudu õhu väljatõmbe torusse. (Vaata joon. 93-a).

e) *Betoonpõrandad.*

Betoonpõrandad leiavad tarvitust puhtates lautades, aitades, kuivatis-tes, rehepeksuküünides, köökides ja mujal.

Kuna betoon tundub külmana, siis elutubades betoonpõrandaid pole soovitatav teha, või siis betoonpõrand katta kas puupõrandaga või linoleumiga.

Betoonpõrandad on tugevad, vastupidavad kulumisele, hügieenilised ja ei tolma.

Arvesse võttes neid omadusi, betoonpõrandad on majanduslikult kõige kasulikumad teiste põrandatega võrreldes. Kui neid õieti valmistada, siis on nad põlised ja ei nõua korrashoiu kulu.

Juhatusi hää betoonpõranda*) valmistamiseks oleks järgmisi:

*) Neid juhatusi võib kasutada ka treppide, kõnniteede ja betoonmaanteede ehitamisel.

1. Betoonpõrandat ei tohi teha otsekohe maa pääle, vaid enne tuleb panna alla 10—20 sm kruusaliiva, põlevkivituhha, kivikillustiku või ehitusprahi kiht, mis tarvis põhjalikult kinni tampida. Põrandatel, kus on suuremaid raskusi kanda, on soovitatav teha vastavalt tugev kivist alus, et edaspidi ei tekiks põranda vajumist ega pragunemist.

Betoonpõrandate alla loomalaudas, köökides, poodides ja t. ruumides, kus inimesed viibivad, tarvis panna vähemalt 20 sm paksune kiht põlevkivituhka, puusütt või mõnda teist isolatsioonainet.

2. Kui on karta põhjavett, siis põranda alla ja hoone ümber pannakse kuivatusetorud, millede kaudu juhitakse eemale põranda alla tungiv vesi. Niisugused kuivatusetorud peab asetama vähemalt 30 sm sügavamale põrandapinnast ja vesi juhutama eemale kusagile madalamasse kohta.

Ei saa aga põhjavesi ära juhitud, siis tõuseb ta põrandasse, teeb selle niiskeks, ning, kui põrand pole küllalt veekindlaks tehtud, siis suuremal veesurvel vesi ilmub põrandapinnale.

3. Betoonpõranda üldpaksus ripub ära koormatusest. Näiteks, kanala põrandad ei kanna sarnaseid raskusi kui lehmalauda põrandad; järelikult nad võivad olla ka õhemad. Kuid igatahes alla 10 sm betoonpõrandaid ei oleks soovitatav teha. Harilikult betoonpõrandad põllumajanduslikkudes ehitustes tuleksid teha 10—15 sm paksud.

Betoonpõrandaid ehitatakse kas ühest või kahest betoonkihist. Ühekihilisi põrandaid on lihtsam ehitada, kuid nad tulevad veidi kallimad. Kahekihiliste põrandate ehitamine nõuab suuremat oskust, aga sellevastu nad tulevad teatavatel tingimustel veidi odavamad ja tugevamad kui ühekihilised põrandad.

4. Segu vahekord, mida betoonpõrandate juures tuleb silmaspidada, oleks ligikaudselt järgmine:

Ühe kihiga põrandatel 1:2:2,5 kuni 1:2,5:4, s. o. 1 osa tsementi, 2 kuni 2,5 osa liiva ja 2,5—4 osa kruusa või killustikku (mahu järgi).

Kahe kihiga põrandatel: aluskiht — 1:3:5 kuni 1:4:7, pääliskiht — 1:1,5 kuni 1:3.

Osaainete hulga väljaarvamiseks olgu siinjuures tähendatud, et liiva + kruusa või killustikku tuleb võtta mahu järgi umbes 35% enam, kui valmisbetooni maht on. Osaainete hulka betoonpõranda ehitamisel selgitab tabel Nr. 5 raamatu lõpus (VIII, 5).

5. Liiv, kruus ja killustik, eriti veel päälispinna jaoks, peavad olema, nagu ülalpool (II b, c, d) seletatud, kõvad, teravakandilised ja täitsa puhast; vastasel korral põrand tuleb nõrk.

6. Segu valmistamine peab toimuma nii, nagu lähemalt seletatud ülalpool (IV, c). Vett tarvis lisada ainult niipalju, et mass oleks muldniiske, sest muldniiskest massist võib saada kõige tihedamat, tugevat ja vastupidavat betooni; niisugune põrand ei pragune. Kahe kihiga põrandatel pääliskihi jaoks peab tarvitama veidi niiskemat segu kui aluskihi jaoks.

7. Kui aluspind on kuiv, tuleb seda enne betooni kohaleasetamist niisutada, et ta ei imeks betoonmassist vett välja, mida vajab tsement enda kivistumiseks.

Siis hakatakse asetama betooni. Betoonpõranda paksuse, laiuse ja kalakuse määravad 10—15 sm laiused servlauad, mis aegsasti asetatakse betoonitava koha ümber ja ta pinnale. Servlauad kinnitatakse alusesse püstilöödud pulkade külge; need pulgad ühtlasi märgivad betoonpõranda paksuse.

8. Betoonmass aetakse ühetasaselt mööda alust servlaudade vahel laiali ja *tambitakse* kinni. Mida põhjalikumalt tampida, seda tihedam ja vastupidavam tuleb pörand. Tampimine või tihendamine võib sündida ka *õienduslauaga*, millega edasi-tagasi mööda servlaudu liugledes võetakse üleliigne betoonmass maha; siis hõõrutakse betooni päälispinna seni, kuni ta täitsa ühetasaseks saab; selles juures servlaudad määravad betooni pinna kõrguse ja ta tarvilise kallakuse. Suurte pörandapindade betoonimisel pörand jagatakse servlaudadega vähemateks pindadeks, mida on kergem betoonida; betoonimist alatakse seina äärest, täidetakse ja tehakse valmis üks vahe, siis võetakse servlaud ära ning *tambitakse* täis järgmine vahe jne. Joon. 56 selgitab betoonpöranda valmistamist.

9. *Betoonmassi peab ära tarvitama* sooja ilmaga *ühe tunni jooksul* ja jaheda ilmaga $1\frac{1}{2}$ —2 tunni jooksul pärast vee juurelisamist segule. Tarduma hakanud mass ei kõlba.

10. Kõvenenud *betooni ühendus uue betoonkihiga* võib ainult siis tulla veekindel, kui kõvenenud pind enne teha krobelseks, hästi ärapuhastada ja määrada tsemendipiimaga, mille peale tuleb siis asetada uus betoonmass.

11. Kui pörand tehakse *kahes kihis*, siis päälmise kihi, mille paksum 1 — 2 sm, peab kohe, s. o. *enne alumise kihi tardumist*, peale panema ja kõvasti kinni *tampima* või *hõõruma*. Hõõrumine sünnib lauaga $2,5 \times 10$ sm, mida serviti liigutatakse edasi-tagasi mööda päälispinna, kusjuures *hõõruv* laud mõlema otsaga peab asuma servlaudadel. Siis võetakse servlaud ära, nende ase täidetakse seguga ning pörand hõõrutakse silujaga tasaseks.

12. Betoonipinna lõpulikuks silumiseks ehk *lõpetamiseks* on tarvis teda *enne tardumise lõppu* veel kord

üle hõõruda kas puust ehk rauast *silujaga*. *Puulauaga hõõrumine* teeb pörandapinna kõvaks, ühetaoliseks ja jätab selle veidi *koredaks*, nii et käimisel ei ole karta libisemist, mis eriti loomadele oleks hädaohtlik. Puust silujaga lõpetatud pörandapind on vastupidavam kulumisele kui raud silujaga hõõrutud ehk lihvitud pörand.

Hõõrumine raudsilujaga on soovitatav ainult sääli, kus tarvis saada hästi *siledat* ehk libedat ja ühtlasi ka veekindlat pörandapinda, nagu köökides, loomakünades, virtsarennides; samuti ka kanalates ning aitades, kus tuleb vilja kühveldada, betoonpörandad peavad olema hästi siledad, et kanad ei nüritaks küüsi ning et labidad ära ei kuluks.

Raudsilujaga hõõrudes tuleb vilumata töölistel vahest ette, et pörandapinda mõnes kohas liig palju nühitakse, mis läbi tsement „surnuks hõõrutakse“. Niisugusel juhul harilikult pörandast lööb lahti õhukene päälisikiht.

Päälisikiht võib lahti lüüa ka siis, kui seda aluskihile asetatakse ilma p. 10 tähendatud ettevalmistuseta.

13. Värsket betooni peab hoidma enne aegse kuivamise eest, sest see teeb ta rabedaks. Sellepärast *tuleb kaitsta pörandat päikese ja tuule eest*, kattes teda riietega, kottidega jne. Katta tuleb kohe pärast pöranda valmissaamist, et vesi ei saaks äraaurata betooni pinnalt.

14. Edasi tarvis *kasta* pörandat igapäev või teisiti hoida seda alati niiske. Selleks on soovitatav laotada tahenenud pöranda peale järgmisel päeval 3 — 6 sm paksune kiht marga liiva, saepuru või sammalt, ning seda kasta igapäev; ka kõlkad ja õled on hääd betoonpöranda katmiseks. Riided, mis olid enne peale pandud, tulevad ära võtta. Kinnises ruumis tehtavaid pörandaid ei tarvitse katta,

kui ukSED ja aknad alati kinni hoi- takse ning pörandat niisutatakse.

Mida kauemini kasta, seda kõvem ja vastupidavam tuleb betoon; kauemini niisutatud betoon ei pragune ka nii kergesti. Üldiselt, *betoonpörandaid peab kastma vähemalt 3 nädalat*. Katsed näitavad, et betoon, mida niisutatakse 3 nädalat, on 2 korda vastupidavam kui betoon, mida ainult 3 päeva niisutatud. (Vaata joon. 31.)

15. Kui tahetakse *hoiduda kõnniteede* ja t. lahtiste betoonpörandate *pragunemisest*, siis betoonisse on soovitatav *asetada ümmargusi raudvarbu*, läbimõõduga 6—12 mm. Üksikud raud olgu omaval- hel hästi ühendatud. Vastavalt pörandatähtsusele, koormatusele ja asukohale, raud tuleb panna 0,5 kuni 3 kg ühe ruutmeetri peale. Ka sääl, kus pörandal on alaline raskuste liikumine (meite- reid), on soovitatav neisse kohtadesse sisse valada raudlatte läbimõõduga ligi 10 × 25 mm.

Paisumise-kontraktsioonfuugid tuleb teha kõnniteedel iga 10—12 m tagant. Need fuugid ehk praod peab asfalti täis valama.

16. Pörandad, kuhu võivad sattuda happed, lehelised ja orgaanilised vede- likud, nagu sellest lähemalt seletatud all- pool (VI), tulevad teha hästi tihedad ja katta vastava *kaitseainega*, nagu vee- klaas, *Laosin* (piimatalituste, kaupluste ja ladude pörandatel), estobitumen, as- faltemulsioon, Gabrit või Inertol (virtsa- rennides, laudapörandatel ja m.)

17. Pörandale, kus eriti elav ning raske liikumine, on soovitatav pälispinnale selle valmistegemisel riputada n. n. *terasbe- tooni* (prof. Kleinlogeli patent), mis on peenikeste teraslaastude puru ja karbo- rund kivikildude segu. Niiviisi kaetud pörand on eriti vastupidav kulumisele.

18. *Veekindla betoonpörand*a saab, kui täpselt täidetakse kõik ülaltähenda- tud näpunäited, on aga karta, et osaai- ned pole mitte kõige paremad ja tööjõud puuduliku vilumusega, siis on soovitatav betoonsegu veesse lisada mõnda *tihen- dusainet*, nagu *Biber-F*, *Riunit*, *Sika* ja t.; see tõstab betooni veekindlust.

Kui betoonpörandat tuleb teha alalise põhjavee surve all, siis enne peab põh- javee kogumiseks kaevama augu pöran- dassa või selle lähedusse, ning sellest august kogu aeg vett välja pumpama, seni kui betoon on tardunud. Mõne päeva

pärast, kui betoon on juba kivenenud, auk tuleb tühjaks pumbata, ning, val- mistades lauatiiki päälle tsementsegu 1:1 — 1:2, millesse on lisatud kiirsiduvat ainet (*Biber-S*), panna selle seguga auk kinni ja pigistada laud kõvasti päälle. Veekindlate ja kiirsiduvate ainetega üm- berkäimisel soovitatav täpselt toimida vas- tavate firmade juhtnõrde järgi.

19. Betoonpörandad kaetakse va- hest ka *tsement- ja mosaiikplaatidega*, mida valmistatakse eriliste pressidega nelja-, kuue-, ja kaheksa- kandilistena, kas päält täitsa siledad või soonelised, värvitud, lihvitud või mõne teistsuguse pälispinnaga. Plaa- tide keskmised mõõdud on 20 × 20 sm.

Nende plaatide alla tehakse betoon- alus segust 1:3:5 — 1:4:6 ning selle päälle pannakse siis plaadid tsementseguga 1:2, kusjuures tuleb hästi loodida, et plaatide pälispind oleks vesiloodis või tarvilise kalla- kuga. Plaatide vahed täidetakse tsemendipiimaga.

Tsementplaatidest pörand on nä- gus, vastupidav, veekindel ja ei tolma.

20. **Lihtsamaid pörandaid** võib ehitada järgmiselt: aluskihi päälle laota- takse 10 sm paksune kiht kivikillus- tiku, tasandatakse ja tambitakse kinni. Siis tehakse hästi pehme tsementsegu kõva liivaga, vahekorras 1:2 — 1:3, ning valatakse killustikukihi päälle, aetakse laiali ja veidi sorgitakse raud- rehaga, et segu täidaks kõik killus- tiku vahed. Siis antakse pörandale nõuetav kallakus joonlaua järgi, üht- lasi üleliigset segu ära kraapides; pö- randapind hõõrutakse tasaseks ja ti- hedaks.

Tunni 2—3 pärast, kui segu on alles sitke, tarvis veel kord pörandat hõõruda, kas silumislauaga (koreda pinna saamiseks) või raudsilujaga (tiheda pinna saamiseks), nõnda kui sellest on lähemalt seletatud ülal- pool, p. 12.

Muus osas tuleb toimetada p. p. 13, 14, 16 ja 17 järgi.

f) Betoontrepid.

Betoontreppede sobib ehitada igale kohale, kus on nõuetavad ja tarvilikud kivitrepid sise- ja välistreppidena, sest betoontrepp on sama vastupidav kui kivitreppki, hinnalt aga palju odavam, umbes võrdne puutrepile.

Betoontrepi hääks omaduseks tuleb lugeda ta *tulekindlust* ning *põlisust*. Isegi raudtrepid varisevad tules kokku, betoon aga kannatab välja 1000° — 1500° C. Kivitrepid, saades tulekahjul märjaks, lõhenevad, raudbetoon trepid aga mitte.

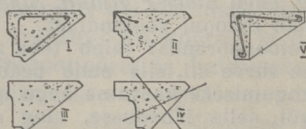
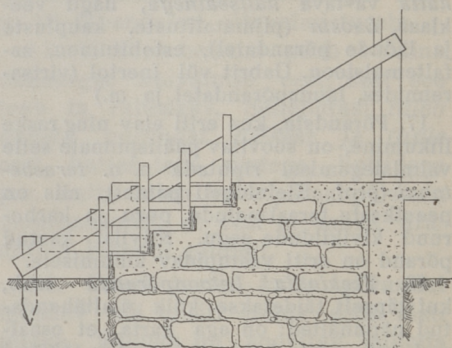
Betoontreppede on võimalik ehitada kahel viisil: *üksikutest astmetest* ja *massiivtreppina*. Üksikutest astmetest ladumist praktiseeritakse kordade-vaheliste ja üldse pikemate treppide ehitamise juures. *Betoonastmed* loetakse niisamuti kui pae- ehk raudkivi astmed, kinnitades ühe otsa seina sisse jäetud pesasse, teise otsa raudkandja pääle, ehk ka, harilikult lühemate astmete juures, vabakandelise treppina, ilma raudtalata. Astmete arv oleneb hoone kordade-vahelisest kõrgusest. Trepi tõus võib olla mitmesugune ning kõikuda vahekordade 1:1 ja 1:2 vahel. Tõus 1:1, s. o. kus astme kõrgus on võrdne astme laiusele, on tarvitata järskude treppide ehitamisel, niisugust tõusu võib anda ainult kõrvalistele, vähekäidavatele treppidele. Tõus 1:2, s. o. astme kõrgus on poole väiksem astme laiusest, on viimane soovitatav lame-duse mõttes, ja see tõus antakse laiadele paraadtreppele, koolitreppidele jne.; need trepid tarvitavad palju ruumi. Harilikkude elumajade treppide tõus valitakse nende kahe piiri vahel, järgmise tabeli järele:

Astme	sentimeetrites					
kõrgus . . .	15	16	17	18	19	20
laius	30	28	26	24	22	20

Astmelaiuseks loetakse vesiloodis mõõdetud astmete ninade (väliste servade) vahet.

Betoonastmed tehakse kahte tüüpi: a) *harilikkud astmed*, mida tarvitatakse treppidel, kus ilunõuded ei seisa esiplaanil, b) *mosaiik- või kunstkiviastmed*, mille välispind on ilustatud mosaiigiga või mille välispinna valmistamiseks on tarvitatud betooni mitmesuguste ja värviliste lisandustega.

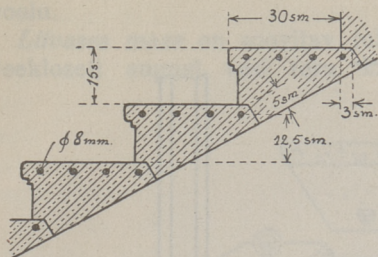
Astmed valatakse tarvilises pikkuses vormi, päälispind allpool. Päälispinna valmistamiseks võetakse eriline segu, harilikkude astmete jaoks tsemendi ja kõvateralise liiva segu 1:2, mosaiikastmete jaoks tsemendi-marmoripuru segu vahekorras 1:2 ehk 1:2,5, 10—20 mm paksuse korrana; see kord tambitakse kinni ja vormi ülejäänud osa täidetakse betoonseguga 1:6—1:7, tampides iga kihti. Armeeritud astmete juures asetatakse kandjad rauad ja rangid vormi kohe pääle pääliskihi kinnitampimist, ning betoonsegu nende astmete tegemiseks võetakse veidi pehmem ja mitte lahjem



Joon. 72.

kui 1:5. Kandjad rauad valitakse läbimõõdus 8—12 mm, rangid 4—6 mm; raudade arv 1—4, vastavalt trepi koormatusele (joon. 73).

Tarvilise tardumise järele vabasta-



Joon. 73.

takse aste vormist ja ta pälispind hõõrutakse siledaks lihvimiskiviga.

Väga käidavatel või niisugustel trepidel, kus tuleb palju kanda ja tõsta raskusi, nagu töökodades, piimatalitustes jne., on tarvilik astme äärt kõvendada *nurkrauaga* (joon. 72, II) või teha trepi pälispind *terasbetoonist* (V, e, 17). Astme nina kindlustav nurkraud ühes varemalt külgeneeditud harkhaakidega asetatakse vormi enne astme valamist.

Materjali kokkuhoiu mõttes võib valada astmeid ka mitte massiivsetena, vaid põikribidega, nagu näidatud joon. 72, V. Iga astme all on sel juhul 2—3 ribi.

Astme profiili valimisel oldagu tagasihoidlik: võetagu võimalikult lihtsad astme ninad (joon. 72, I, III). Keerulised profiilid ja pikad astme ninad (joon. 72, IV) võivad murduda. Neist tuleks hoiduda.

Hoonete välistreppede harilikult ei laota üksikutest astmetest, vaid valatakse tervikuna, sest rakenduste valmistamine neile on võrdlemisi lihtne töö (joon. 72). Välistreppid valatakse sellekohasele kivialusele või jäetakse alt õõnsaks, tehes alusmüüri ainult alumisele astmele. Mõõduandev ühe või teise viisi valikul on hind: terve

kivialuse tegemine osutub mõnikord odavamaks kui alumise rakenduse tegemine ning astmete ja podesti armeerimine. Välistreppide *vundamendid* peab asetama samasuguste põhimõtete järgi nagu hoonete vundamendid (V, a).

Trepi astmete pälispinnad tarvis valmistada hästi vastupidavad kulumisele. Trepi valmistamisel tuleb täpselt käsitada juhatusi, mis antud betoonpõrandate valmistamise kohta (V, e).

g) Mustuseaugud.

Betoonist tehtud mustuseaugud, prügikastid, klosettide augud, septik-tankid, klaarimisbasseinid ning mustavee-torud on tihedad ja põlised; nende valmistamine on ka lihtne. Puust tehtud kloseti- ja prügikastid mädanevad väga ruttu läbi, nende pragude vahelt voolab vedelik välja, ning kallis väetisaine läheb kaduma, rääkimata sellest, et haisev vedelik mürgitab õhku ja joogivee kaeve.

Meil maaoludes sobiv **kuivkloseti auk** on näidatud joon. 74. Seda on kõige lihtsam ehitada vundamendi valmistamise ajal. *Segu* peab olema 1:3:5, ning tarbekorral auk tuleb seestpoolt katta tsementkrohviga 1:2.

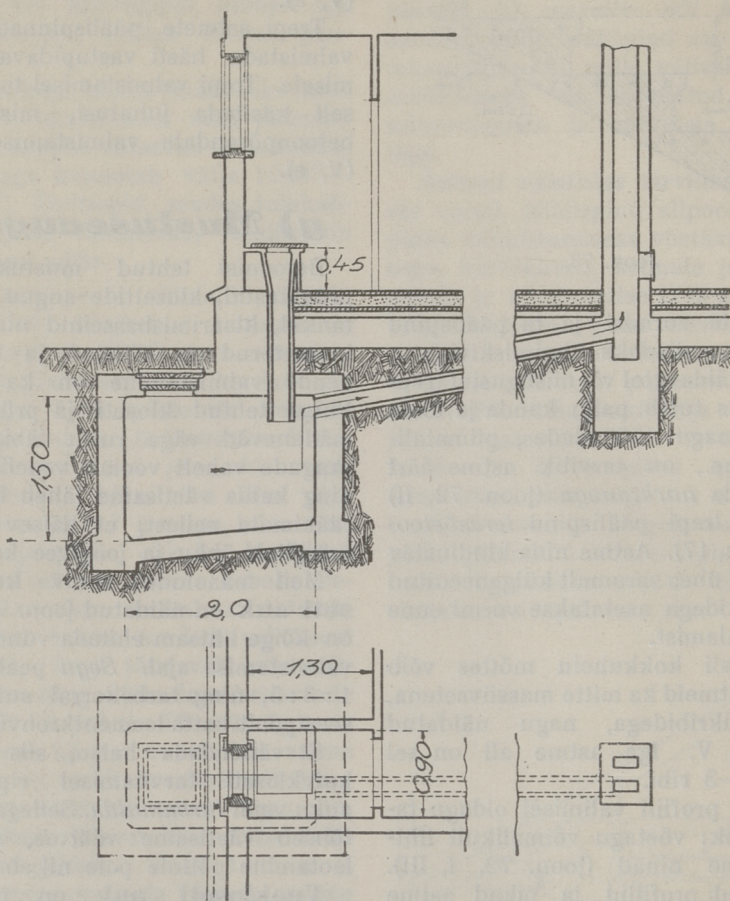
Et vähendada haisu, siis sarnase kuivkloseti tarvitamisel riputatagu auku veidi *turbamulda*. Sellega ühtlasi tõuseb väetisaine väärtus, ning ta laotamine põllule pole nii ebamugav.

Veekloseti auk on näidatud joon. 75. Augu põhi ja seinad on tehtud betoonist. Sarnast betoonkasti võib valmistada nii, nagu veetanki (V, j).

Veekloseti auk koosneb *kolmest osast*, mis üksteisest eraldatud poole kastini ulatuvate *laudseintega*; need laud käivad vastavates nuutides, mis seintesse tehtud; kasti puhastamise ajal võetakse need laudseinad ära. Vaheseinte eesmärk on mitte lasta

koguneda paksu ja paberitükke vee väljavoolu toru otsa ette. Äravoolu kergendamiseks tehakse äravoolu toru ots kaheharaline, nagu näidatud joon. 75. Kasti kaas valmistatakse

kanalisatsiooni torru, kraavi või kuristikku. Kus ei ole ei üht ega teist vee äravoolu võimalust, säääl äravoolu toru juhatakse põllule, aeda või heinamaale; säääl toru hargneb mitmeks



Joone 74. Kuivklosett.

raudbetoon plaatidest, mis tehakse nii suured, et neid käsitsi suudetaks tõsta. Et vedelik kastis ei jäätuks, kasti kaane päälle pannakse mõni kate (liiv, muld, turbamuld, kuuseoksad).

Äravoolu-toru viiakse tarvilise kalakusega majast kaugemale kas üld-

väiksemaks toruks, millede kaudu mustusvedelik imub maasse. Harutorude arv ja pikkus oleneb maakihi iseloomust.

On vedelikku palju, ning kardetakse, et ta võiks põllule kahjulikuks saada (nagu meiereide pesuvesi), siis mõni meeter harutorude otstest eemal

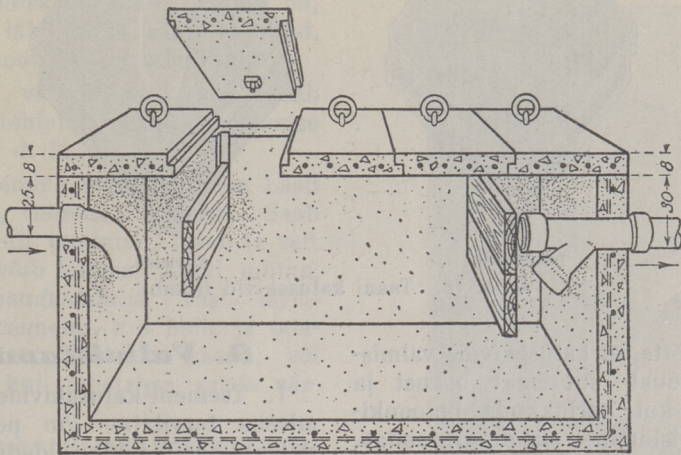
ja veidi allpool neist pannakse maa sisse *drenaazhtorud*, mis omakord imevad maa seest nütüd juba selginud vedeliku ning juhivad selle ühise *magistraali* kaudu kusagile veeärvoolu.

Liivases maas on soovitatav juhtida veekloseti august vesi toru kaudu

b) Tsement-katusekivid.

Katuste kattematerjaliks peamiselt tarvitatakse meil: maal — pilpaid, sindleid ja õlgi, linnades — raudplekki, tõrvapappi või katusekive.

Kuid puu- ja õlekatused on äär-



Joon. 75. Veekloseti auk.

majast eemale, aeda või heinamaale kaevatatud auku, mis täidetud kividega. Kivide vahelt vesi imbub maa sisse.

Et mustvesi torudes ei saaks ära külmada ning sellega torustikku lõhkuda ja veevärki seisma panna, *asetatakse torud allapoole külmamise piiri* (V, a, 2).

Väiksemas majapidamises veekloseti auguna võib tarvitada põhjaga kaevurõngast, mis jagatud ühe püstvaheseinaga kahte ossa.

Prügikastid tehakse betoonist või raudbetoonist mitmesugustes mõõtudes, vastavalt otstarbele. Nende ehitamiseks võib tarvitada segu 1:6—1:7. Seest ja väljastpoolt prügikastid tarvis krohvida tsementseguga 1:2.

miselt tulekardetavad. Pääle selle puu on hää eksportkaup, mida kasulikum välja vedada kui kodus katuseks tarvitada. Edasi, sindlikatuse iga ei ole kuigi suur. Mis puutub plekkkatustesse, siis siinjuures ei tohi unustada seda, et plekk on väljamaa kaup, mida kalli välisvaluuta eest peame sisse vedama.

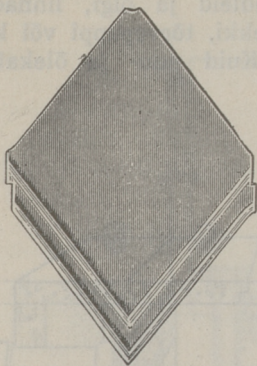
Sootuks teised on lood kivitakuste puhul; neist, eriti hinna ja valmistamise lihtsuse poolest, on *kõige vastuvõetavamad tsementkividest katused*. Hää tsement-katusekivi ei kõdune, on tugev, ei muuda vormi ja kannatab kuni 1000° C kuumust.

Tsement-katusekive valmistatakse eri pressidega, milledest meil kõige rohkem levinud on n. n. Gaspari

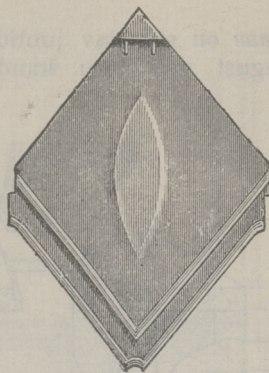
pressid (joon. 78). Iga pressi juures peab olema mitusada terasest alusplaati, mis maksavad aga umbes 2 kr. tükk; ja see teebki selle pressi koguseadise võrdlemisi kalliks. Kui veel

tsementkatuste üle on just tingitud meistrite vilumatusest.

Hääde tsement-katusekivide valmistamise ja tarvitamise juures tuleb silmas pidada alljärgnevat.



Päältvaade.



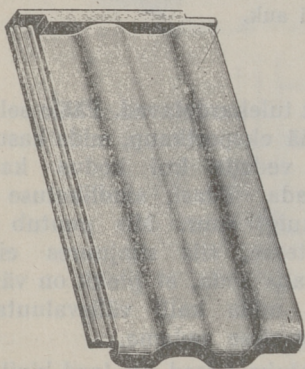
Altpaade.

Joon. 76. Taani katusekivi (romb).

arvesse võtta, et katusekivide valmistamine nõuab suuremat oskust ja vilumust kui harilikkude betoonkivide valmistamine, siis on arusaadav,

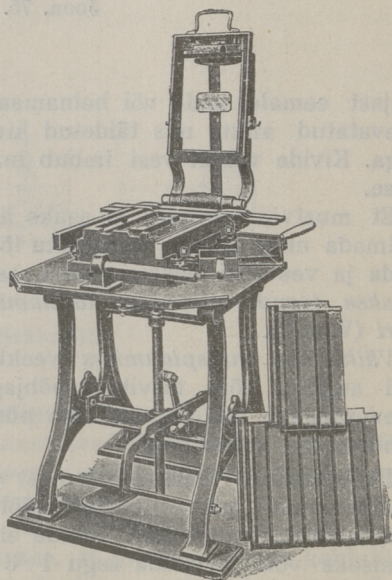
A. Valmistamine.

1. Tsement-katusekivide valmistamiseks tarvitatav liiv peab olema täitsa puhas, ei tohi sisaldada prügi, savi



Joon. 77. Dopelt-valsiga ehk sooline kivi.

miks igal majaehitajal ei ole mõtet ise hakata katusekive valmistama, nii nagu valmistatakse betoonkive, vaid et ainult vilunud ja kogenud ettevõtjad ja töölised tohiksida teha seda tööd. Senised nurisemised halbade



Joon. 78. Katusekivi press.

ja orgaanilisi aineid; liivaterade ülemäär on 3 mm; liiv peab olema mitmekesise teraga ja hästi astendatud. Ka *seguvesi* peab olema puhas, kõige parem on vihmavesi (II, b, c).

2. *Segu* peab olema vähemalt 1 : 3, s. o. 1 osa tsementi 3 osa liiva pääle.

3. Segada tuleb *põhjalikult*, ning vett pritsida kastekannust seni, kui *segu* muldnuiskeks saab. Pareml on, kui *segu* läbi sõela saab loobitud, nagu ülalpool (IV, c) seletatud.

4. Kõik valmistetud *segu* peab kivideks tehtama enne tardumise algust (IV, d. 5).

5. Tampimine peab sündima hästi põhjalikult, vähemalt 3 korda. Saab kivi hooletult tambitud, laseb ta vett läbi ning võib kergesti katki minna. *Glasiur-tihenduskihina* tuleb tarvitada kas tsementi, kui halle ja odavamaid kive tahetakse saada, või värvsegu, kui tahetakse saada värvilisi kive.

6. *Värvsegu* ei tohi sisaldada mingisuguseid kivile kahjulikke lisandusi, samuti ei pea ise koosnema ainetest, mis kuivalt või niiskelt võivad kahjulikult kivi pääle mõjuda. Värv peab olema nädal enne tarvitamist ühes tsemendiga hästi ära jahvatatud kuulveskis, et katmisel kivi pinnale triipe ei tekiks. Glasiurkihi moodustamisel tuleb värvi vähemalt 2 korda sõelaga pääle raputada. Värv või vee sisse on soovitatav lisada tihendusaineid (nagu vesiklaas, Biber, Riunit), või selle asemel valmiskivi katta veekindla ainega (nagu Arbagit). Lõpulikult valmistetud päälispind peab olema täitsa ühetaoline ja sile (mahaarvatud loomulikud sooned ja valtsid).

Katusel väljapaistvad kiviservad peavad olema kaetud sama värviga nagu kivi; kui seda mitte teha, siis need kohad võivad minna sammeldama. Pääle selle, katusel on palju

kenam väljanägemine, kui kõik kivipind on ühte värvi.

7. Katusekivide kinnitamiseks roovlattide külge igal kivil peab olema tehtud ülesse serva *naelauk*, aga veel parem *traadiauk* ehk *silm* põikribisse kivi aluspinnal; kui aga tegemise ajal *traat* asetatakse kivisse, siis traadiga peab olema varustatud



Joon. 79. Katuse katmine tsementkividega vana pilbaskatuse pääle.

vähemalt 20% kive. Lahtisel ehitusel, s. o. säääl, kus tuul võib katuse alla pääseda, varustatakse traadiga kõik kivid. Kinnituseks tohib tarvitada ainult hääd, tsingitud traati.

8. Kivide *valmistamine* peab sündima *kinnises ruumis*, kus õhutõmbust ega külma karta ei ole; soe ja niiske õhk on tarvilik. Temperatuuri muutmine takistab kivide kõvenemist ning toob valkjaid plekke kivi päälispinnale.

9. Kive ei tohi enne kolmandat päeva alusplaatidelt ära võtta, ja sedagi tingimusel, et kivid küllalt kõvad oleksid. Virnadesse ladudes peab kivide ridade vahele panema laudu või õlgi, et alumistel kividel poleks karta purunemist ega kriimustusi.

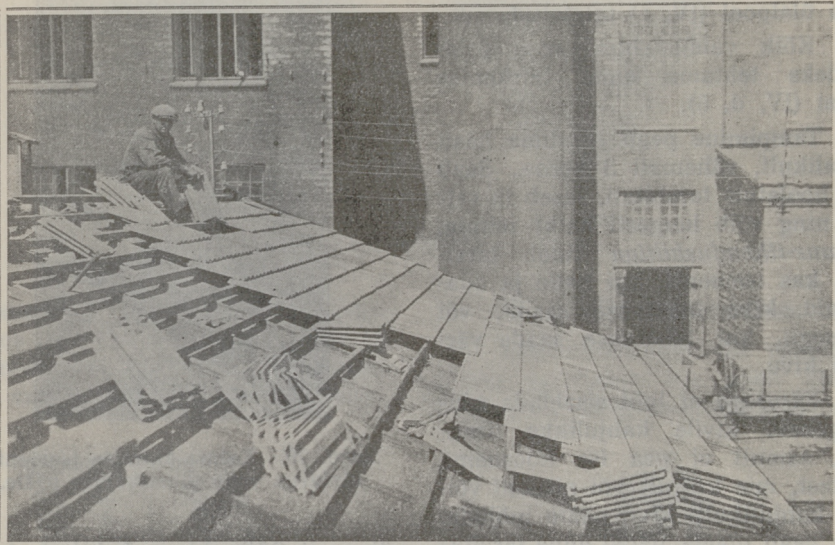
10. Kive tarvis hoida alaliselt *niiskena* vähemalt 15 päeva pärast valmistamist. Temperatuur selle aja jooksul ei tohi olla alla $+3^{\circ}\text{C}$. Edaspidine hoidmine kuni tarvitamiseni võib sündida lahtises õhus, kusjuures samuti on soovitatav kive niisutada.

11. Et kivi päälispinnale ei tekiks valkjaid *plekke*, on soovitatav hoida tööruumi t° ühetaoline ja öösi mitte

hästi sobima üksteisega. Üksikute kivide paksus ei tohi kõikuda üle 1 mm.

2. Vormide määrimiseks tarvitatud mineraalõli ei tohi kivi sisse imunud olla.

3. Viie nädala vanune kivi *peab välja kannatama*, ilma et puruneks, kolmkümmend kg järgmise koormamise juures: kivi asetatakse alusele,



Joon. 80. Tsementkividega katmine vana pappkatuse pääle.

lasta alla 3°C , tarvitada *vihmavett* segus ning värseid kive virna laduda õhuvahedega.

12. Kivide *presse* tarvis vahetevahel kontrollida ja parandada, et kivid tuleksid alati ühesugused.

B. Kivide vastuvõtmine ja proovimine.

1. Kivid peavad olema *väliselt täitsa siledad*, ühesugused ja ilma nähtavate defektideta. Päälsipinnal ja pikiservadel ei tohi olla külgekleepunud liivaterakesi. Kivid peavad

mis teda toetab iga nelja nurga all; aluseks võetakse needsamad tsementkivid, tarvitades tugedeks kandeni-nasid; proovitava kivi keskkoha pan-nakse puuklots, mille aluspind 50×50 mm, puuklotsidele asetatakse 30 kg raskus; proovitavale kivile võib ka selle põiksihis kaks puuklotsi panna, mille aluspind on 25×25 mm; nendele asetatakse aga raskus 40 kg suurus.

4. Kivi *veekindlust* ehk tihedust proovitakse veepritsiga, või 20 sm veesurvega, kusjuures vesi valatakse 5 tunniks nõusse, mille põhjaks on

katsetatav kivi; mõlemal juhul ei tohi kivi aluspinnale veetilkasid ilmuda.

5. Kivi ei tohi praguneda ega ka värvikihis pragusid anda korduvatel (kuni 20 korda) temperatuuri muutustel $+45^{\circ}$ — 35° C. Enne külmetamisproovi kivi peetakse $\frac{1}{2}$ tundi vees.

6. Harilikus suuruses 24×39 sm kivi ei tohi kaaluda üle 2,5 kg. Kivi

huda. *Roovlattideks* kõlbavad terved, teravakandilised latid, läbilõikega 4×5 kuni 5×7 sm, vastavalt sarikate vahele ja katuse kallakusele. *Räästalt* peab olema kivipaksuse võrra kõrgem teistest roovlattidest, et kivide päälispind tuleks õige. Harjalatt peab olema 2—3 sm harjast allpool, nõnda et harjakivid kataksid viima-



Joon. 81.

Tsementkivi-katus on tulekindel, nägus ja odav.

paksus ei tohi olla alla 9 sm ja üle 12 sm.

7. Kivide konstruktsioon peab olema niisugune, et katusel kividevahelisesse pragudesse ei saaks koguneda tolmu, prügi, lehti ega vett, mis tekitavad katuse sammeldamist ning lõhuvad kive, vaid kivide kallakvahed peavad olema päältpoolt kaetud kivivaltsiga.

G. Kivide ladumine ja katuste järelvalve.

1. Kivide aluslatid peavad saama hästi rihitud, et nad kujundaksid ühtlase tasapinna. On mõni sarikas madal — tuleb liist päälle panna, on teisel kühm — see tuleb maha ta-

seid katusekive vähemalt 3—4 sm laiuselt. Räästa ja harja lati vahe jagatakse roovlattidega ühevõrdseteks vahedeks, nii et roovlattide vahe oleks umbes 32 sm ja üks kivi kataks teist umbes 7 sm (joon. 82); mida lamedam katus, seda rohkem peab üks kivi katma teist. Esialgul roovlatid tulevad kergesti kinni lüüa, siis järele vaadata, kas kõik latid kujundavad ühe õige pinna, vastasel korral peab mõnele latile liistu alla panema. On kõik latid ära rihitud, naelutatakse nad lõpulikult sarikate külge kinni.

2. *Katusele tohib panna* ainult hästi kõvenenud kive, mis on vähemalt 5—6 nädalat vanad. Enne päalepanemist iga kivi peab saama läbi

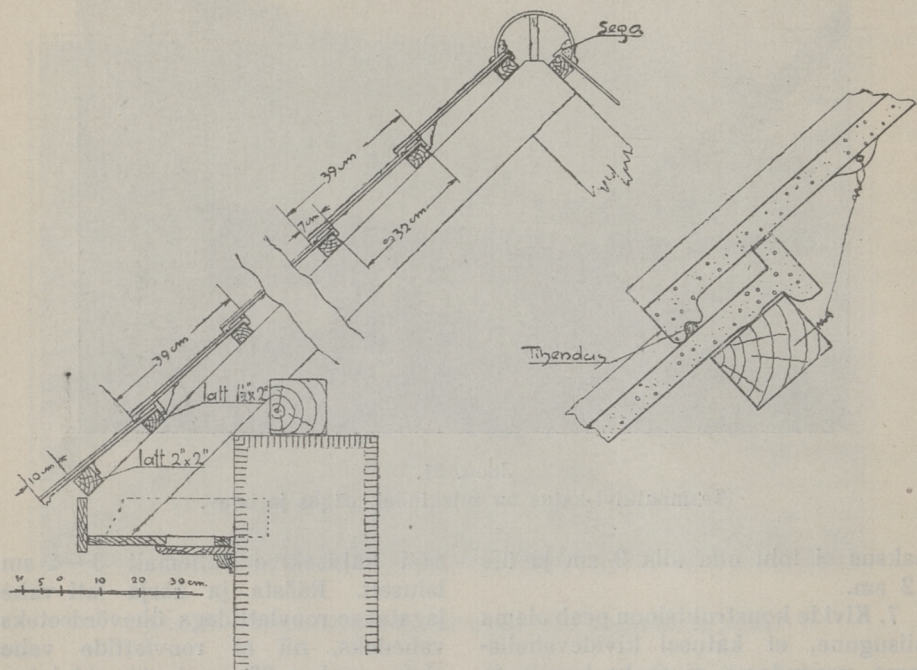
vaadatud, puhastatud, nähtavate defektidega kivid kõrvaldatud. Kivide panemine algab alt, katuse parempoolsest nurgast. Kivid tulevad laduda korralikult, nii et nende kallakja horisontaalvahed ei ületaks 2 mm.

3. *Tihendusena* lumetuisu vastu peab tarvitama kas takunööri, kõrkjaid, või määrima kivide vahesid alt-poolt lubjaseguga, millesse on kasu-

latti löödud pappnaela külge. Harjakivid kinnitatakse ka naeltega vastava serviti pandud laua külge (joon. 82).

5. *Harjakivid* peavad saama kinnitatud kivi servades tsement-lubja seguga 1:1, millesse lisatud veidi loomakarvu. Segu on soovitatav värvida sama värviga mis katus.

6. Valguse otstarbeks pööningul



Joon. 82. Katusekivide ladumine ja kinnitamine.

lik segada loomakarvu. Ka vedela savisegu määrimine ladumise juures kivi servadele tihendab pragusid.

4. Kivid tulevad kinnitada roovlattide külge ladumise ajal. Räästa reas iga teine kivi, mujal iga neljas — viies kivi peavad saama kinnitatud roovlati külge: siis pole karta, et tuul kivid maha ajab. Kivide kinnitamine roovlattide külge sünnib kas naeltega, mis lüüakse kividesse tehtud aukudest läbi, või traadiga roov-

tarvitatakse klaasist katusekive. Korstnate ja luukide ümber tehakse tsingitud plekist vastavad kraed.

7. Katust tuleb perioodiliselt järele vaadata, puhastada lehtedest ja prahist ning aegsasti ära parandada tekkinud rikked.

Lõpuks olgu tähendatud, et toolvärk tsementkivist katuse all ei tarvitse tingimata järsk ja eriti tugev olla, vaid ta kõlbab ligikaudselt samasugune, nagu teistelgi katustel, kui aga sari-

kad ja roovlatid on otstarbekohaselt asetatud.

Vana, lamp pappkatuse pääle on otstarbekohane panna tsementkivi katust; selleks lüüakse katuse pääle kallak liistud, nende pääle tulevad roovlatid ja edasi läheb kivide ladumine nagu ülalpool seletatud. Joon. 80 on näidatud ühe tehase laoruumi katmine tsementkividega vana pappkatuse pääle.

Sel katmisviisil on veel see hää omadus, et laoruumis pole karta higistamistilku külmalt katuselt, sest pappkatuse on isolatsiooniks.

Katusekive on meil mitmet vormi, milledest kõige enam tarvitata- vamad on: *kobrasaba*, n. n. *taani* kivi (romb), *hollandi* ja *rootsi* kivi (lainelised) ning *Gaspari* kivi (sooneline).

Ilu suhtes hollandi ja rootsi kivid ja kobrasaba on vist kõige nägusamad, kuid nende vahesid on veidi raskem tihedaks teha, ja selle tõttu nad lasevad vahest lund läbi. Taani (joon. 76) kivi on aga raske ning nõuab tihedamalt asetatud roovlatte, kuid ta ladumine on lihtsam. Eestis on 30—40 aasta vanuseid taani kividest katuseid.

Gaspari kivi dopelt kinnise valtsiga ja ümariku alusotsaga (joon. 77) on kõige kohasem meie oludele. Ühe ruutmeetri pääle läheb 15—16 gaspari kivi, mõõtudes 24×39 sm.

Kivide hinna kalkuleerimisel tuleb võtta iga 1000 gaspari katusekivi pääle:

portland-tsementi . . . $3\frac{1}{2}$ pütti
puhast liiva alla 3 mm $1,3$ k. meetrit
naftat ja petrool.vormide

võõpamiseks . . . 5—8 kg
tööline, abiliseaga . . . 3 päeva

Harilikult hää *hall* kivi läheb maksma umbes 6—7 senti tükk. Tahetakse teha aga värvilisi kive, siis 1000 kivi pääle läheb veel ligi 12 kg mineraalvärvi, mis tuleb tsemendiga segada, vahekorras, vastavalt värvi hädusele, 1 : 6 kuni 1 : 12.

Värv tõstab kivi hinda umbes 1 sent iga kivi päält.

Katused tsement-kividest tulevad odavamad tsinkplekk-katusest, päälegi nad on kodumaa aimest valmistatud, neid ei tarvitse värvida, nagu raudplekk-katust, nende ladumine on lihtne, nad on *nägusad, põlised* ja tulekindlad.

i) Aiapostid ja plan- gud.

Seni meil tarvitata- vad puupostid mädanevad mõne aastaga, ja nende uuendamine läheb kalliks.

Selletõttu on hakatud tarvitama betoon- ja raudbetoon-poste. *Betoon-poste* on lihtne valmistada, ja kuna nad ei mädane ega kõdune, siis ajajooksul betoonpostidest aiaplang osutub palju odavamaks puupostidest aiaplangust.

Betoonposte harilikult valmistatakse kindla aluspinna pääl (laud, betoonpõrand) lihtsa laudvormi vahel, ja pärast tavalist kõvenemist (mis peab kestma vähemalt 4 nädalat) postid püstitatakse paigale. Üks väga lihtne ning meil laialt tarvitatav postide valmistamise viis on näidatud joonisel 83.

Vorm tehakse 2,5—5 sm paksustest laudadest, millel sissepoole pöörata- vad küljed hõõveldatud; on palju poste teha, siis hõõveldamise asemel võiks tarvitada 1—2 mm raudplekki, mis laudade külge lüüakse. Vormi küljed ja otsad kinnitatakse omavahel poltidega või klambritega ja hoitakse vahetuge- dega paralleelsed. Vormi põhjas on kaks -kujulist auku, millesse pistetakse nurkraud (mõõtudes umbes $30 \times 45 \times 5$ mm). *Nurkraud* on määratud plangu lattide kinnitamiseks, missuguseks otstarbeks nurkraudades on augud ette nähtud. Latte võib ka kinnitada ilma nurkrauda- deta, kas poldiga läbi betoonposti

või jättes posti sisse vastava *augu* lati jaoks; viimane kinnitusviis aga nõuab erilist betooni tugevakstege-mist augu ümbruses.

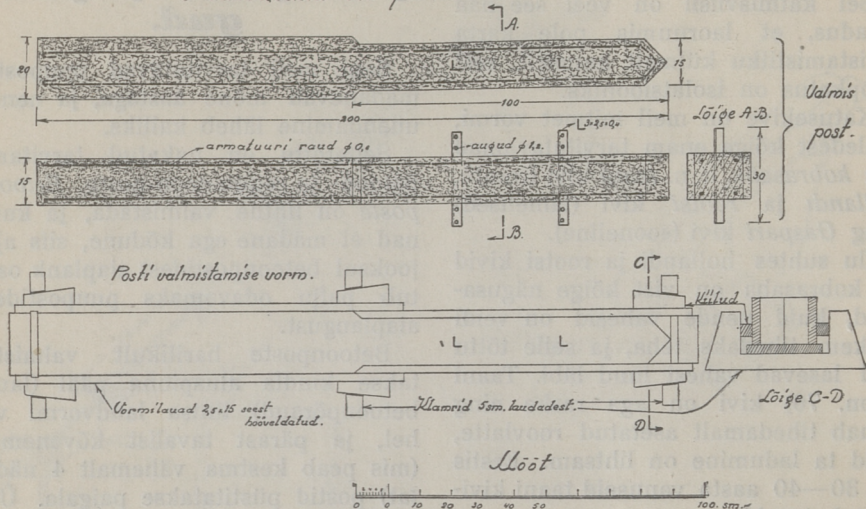
Betoonsegu aiapostide jaoks võetakse 1:4 kuni 1:5, s. o. 1 osa tsemendi päälle 4—5 osa kruusaliiva. Segu konsistents olgu *muldniiske*.

Vormi asetatud segu tarvis hästi tampida, et posti välispind tuleks

Pärast lõpulikku tampimist üleliigne segu tõmmatakse *silumisrauaga* üle vormi servade maha, ja betooni pälispind tehakse hästi siledaks silujaga.

Nüüd eemaldatakse vormi küljelauad ettevaatlikult ja pannakse nad järgmise aluslaua päälle kokku, et uut posti valmistada, kuna värskelt valmistehtud post jääb mõneks päe-

Raudbetoonist oia postid.



Joon. 83. Aiaposti valmistamine.

sile; sellel otstarbel massi tuleb asetada osakaupa 3—4 korda, kuni vorm täis tambitud.

Posti tugevuse tõstmiseks asetatakse postisse vastavalt posti suurusele ning läbimõõdule 3—4 ja isegi enam *raudvarrast*. Viimased võetakse läbimõõduga 6 kuni 12 mm.

Raudarmatuuri otsad peab konksu keerama, et saavutada paremat sidet betooniga. Armatuuri peab asetama posti nurkadesse, kuid nõnda, et ta 2 sentimeetri paksuselt oleks ümbritsetud betoonseguga. Et muldniiske segu hästi ühineks raudarmatuuriga, tuleb viimast enne vööbata tsemendi-piimaga.

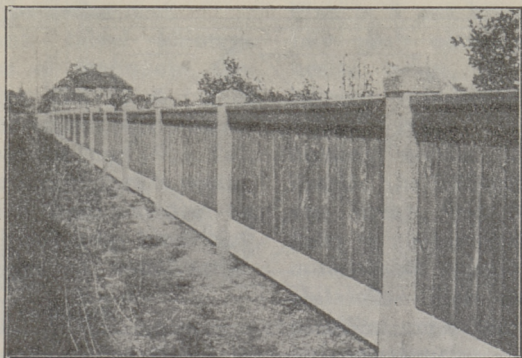
vaks oma aluslaua päälle kivinema. Selle aja jooksul tuleb hoolitseda värskelt valmistatud postide eest, nõnda, kuidas lähemalt seletatud eelpool (IV, e).

Üldnimetatud viisil valmistatakse betoonposte mitte ainult välisaedade jaoks, vaid ka igasuguste teiste ehituste jaoks ja muuks otstarbeks, nagu: maantee kaitse- ja kilomeetri-postid, siis telegraafi-, telefoni- ja elektrijuhtmete postid või nende alused, jne. Niisugused postid on põlised.

Kui tahetakse *värvilisi poste* saada, siis tuleb betoonmassi vastavat värvi lisada (vaata V, k, 6).

Värvapostid kas valatakse kohapääl, püsti, või laotakse vastavatest blokk-kividest, mis annab neile mas-

sokkel, ligi 60 sm kõrguselt, sest see teeb aia tihedamaks väikeste loomade vastu, ja, teiselt poolt, paremini



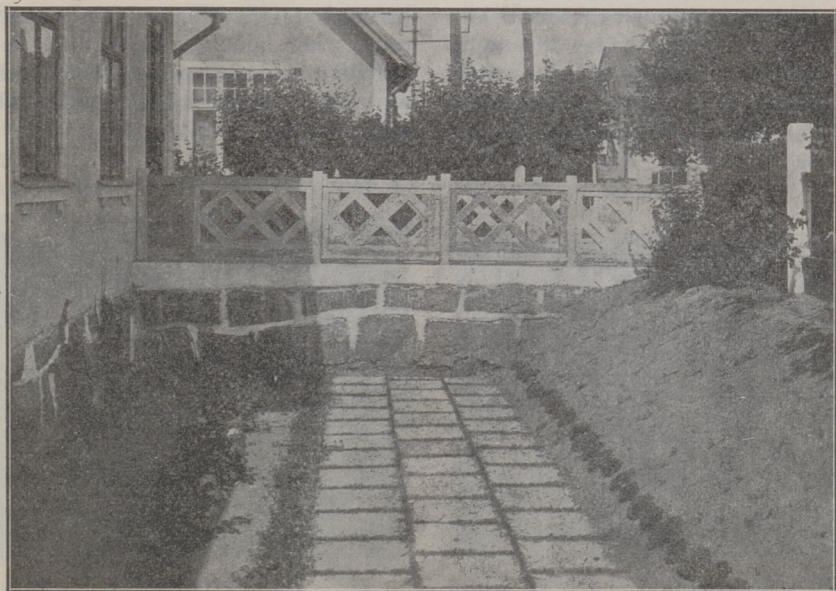
Joon. 84. Betoonist aiapostid ja sokkel on põlised.

siivsuse ja kena väljanägemise; ka tsement-müürikividest saab laduda nägusaid värvaposte.

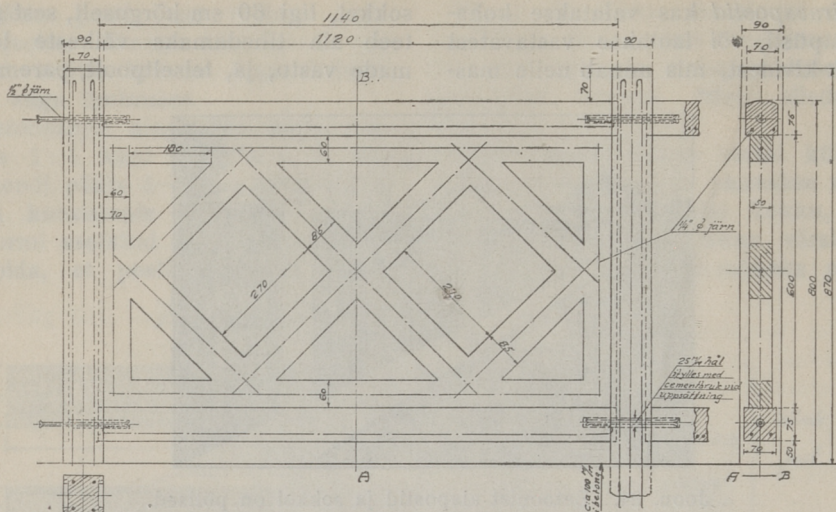
Ülalnimetatud *betoonpostide vahele* tehakse kas laud- või raudaed; viimastele on soovitav ehitada betoon-

hoiab päalmist, puuplanku, mädanemise vastu (Joon. 84).

Soovitakse aga postide vahele samuti *betoonist* täidet või *raamistikku* teha, siis selleks võiks tarvitada konstruktsiooni, mis näidatud joon. 85 ja 86.



Joon. 85. Betoon-aed on nägus ja püsiv.



Joon. 86.

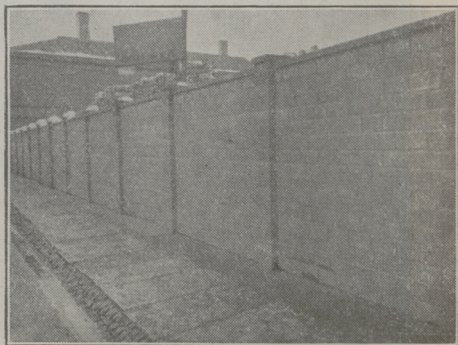
Massiivne plank betoonkividest on näidatud joon. 87—88. Siin postid on tehtud õõneskividest ning plank ise tsement-müürikividest. Õõneskivide kõrgus võrdub müürikivide laiusle. Kuna tsementkivid on vaid serviti laotud ja ilma alusmüürita, siis tugevuse otstarbel kivide ridade vahele asetatakse 2—4 mm raudtraat. Esimene rida kive laotakse laudade

päale; pärast plangu valmisaamist võetakse laud ära. Postid peab asetama tugevale ja küllalt sügavale vundamendile. Postide tugevuse tõstmiseks nende õõnsused valatakse betooni täis, millesse asetatakse 4 rauda, läbimõõduga 6—8 mm.

Kivide valmistamiseks tarvitatakse segu 1:6 kuni 1:8, postide õõnsuste täiteks 1:3:5.



Joon. 87. Aiaplangu ehitamine tsementkividest.



Joon. 88. Valmis plank.

Kuna betoonpostid on võrdlemisi rasked, siis neid tuleb asetada vähemalt 75 sm sügavusele ning nende alla ja ümber panna kive, mis hoiaks neid soovimatu vajumise eest.

Et betoonplank talvel külmaga kokku tõmbudes ei praguneks, jäetakse temasse iga 10—12 m tagant 3—6 mm laiused vahed, n.n. paisumise-kokkutõmbamise fuug (V, e, 15); kummalegi poole fuugi tehakse postid.

Selle ehitusviisi häid omadusi on ta püstitamise lihtsus, odav hind ning tugevus, mida tagavad raudtraadid.

i) Veetankid.

Betoonist *veenõud* ehk *tankid* on põlised, puhtad, tervislikud, ning nende ehitamine odav, mispärast nad on ka leidnud üldist tarvitamist. Mitte ainult veetanke, vaid ka mineraalõlide ja t. vedelikkude tanke ehitatakse betoonist; samuti ka massiivbetoonist silotorne ehitatakse aljargnevate juhatuste kohaselt.

Tsementbetoon-tankide ehitamisel tuleb silmas pidada järgmist:

1. **Vorm ja mõõdud** sõltuvad kohalistest tingimustest ja tanki otsarbest. Neljakandilist tanki on lihtsam ehitada, aga ümmargune tank sama mahu juures tarvitab vähem materjali. Tanki seinad ja põhi peavad olema vähemalt 10 sm paksud ning raudarmatuuriga kindlustatud. Tanki *seinad* tulevad teha seestpoolt mitte püstloodis, vaid *päältpoolt laiemad* kui alt, et vesi, ärakülmades, neid ei lõhuks. (Joon. 89).

2. **Tanki alus** peab olema tehtud hästi tugev ja kuiv, et tank oma raskusega mitte ei vajuks, samuti maapinna külmamisel ei kerkiks. Viimase hädahoju eemaldamiseks tanki alust peab hästi dreneerima ja tanki paksu kruusakihi päälle asetama. Suuremate tankide vundamendi peab asetama

allapoole külmamispääri kindla maa-kihi päälle. (V, a, 1, 2).

3. **Segu** ei tohi olla *nõrgem kui* 1 : 2 : 3, s. o. 1 osa tsementi, 2 osa liiva ja 3 osa kruusa või killustikku. Liiv peab olema puhas ja mitmekesise teraga, (II b, c.). Veekindla betooni valmistamiseks soovitatakse vahest lupja, 5—10% tsemendi kaalust, segule lubjapiimana juure lisada; ka *Biber-F* lisamine segu-vee hulka teeb betooni hästi sitkeks ja veekindlaks. Segu tuleb teha *muldniisket* konsistentsi *siis*, kui tank ehitatakse ilma raudarmatuurita, ja *plastilist* ehk *pehmet* konsistentsi, kui armatuuriga.

4. **Armatuuri** tuleb tarvitada kõikides tankides, päälle mõnede, mis teataval tingimustel, maa sisse valatuna, võivad ka ilma armatuurita küllalt tugevad tulla. Raudarmatuuri peab asetama sellekohase tehnilise arvutuse järgi, vastavalt vee survele ja tanki mõõtudele.

Tankide *põhja armatuur* pannakse kahes reas, mis ristlevad täisnurga all. Raua peab asetama põhja aluspinnast 3—4 sm ülemale. Väikestes tankides need rauad peavad olema painutatud ülespoole -kujuliselt, nii et nad kujundaksid ühtlasi ka seinte armatuuri; kui aga see nõuaks liig pikki raudvardaid, siis põhja rauad painutada üles ainult 25—50 sm ning siis ühendada seinte raudadega.

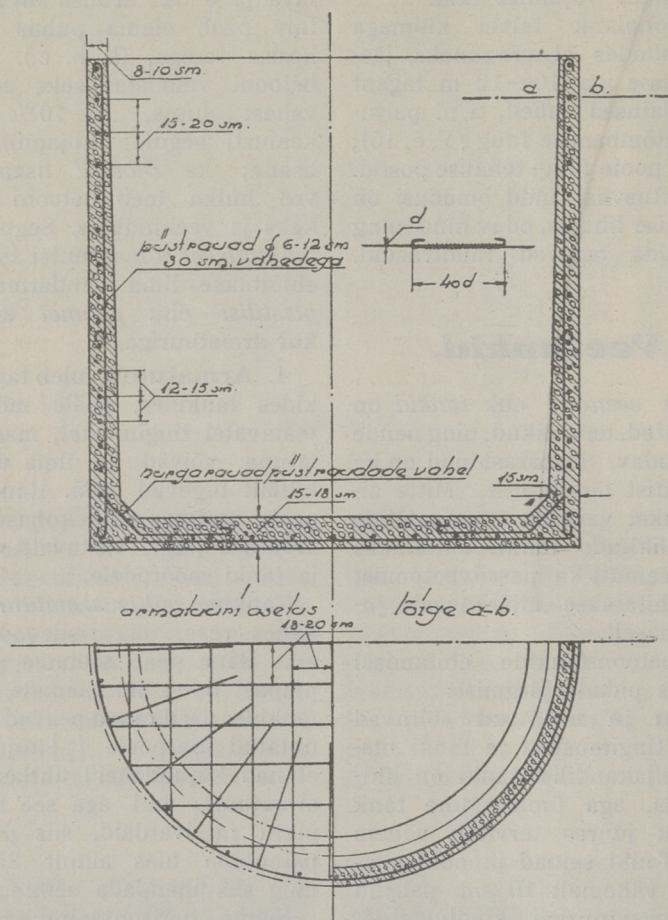
Seinte horisontaalraud peab panema väljastpoolt vertikaalraudu ja kinnitama traatidega viimastele; horisontaal-armatuuri vahesid võib suu- rendada alt ülespoole.

Neljakandiliste tankide seinte armatuuri peab asetama umbes 2,5 sm seina välispinnast sissepoole. Nurka- des aga armatuuri peab asetama sisepinna lähemale. (Vaata joon. 89).

Raudvardad, kui neid ei ole võimalik tarvitada küllaldaselt pikki, et tervet perimeetrit katta, tulevad ühen-

dada, aga niiviisi, et ühenduskoht ei oleks mitte tanki nurgas. Raudvardaid ühendatakse nende otsi konksu keerates või vaheliti pannes

5. **Betooniline** peab sündima nii, et kõik töö valmis tehtaks vahet pidamata ühes töökäigus. Betooni tarvis asetada hästi tihedalt, seda tuleb



Joone 89. Veetank raudbetoonist.

ning raudtraadiga kokku sidudes. Otsad peab vaheliti panema 5—6 mm raudadel 25 sm pikkuselt, 10 mm raudadel — 40 sm pikkuselt, 12 mm raudadel — 50 sm pikkuselt.

Vähemate tankide seinte kindlustamiseks tarvitatakse ka traatvõrku. Raudarmatuur peab olema täitsa puhas, et betoon hästi kinni hakkaks (II, f).

põhjalikult tampida ja sorkida (IV, d). Eriliselt tuleb tähele panna, et raudarmatuur ei nihkuks kohalt ära.

Vee sisse- ja väljavoolu-torude osad, mis tanki seintest või põhjast peavad läbi minema, tulevad enne betoonimist paigale panna; nad peavad olema üleni tsingitud.

Tanki ümber tuleb teha kindel silutus, või ta ümbrus betoonida

0,5—1 m laiuselt, et takistada vett tanki alust uhtumast või porilompisid tanki ümber tekkimast.

Rakendusi tuleb hoida paigal seni, kui betoon on hästi kõvenenud, s. o., vastavalt ilmastikule, 3—7 päeva. Rakenduste äravõtmist peab teostama suurema ettevaatusega ja ilma põrutusteta, et värske betoon ei saaks kannatada. Selleks peab rakendused vastavalt asetama ja eriliste kiiludega kinnitama. Kohe pääle rakenduste äravõtmist otsitakse üles ja määratakse kinni hästi rasvase tsementseguga kõik augukesed, mis ebatäpse töö läbi võisid jääda betooni pinnale. Siis võõbatakse tanki sisemine pind vedela tsementseguga üle ja lihvitakse siledaks.

6. Tank peetakse *niiske* 2—3 *nädalat*. Selle aja jooksul tanki tuleb kaitsta päikese ja tuule eest, et ta ruttu ei kuivaks. Kui lasta aga tankil ruttu ära kuivada, siis võivad tekkida *praod*.

Vett ei maksa sisse lasta enne, kui 3—4 nädala pärast. Kui tanki *joo-givee* jaoks tarvitatakse, siis tuleb ta hästi ära loputada veega, et kaoks värskest betoonist tekkiv iseäralik vee maik. Kardetakse aga, et mitte küllalt korraliku töö ja materjali tõttu tank ei pea vett, siis tuleks tank seest võõbata paar korda mõne tihendusainega mis ei jätaks maiku veele, nagu Gabrit, Bondex ja t.

Tankid, milledes tuleb hoida *orgaanilisi aineid* (piim, silotoit, sea-toit künades jne.), tulevad võõbata seestpoolt 2—3 korda happekindla patent vedelikuga (Laosin, Lithurin ja t.), vastasel korral orgaanilised ained võivad ajajooksul tanki pinna rabadaks teha (VI).

k) Tsementkrohv.

Tsementkrohv, mida rohkelt tarvitatakse seinte ja lagede katteks, on

sellepoolest hää, et ta *on põline, veekindel*, laseb end *kergesti värvida* soovitavas toonis, hakkab hästi seina külge kinni ja *ei tarvita* nõnda tiheadat *remonti* kui teistest materjalidest krohvid. Tsementkrohvi *võib pesta*, kartuseta, et vesi võiks krohvile halba teha.

Tarvitades tsementkrohvi eluruumides, võib rutem neisse elama kolida, sest tsementkrohv, võrreldes lubjakrohviga, *kuivab palju rutem*.

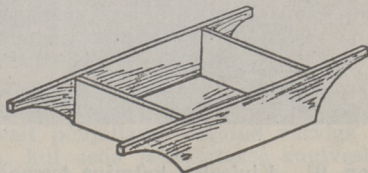
Tsementkrohviga võib katta nii hästi kivi- kui ka puuseinu.

Mida koredam seina pind, seda kindlamalt ühineb temaga krohv.

Pae- ja raudkivi seinu peaks tingimata tsementkrohviga krohvima, sest lubjakrohv neil ei jää hästi pidama. Betoonkividest ja telliskividest seinal seisab tsementkrohv hästi. Puuseina krohvimisel tuleb seinalle krohvi alla lüüa krohvimatte, lõhestatud vitsu või veel parem, raudvõrk; lagedele lüüakse matid kas peergudest või pilliroost. Ainult hästi kuivanud laudadest ja palkidest puuseina tohib krohvida. Ristpalkidest sein peab olema täielikult vajunud.

Enne krohvimist peab seina hästi harjama ja ta ärapuhastama porist, tolmust ning kõrvalistest ainetest; kiviseina peab veega niisutama, et ta ei suudaks krohvist endasse imeda vett; üleliigne vesi seina pinnal on aga kahjulik.

Krohvseguks tarvitatakse *ained* — portlandtsement, lubi, liiv ja vesi peavad vastama ülalpool loetletud tehnilistele nõuetele (II). Segamine peab sündima *segukastis* (joon. 90).



Joon. 90. Segamise kast.

Segu keskmine vahekord: 1 osa tsementi, 3 osa liiva ja $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ osa kustutatud lubja pulbrit (I, c). Enne segatakse osained kuivalt; siis lisatakse vett, kuid ainult niipalju, et segu tuleks plastiline, millega paras töötada. Veekindla krohvi jaoks (keldrites) tarvitatakse rasvasemat segu, nimelt 1 osa tsemendi päälle 2—2,5 osa liiva, ja seguveele on soovitatav juure lisada mõnda tihendusainet (Biber-F). Seintel, mis ei ole vihma käes, võib tarvitada lahjemat lubja-tsement segu, (1 osa tsemendi päälle 2 osa lupja ja 7—8 osa liiva).

Vastupidavama krohvi saamiseks peab *katma kolmes kihis*. *Aluskihi* ülesandeks on luua kindlat ühendust seina ja krohvi vahel; *keskkiht* on nagu kande osa, ning *pääliskiht* on ainult iluks ja veekindluseks.

Vastavalt sellele, aluskiht ja pääliskiht peavad olema tsemendirikkamad, kuna keskkiht võib olla liivarikkam; kuid ei tee halba, kui kõik kihid on tehtud ühestsamast segust:



Joon. 91. Kiviseina katmine tsement-krohviga kahes kihis.

1 osa tsementi, $\frac{1}{5}$ osa lupja ja 3 osa liiva. Kolmest kihist krohv hoiudub seinal paremini, on kõvem ning püsivam. Kiviseinu, teatavatel tingimustel, võib ka *kahes kihis* krohvida, ühendades alus- ja keskkihi. (Joon. 91).

Alus- ja keskkihiks on kohasem järe *liiv*, kuna pääliskihiks, sileda pinna saamiseks, tuleb tarvitada peenemat liiva.

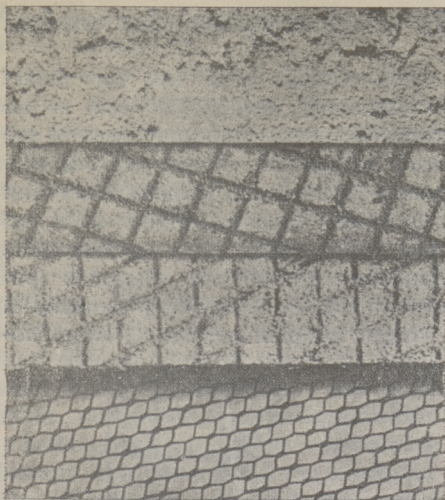
Krohvi *kogupaksus* tehakse 10 kuni 20 mm.

Krohvimine sünnib järgmiselt: segukastist pannakse segu krohvilaua päälle, mida tööline hoiab vasakus käes, kuna paremas käes oleva kelluga loobib segu seinal; tuleb tähele panna, et üks kallutatud langeks teise kõrvale ja krohv tuleks enam-vähem ühepaksune. Krohvida tuleb vahet pidamata, jälgides, et krohvi ääred ei jõuaks enne ära kuivada, kui järgmine segu valmis saab ja seda hakatakse päälle viskama. Ühe söömavahega tarvis võtta ette terve sein või üks kindel seina osa, mis piiratud akendega, ustega, nurgaga, et töövahe poleks nii silmatorkavalt näha.

Segu tohib teha valmis ainult niipalju, kui võib 1—2 tunni jooksul ära tarvitada; tarduma läinud segu ei kõlba krohviks, kuid teiselt poolt, krohvsegu, mis just veidi enne tsemendi tardumist paigale pandud, ei pragune.

Aluskiht peab seina hästi kinni katma; enne tardumist see hõõrutakse silumislauaga enam-vähem ühetasaseks. Siis tehakse aluskihi pind krobelineks ehk sooneliseks (joon. 92), tarvitades selleks mõnd vana saelehte; need sooned aitavad ühendada aluskihti järgmise kihiga, et ei tuleks krohvi kihtide eraldumist ja mahalangemist. Nüüd jäetakse aluskrohv üheks-kaheks päevaks kõvenema, hoides seda liigse kuivamise eest (IV, e).

Enne teise kihi asetamist tuleb



Joon. 92. Puuseina katmine tsementkrohviiga kolmes kihis. All on raudvõrk seinale löödud.

aluskihti veidi niisutada, kui ta kuiv on; kuid hoitagu üleliigse niisutamise eest.

Teine kiht pannakse päale samuti kui eelminegi ja hõõrutakse silumislauaga siledaks, kontrollides 2 meetri pikkuse joonlauaga, et krohvi pöölpind oleks ühetasane. Veidi enne tsemendi lõpulikku tardumist peab krohvipinda veel kord hästi hõõruda puust silumislauaga ja pärast seda krobelineks tegema järgneva pöölpikihi jaoks. Järgmistel päevadel seda krohvipinda tarvis pritsida veega ja hoida kuni pöölpikihiga katmiseni alaliselt niiskena; tuule ja päikese eest on soovitatav kaitsta riietega.

Pöölpikihti on soovitatav päale panna mitte enne seitset päeva pärast keskikihti. Veekindluse pärast pöölpikihti segu tehakse veidi rasvasem. Pöölpikiht asetatakse 3—8 mm paksuselt ja hõõrutakse silumislauaga hästi siledaks. Kui krohvi pöölpind on juba läinud tahedaks, siis tuleb hõõruda

veel kord, et sellega takistada pragude tekkimist krohvis.

Ilukrohve võib valmistada tsementkrohvi abil mitmet viisi. Nimetame mõned lihtsamad.

1) Lõpuliku hõõrumise juures lisatakse liiva ja tehakse silumislauaga sõõrilisi liikumisi, mis loob koreda, liivaga küllastatud välispinna.

2) Tehakse vedel tsementsegu 1 : 2 — 3 (1 osa tsemendi päale 2—3 osa liiva), mida kogu aeg hästi segatakse ja laia pintsliga seina päale määratakse. Sedaviisi saadakse ilus ja tihe pind.

Valkjama värvi saavutamiseks lisatakse segule veidi lupja hulka.

3) *Krobe pind* saadakse, kui tsementsegu (1 : 3) loopida värske krohvi päale läbi sõela.

4) Enne kui pöölpikiht on hakanud tarduma, ta pinnale loobitakse vastavalt valitud ja sõelutud ning määrjaks tehtud kive või killustikku, mis siis silumislauaga ühetasoliselt kinni vaotatakse (mitte ei hõõruda krohvi sisse).

5) Pöölpikiht tehakse segust 1 : 3 — 4, tarvitades liiva asemel mõnda valitud kivisorti, nagu marmor, graniit, jäme liiv jne. Pärast pöölpinna valmishõõrumist ja tsemendi tardumise algust pestakse tsement ettevaatlikult pöölpinnalt maha, nõnda et puhtad kivitükid välja jäävad. Pesemist tarvis toimetada väga ettevaatlikult, et mitte liig palju tsemendi maha pesta, vaid ainult see osa, mis katub kiviillukesi väljastpoolt. Pesta võib kas harjaga või väikese pritsiga. On aga tsement juba sedavõrt tardunud, et vesi teda maha ei pese, siis lisatagu vee sisse veidi soolhapet. Selles vedelikus lahustub isegi kõva tsement (VI). On nüüd tsement maha pestud, siis peab seina hästi ära loputama, et viimased happejäljed saaksid kõrvaldatud. Et hapet neutraliseerida, seina pestakse ka lubjaveega, ning pärast seda hästi loputatakse puhta veega.

6) Tahetakse saada värvitud pöölpinda, siis pöölpikihi tsemendile tuleb lisada vastavat *mineraalvärvi*. Näiteks, *tumedama* tooni saamiseks lisatakse *musta värvi*, *taevavärvi* — *ultramariini*, *punase* — *punast rauamulda*, *kollase* — *ookrit*, *roheline* — *kroomoksiidi* jne.

Värvi ei tohi lisada rohkem kui 10% tsemendi hulgast, ja tsement peab olema kuivalt põhjalikult segatud värviga (parem, kui seda jahvatatakse kuulveskis), ning siis alles võib tsemendi-värvi segu liivale juure lisada.

Ühtlase tooni kättesaamiseks peab alati täpse kaalu järgi ühendama värvi tsemendiga.

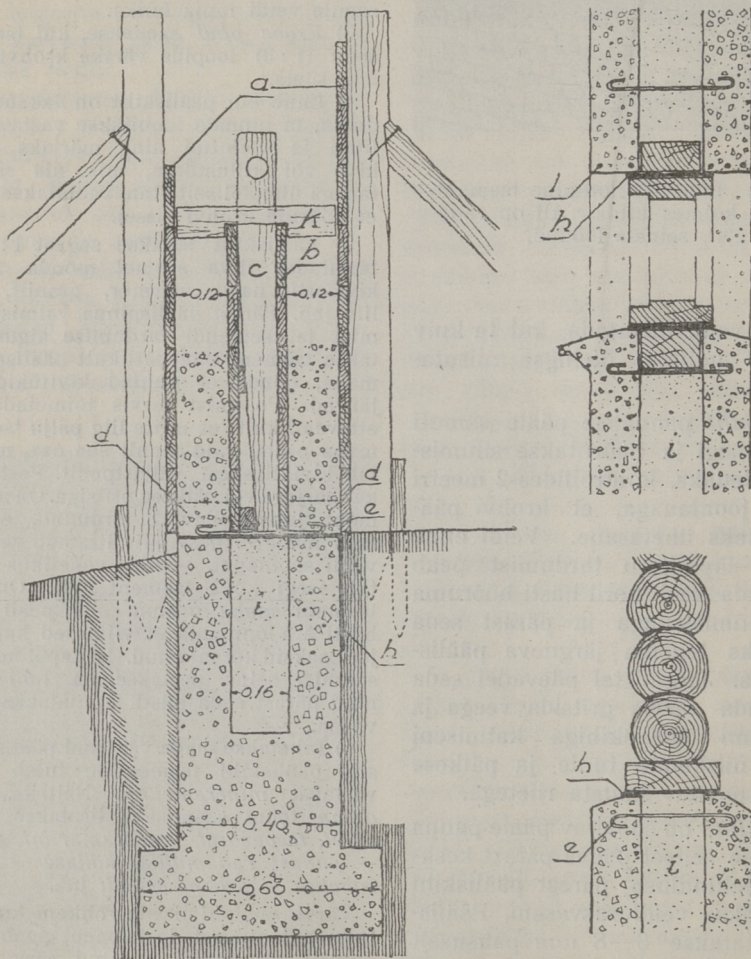
Valge tsemendi tarvitamisel saadakse kena, alati *valge* päälispind.

Et tsementkrohv saaks korralikult kõveneda ja ei praguneks, on soovitatav seda hoida niiskena vähemalt nädalapäevad. Mida aeglasemalt ta kuivab, seda parem. Sellepärast ei ole soovitatav krohvitööd teha kuumal ajal, vaid jahedad ilmad on selleks kõige soodsamad.

1) Lehmalauda sein.

Lehmalauda sein kui ka sokkel (vundamenti maapääline osa) ei ole kohased massiivbetoonist, sest et see laseb külma läbi. Ainult põranda kõrguseni vundament kõlbaks teatavatel tingimustel teha massiivne; kuid parem oleks siiski teha vundamendis õhuvahe ligi 50 sm allapoole põrandat, et külm ei pääseks põranda alla.

Nagu ülalpool seletatud, *kõige ko-*



Joon. 93. Laudaseina ehitus.

a — välispinna rakenduslaud; b — õhuvahe rakenduslaud; c — kiil; d — klots; e — ühendusraud;
h — isolatsioonkiht; k — klamber; l — poorne aine; l — armatuur avauste pääl.

hasem sein soojuse suhtes on nopsasüsteemi sein (V, c, B).

Kui siiski tahetakse ehitada lauda-seina massiivbetoonist, siis tuleks see teha õhuvahega, nagu näidatud joon. 93. Vundament ehitatakse nagu seletatud ülalpool (V, a). Alates umbes 0.5 meetrist allpool põrandapinda vundament tuleks teha juba õhuvahega, et külm põranda ligi ei pääseks. Põrandapinna kõrgusel asetatakse vundamendi päälle isolatsioonkiht. Samuti edaspidi tuleb isoleerida ehk katta bituumeniga see koht seina, mis puutub põrandaga kokku.

Isolatsioonikihi päälle ehitatakse betoon sein samuti kui vundamentki, ühe õhuvahega kahes püstkihis ning kõrguselt vähemalt 120 sm (kui betoonseina soovitakse saada vaid sõnniku piirkonnas) ja 2,2 kuni 3 m kõrge (kui üleni soovitakse betoonseina). Betoonkihid seintes tehakse 10—12 sm paksud, õhuvahe — 12 kuni 15 sm lai.

Rakendused seina välispinna betoonimiseks (a) on soovitatav teha 1" laudadest umbes 120 sm kõrged, ja kinnitada harilikul viisil (joon. 32). Õhuvahe moodustamiseks rakendused (b) võib teha 1" laudadest 1—2 m pikkuste üksikute luukidena, ligi 80 sm kõrged; nende vahel on kiilud (c, c), mis hoiavad luuke soovitaval kaugusel. Rakenduste a ja b vahesid määravad klambrid k ja klotsid d, d, mis enne betoonimist välja võetakse.

Segu tuleb tarvitada 1:3:5 kuni 1:4:6, muldniisket või veidi märjemat konsistenti.

Asetada betoonmassi tuleb samade juhtnööride järgi, mis toodud ülalpool (IV, d ja V, a).

Kui on betoonitud juba siserakenduste kõrguseni (s. o. luukide ülemise servani), siis täkitakse betooni püälispind aukliseks (IV, d, 4, 6) ning kergitatakse kiilusid c, c, et rakenduslaudu b oleks hõlpsam välja

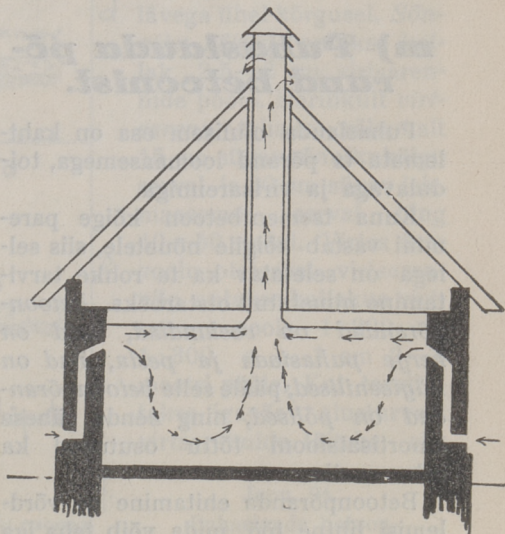
võtta; viimast tuleb teha siis, kui betoon juba hästi kõvenenud on, s. o. mitte enne kui paari päeva pärast.

Siis betooni päälle põiki seina pannakse raudpulgad e, e, millede ülesanne on mõlemaid seinakihte koos hoida ning ka toetust anda sisemistele rakenduslaudadele b, b, mis jälle üles seatakse järgmise kihi betoonimiseks. Et raudpulgad e, e ajajooksul ei roostetaks, need võõbatakse paksult tsemendipiimaga.

Nüüd raudpulkade päälle püstloodis kinnitatakse siserakendused. Edasi betoonimine läheb samuti kui kih-tide alumise rea tegemisel.

Värske õhu sissevoolu augud ja õhu püstlõõrid tehakse seintesse nii, nagu näidatud joon. 93-a. Lauda valmishitamisel õhuaukude ette väljastpoolt pannakse raudvõrgud, seestpoolt — klapid, millega reguleeritakse värske õhu juurevoolu. Õhulõõri seinad seestpoolt kaetakse laudadega, et külmal ajal sein õhulõõri kohal ei higistaks.

Kui seinad valmis ja rakendused maha võetud, peab betooni veel



Joon. 93-a. Nõnda peab sündima õhuvaetus laudas.

nädalapäevad niisutama. *Õhuvahe* i täidetakse mõne poorse ainega (turbamuld, saepuru, põlevkivituhk, linaluud).

Uste ja akende avauste ümber õhuvaheesse asetatakse fenolaadiga *impregneeritud prussid*; viimaste külge on kerge kinnitada akende ja uste lenge, ning nad ei lase külma läbi seina.

Raudarmatuur 1 asetatakse uste ja akende avauste pääle tugevuse tõstmise otstarbel, nii nagu sellest pike-malt seletatud ülalpool (V, c, C). Ei tee halba, kui nõrga maapõhja või seinte suure koormatuse juures pragude ärahoidmiseks asetatakse seinte nurkadesse ja avauste lähedusse *püst-raudvardad* lähimõõduga 6—12 mm. *Horisontaal-wardaid* oleks soovitatav asetada 2 rida: üks akende alla, teine seina ülalpoolse ääre sisse; need rauad kaitsevad seinu püstpragude tekkimise vastu.

Kui seina päälmine osa tehakse *palkidest*, siis esimese reana tuleb panna laiema prussid, mis betoonist isoleeritakse tõrvapapiga h (joon. 93)

m) Puhaslauda põrand betoonist.

Puhaslauda olulisem osa on kahtlemata ta põrand loomaasemega, toidulavaga ja virtsarenniga.

Kuna tsementbetoon kõige paremini vastab kõigile nõuetele, siis sellega on seletatav ka ta rohke tarvitamine nimetatud otstarbeks. *Betoonpõrandad on veekindlad, neid on kerge puhastada ja pesta, nad on hügieenilised*; pääle selle *betoonpõrandad on põlised*, ning nende vähese amortisatsiooni tõttu osutuvad ka odavamaks.

Betoonpõranda ehitamine on võrdlemisi lihtne töö, mida võib teha iga asjatundlik talumees ise põllutööde vaheajal. Kui tööline täpselt käib õi-

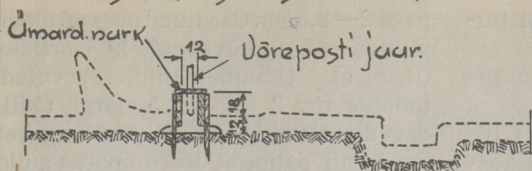
gete juhtnööride ja plaani järgi, siis põrand võib tulla väga hääl.

Kõige esiteks tuleb valmistada lauda **põhiplaan** ja **sisustuse joonised**. Plaanist ripub ära otstarbekohane lehmade talitamine ning põrandapinna ära kasutamine. Siin tuleb plaan teha iga üksiku lauda kohta eraldi, sest et vastavalt lauda sise-mistele mõõtudele peab lehma asetama kas pikilauta või põikilauta; jällegi on tähtis, kas asetada lehmad sõimetega kokku või lahus. Samuti tuleb silmas pidada toidu juuretoomise ning sõnniku ära koristamise kerge võimalust. Kuna kõigi nende küsimuste õige lahendamine nõuab vastavaid kogemusi ja teadmisi, siis on soovitatav plaani tegemiseks pöörduda põllumajandus-ehitustalituse nõuandjate poole.

Tavaliselt eritletakse puhaslautu kolme tüüpi — lavakõrguse järgi: *kõrge, poolkõrge ja madala lavaga*. Esimest tüüpi (lava kõrgus 40—50 sm) võime näha veel ainult vanemates mõisalautades, teist tüüpi (lavakõrgus 30 sm) ehitatakse samuti väga harva, kuna kolmas tüüp, *madala lavaga*, mille kõrgus on 15—20 sm, praegusel ajal on *eelistatavam ehitustüüp ameerika ja taani puhaslauda* nime all. Põhjus sarnaseks eelistamiseks seisab esiteks ehituskulude kokkuhoius: madala lava juures looma ase on lühem kui kõrgel või poolkõrgel laval (esimesel 145—165 sm, teisel 180—200 sm), loom magab säääl, hoides pea lava kohal, ja lauda sisemised mõõdud võivad olla sellele vastavalt vähemad. Teiseks hõlbustab lühike ase puhtuse pidamist laudas, kuna loom säääl seisab alati tagumiste jalgadega virtsarenni serval ning sõnnik ja virts satub otse virtsarenni, mitte aga looma asemele.

Põranda ehitamine peab toimuma nõnda, nagu see lähemalt seletatud betoonpõrandate juures (V, e),

Esmalt ehita sõime eesäär.



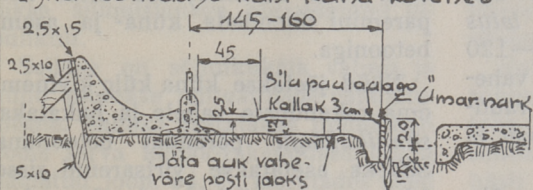
Eesääre kõvenemise ajal ehita sõnnikukäik.



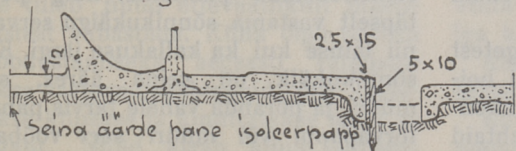
Kõrvalda eesääre vormlauad ja ehita



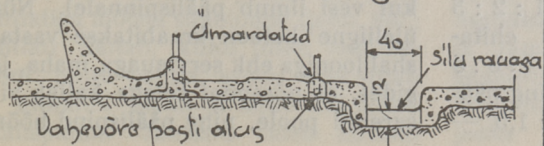
Ehita loomaase kuni Küna kõveneb



Eemalda sõime rakendus ja ehita siluraudkelluga toidukäik.



Vala kinni vahevõre posti juur ja lõpeta töö virtsarenni valamiseega.



Mõõdad sentimeetrites.

s. o. peab hoolitsema põhjavee ärajuhtimise eest põranda alt, siis kõik *pehme aluspind* tuleb kõrvaldada kuni savini või kruusani. Edasi tuleb teha tugev *alus* kas kividest, kivi prügist, põlevkivituhast või kruusast. Et alus ei laseks külma läbi, siis loomaaseme alla tehakse puusöest, põlevkivituhast või telliskiviprügist. Alus tuleb vastavalt loodida ja tampida. Kui alus on hästi kindel tehtud, siis betoonkiht võib ka õhem olla.

Põrandaosade õige asetuse ja kallakus märgitakse seintele ja sammastele, kui ka *vaiakestele*, mis regulaarvahedega lüüakse põranda betoonkihipaksus tuleb võtta keskmiselt 12 sm.

Põranda planeerimist hakatakse ukse juurest, nii et sõnnikukäik oleks ukse-
lävaga ühel kõrgusel. *Sõnniku käigule* antakse kallak 2,5—3 sm virtsaren-
nide poole. Harilikult *virtsa-*
sarenn tehakse vähemalt 15 sm sügav sõnnikukäigu serval ja 20 sm sügav lehmaaseme serval ning 40—50 sm lai. Virtsa ära-
voolu otstarbel virtsaren-
nile antakse kallakus virtsaaugu poole 1:200 — 1:300, s. o. 1 sm 2—3 meetri pääle. Kui tarvita-
takse igapäev alusturvast virtsaren-
nide täiteks, siis

Joon. 94.

Puhaslauda betoon-
põranda osade
valmistamise
järjekord.

võetakse kallaku alammäär, sest turvas imeb virtsa endasse.

Lehmaase tehakse kallakusega 2—3 sm virtsarenni poole.

Põikikallakut lehmaasemele ei ole soovitatav anda, sest loomal on ebamugav alati seista kallak-pinnal; selle ebamugavuse ärahoidmiseks loomaase toidulava ääres 45 sm laiuselt tehakse 2,5 sm *madalam*, et looma esimesed ja tagumised jalad seisaksid vesiloodis pinnal. See väike *aste* põrandas pole sugugi halb lehmale, pigemini häa, sest siis lehm ei saa esimeste jalgadega nõnda palju kaapida ja põhku alt ära ajada.

Et virtsarenn oma lõpu poole ei tuleks liiga sügav, siis loomaasemed tehakse astmeviisi iga 5—10 lehma tagant; sääl, kus põranda astendamine pole võimalik, mõned pooldavad kallaku andmist loomaasemetele, kuid mitte üle 1:400.

Aseme pikkus künnast virtsarennini võetakse lehmatõu järgi: maakarjal 145—150 sm, angleritel 155—160 sm, friisidel 165—170 sm. *Aseme laius* ühe lehma pääle võetakse 100—120 sm ning tehakse mingisugune vahesein või lihtsalt pannakse kõver raudtoru iga aseme vahele, et lehmad ei saaks üksteist segada.

Toidukünade ehk toidulavade põhjad asetatakse 2,5—3 sm kõrgemale kui looma ase.

Toidukäik harilikult tehakse sama kõrgel kui *sõnnikukäik*.

Vormilauad peavad olema õigetest laudadest, mis koha pääl kinni hoitakse vaiade ja tugede abil; raken-duste pinnad, mis piiravad puhtaid välispindu, peavad olema hõõveldatud ja õlitatud.

Segu vahekord ühe kihiga põrandal peab olema keskmiselt 1:2:3 kuni 1:2,5:4; *kahe kihiga* ehitamisel võetagu aluskiht segust 1:3:5 kuni 1:4:7 — paks 10 sm ning pääliskih 1:1:1 kuni 1:1:1,5 —

paks 2—2,5 sm. Osaained peavad olema puhtad ning kõvadest kivisortidest (II, b, c). Osaainete hulk arvutada tabelite nr. 2 ja nr. 5 järgi (VIII). Segada tuleb hästi põhjalikult ning vett lisada nii palju, et tuleks paras muld-niiske mass, mida saab hästi käsitada ja tampida.

Põrand tehakse osade kaupa, nagu selgitatud joon. 94. Kõige esiteks tehakse *küna seesmine külg* (94, a), kuhu kinnitatakse aseme vaheraudade alused. See küna külg tehakse 12 sm lai ja 30 sm kõrge. Vormilauad selleks peavad olema 25 sm laiad ja 5 sm paksud ning seisma umbes 5 sm põrandast kõrgemal. Nende vahe tambitakse betooni täis ning sellesse asetatakse lehmade vaheseinte, sõimete, joogikünade j. t. osade jaoks tarvilised raud ja konksud. Betooni päälmsed servad peab raudkelluga poolümmarguseks tegema, alumised servad jäävad nii, nagu nad välja tulevad rakenduslaudade alt, s. o. veidi laiemad; see aitab neid paremini ühendada küna- ja aseme betooniga.

Nüüd jäetakse küna külg kivinema oma rakenduste vahele ja hakatakse *sõnnikukäigu* põrandat betoonima. Selleks asetatakse virtsarenni sisse, 12 sm servast, püstrakendus 2,5 sm laudadest, 25 sm kõrge, ning kinnitatakse vaiade külge, nagu näidatud joon. 94, b. Rakenduslaua päälmine külg peab täpselt vastama sõnnikukäigu servale nii laiuse kui ka kallakuse järgi. Kui sõnnikukäik on seina ääres, siis müüri ja põranda vahele tarvis panna tõrvapappi või müüri serv vööbata paar korda bituumeniga. Pärast seda asetatakse sõnnikukäiku betoon ja tambitakse kinni (tampima peab seni, kui vesi ilmub päälispinnale). Nüüd üleliigne betoon kraabitakse vastava shablooniga ehk servlauaga maha, jälgides, et põrandal tuleks kallak virtsarenni poole, ning päälispind hõõru-



Joon. 95. Toiduküna betoonimine.

takse *puust silujaga* tasaseks. Põranda serv virtsarenni ääres tehakse poolümmarguseks. Kui betoon on juba tahenema lõõnud, kuid siiski on veel sitke, s. o. 1—2 tunni pärast, hõõrutakse silumislauaga põrandapind lõpulikult.

Sellela on sõnnikukäik valmis, ja nüüd asutakse *toidukünade* valmistamisele. Selleks asetatakse toidukäigu poole serva kallak-rakendused (nagu näidatud joon. 94, c), kinnitades need vaiadega ja tugeodega; küna eesmine serv, mis valati esimesena mitu päeva varem, on juba küllalt kõvenenud ja see tuleb nüüd ettevaatlikult rakendustest vabastada. Küna õige profiili moodustamiseks aegsasti valmistatakse vastavad shabloonid, mis asetatakse künasse ja kinnitatakse iga 2 m tagant. Nüüd algab küna betoonimine. Segu tuleb tarvitada veidi märjem kui muldniiske. Pärast esmakordset betooni kinnitampimist veetakse juhtlatiga mööda shabloone (joon. 95); juhtlatt näitab, kuhu tuleb veel betooni juure panna, samal ajal võtab ta külmud maha ja silub ära küna püüdispinda. Juhtlatti tuleb kõvasti

vastu betooni suruda, et betoon tuleks hästi tihe. Siis võetakse shabloonlavad välja ning nende ase täidetakse tsementseguga. Nüüd riputatakse betooni peäle (kui ta veel on niiske) kuiva tsementi ja tehakse küna raudsilujaga seest hästi tihedaks.

Kui aluskiht pole küllalt tihe välja tulnud, siis on soovitatav püüdiskiht teha vähemalt 2 sm paks, tarvitades selleks segu 1 : 1 — 1 : 1¹/₂, millega hästi tihedalt katta küna; siis juba selle peäle panna õhuke kiht puhast tsementi ja siluda.

Joogikünade kinnitamiseks tehakse vastavad augud; joogikünasid tehakse iga kahe lehma peäle üks.

Küna püüdisid servad tehakse kelluga poolümmarguseks.

Küna on valmis, ja nüüd asutakse *aseme* betoonimisele. Selleks võetakse virtsarennis sõnnikukäigu-poolne puurakendus ära ning pannakse aseme poole (joon. 94, d), loodides õigesse asendisse. Betoon pannakse paigale ja tambitakse kinni, kuna vastava shablooniga antakse põrandapinnale tarviline püüdisprofiil. Vaheseina posti jaoks jäetakse põrandasse augud.

Teravad servad tehakse poolümmarguseks. Tahenema lõõnud pöölispid hõõrutakse silumislauaga tasaseks.

Nüüd aseme pörand jääb kõvenema, ning asutakse *toidukäigu* betoonimisele. Kui küna on juba vähemalt nädalapäevad kivilinenud, ta rakendused võetakse ära, ja järk-järgult betoonitakse toidukäik (joon. 94, e). Selle juures jälgitakse vaid, et ühendnurgad künaga tehtaks poolümmargused.

Toidukäigu pöölispid nagu künagi tehakse siledaks raudsilujaga, riputades niiskele betoonipinnale kuiva tsementi ja seda siludes.

Sellega on toidukäik valmis. Viimasena tehakse *virtsarenni põhi*. See tehakse — samuti kui toidukäiki — pöölt tsemendiga hästi siledaks, et ta täitsa veekindel oleks (joon. 94, f). Nurgad tehakse poolümmargused.

Lõpuks pannakse paigale *jooginõu, vaheseinad ning muu armatuur*.

Üldise märkusena kõigi pörandasade valmistamise kohta olgu tähendatud, et iga pörandaosale tuleb *betoonida vahet pidamata* ühe päeva jooksul, et edaspidi ei tekiks pragusid.

Nõnda siis kogu laudapörand tehakse valmis *kuues tööoperatsioon*. See võimaldab takistamata tööd teha ning õieti hoolitseda värske betooni eest. Värsket betooni peab *vähemalt 10 päeva niiske hoidma* (IV, e). Tõmbetuule eest tuleb teda kaitsta; selleks aitab kaasa lauda uste ja akende kinnihoidmine betoonimise ajal ja veel edasi 2 nädalat.

Tahetakse saada põlist pörandat, siis oleks soovitatav võõbata toiduküna Gabriidiga või mõne fluuadiga (Laosin, vesiklaas) ning virtsarenni — bituumeniga või Gabriidiga (VI).

Et loomal oleks hää magada betoonpörandal, tarvis alaliselt hoida looma all tavaline kiht aluspõhku või turvast.

Mõnikord tehakse looma alla ka puupörand, kuid puu ei hoidu kaua.

Kui aga betoonpörand on hästi isoleeritud ja aluspõhuga kaetud, siis on ta ikkagi kõige otstarbekohasem.

n) Sealauda pörand ja künad.

Kui lehmalauda ehituse juures veel vaielda võib, kas ehitada puhaslaut või sõnnikulaut*), siis ajakohase sealauda ehitusel sarnast valikuvõimalust ei ole. *Sealaut on mõeldav ainult puhaslaudana*, sest: 1) puhtas sealaudas *õhk sisaldab vähem kahjulikke gaase*, 2) *puhas sealaut ei ole rõske*, ja see on tähtis sellepöolest, et kõigist loomadest siga on kõige tundelikum niiskuse vastu ja 3) puhtas sealaudas on *talitamine hõlpsam*, ning toitmist on võimalik korraldada otstarbekohaselt, mis sõnnikulaudas väga raske ehk koguni võimata.

Oma kehaehituse tõttu on siga sunnitud tarvitama hingamiseks õhku kõige madalamatest, pörandal lähedal olevatest kihtidest, ja just sääl leidub kõige rohkem raskeid seasõnnikust ja virtsast eristunud gaase. Sellepöarast tuleb sealaudas rohkem kui mujal *hoolitseda korraliku õhuvahtuse eest*, ja siin betoonpörand oma *sileda pinnaga võimaldab korralikumat õhu liikumist pörandal pinnal* kui krobeline mulla- või aukline sõnnikupörand.

Õhuvahtuse võimaldamiseks on ka tarvilik *seaaedade vaheseinad* teha *hõredad*, õhku läbilaskvad, kas kitsastest laudadest ehk roigastest, asetatult *pöösti* ehk pool-pöögiti, või püst betoonpostikestest, vahedega 5—10 sm. Endistel aegadel tarvitusel olnud ehitusviis, kus vaheseinad tehti, mädanemise kartusel, telliskivist või betoonist massiivselt, ilma aukudeta, on sootuks halb. Kasusead kasvavad neis sulgudes väga visalt ja pörsad haigestuvad pea

*) Kõige viimased sõnniku uurimused näitavad, et puhaslaut sõnnik võib olla isegi parem sõnnikulauda omast.

eranditult, sest et *värske õhk ei pääse sarnase sulu põhja*.

Sama tähtis kui õhuvahetus on ka **sealauda soojusepidavus**. Ei ole otstarbekohane teha sealaudale pae- ehk põllukivist välisseinu, sest need on rõsked ja külmad. Hästi tehtud puu seinad (palkidest) on küll kuivad ja võrdlemisi soojad, kuid mädanevad kiiresti ja sead närivad need puruks. Ka betoon-õoneskivi ilma voodrita ei ole kohane, ja sellepärast tuleks sealauda seina parimaks ehitusviisiks lugeda õhuvahedega kivi-seina, millest esikohal oleks *nopsa-sein tsementkividest* (V, c, B.).

Ka sealauda **põrand** ei tohi olla külm. Sealauda betoonpõrand tuleb teha üldiselt nii, nagu igasugune teine betoonpõrand (V, e).

Ei ole üleliigne veel kord toonitada, et sigala betoonpõranda *aluskiht* olgu tehtud kuivast, õhku sisaldavast ja kõdunemiskindlast ainest, nagu koks, põlevkivituhk, puusüsi, mida peab hoidma põhjaveega kokkupuutumise eest sellekohase dre-naazhi asetamise läbi. Põhjavee ja niiskuse vastu on ka hää, aluskiht enne põranda betoonimist katta asfaldiga ehk bituumeniga, samuti välis-faldina põrandaga kokkupuutumise kohal. Nii ehitatud betoonpõrand (kui sigadele ka veidi põhku alla panna), on kõige otstarbekohasem. Mõned eriteadlased soovivad sea magamiskohale teha *laudpõrand*. Seda võib otse betoonpõrandale teha, põik-lattide pääle, mis võimaldavad virtsa vaba ärajooksu.

Magamiskohale võib ka 25—30 sm sügava *augu* jätta, mis *täidetakse turbaga* ja kaetakse äravõetava luugisarnase põrandaga. Kui turvas on virtsa täis imbunud, veetakse ta väetisainena põllule, ja auk täidetakse uuesti kuiva turbaga. Sarnane põrand on eriti soovitatav pörsastega emistele.

Sealauda põrand tuleb *puust silu-mislauaga* siledaks hõõruda, et põrand oleks *krobe* ning sead ei libiseks; *virtsarennid* aga peab tsemendiga tihedamaks tegema ning *raudsilujaga* siledaks hõõruma.

Eritööna tuleb ette sealauda põranda ehitusel **künade tegemine**. Need valatakse kas ühes põrandaga, sellekohaste vormlaudade vahele, künaauku vastavalt siludes, nagu seda lehmakünadega tehakse (V,m), või eraldi, ja põranda tegemise ajal asetatakse juba valmis künad paigale. Küna valmistamiseks tuleb teha ainult üks vorm, nagu näidatud joon. 97. Vormi põhi ja küljed on lahtivõetavad. Külgede laialiminemise eest küna tampimise ajal hoiavad sellekohased klambrid. Küna tambitakse muldniiskest kruusabetonist 1:5 ja temasse asetakse 6—8 mm raud. Küna valmistatakse põhi ülalpool; esialgse tahenemise järele keeratakse vorm ettevaatlikult kummuli lauatükkide pääle (küna jääb siis õigesse asendisse), vabastatakse ilma põrutusteta kordamööda klambri kiilud, klambrid, aluslaud ja küljed; need seatakse uuesti kokku ja uus künategemine võib alata.

Küna pikkus harilikult ei tohiks ületada 150 sm, laius väljastpoolt — 70 sm ning kõrgus — 40 sm. Kui aga tahetakse teha pikemat küna, siis see valatakse kokku mitmest vähemast betoonkünast, mis tehtud samuti vormide vahel, milledest aga ainult kaks küna oleks kinnise otsaga varustatud, kuna keskmised ilma otsteta — lahtised.

Niisuguste künaosade pikkus peaks olema 60—80 sm.

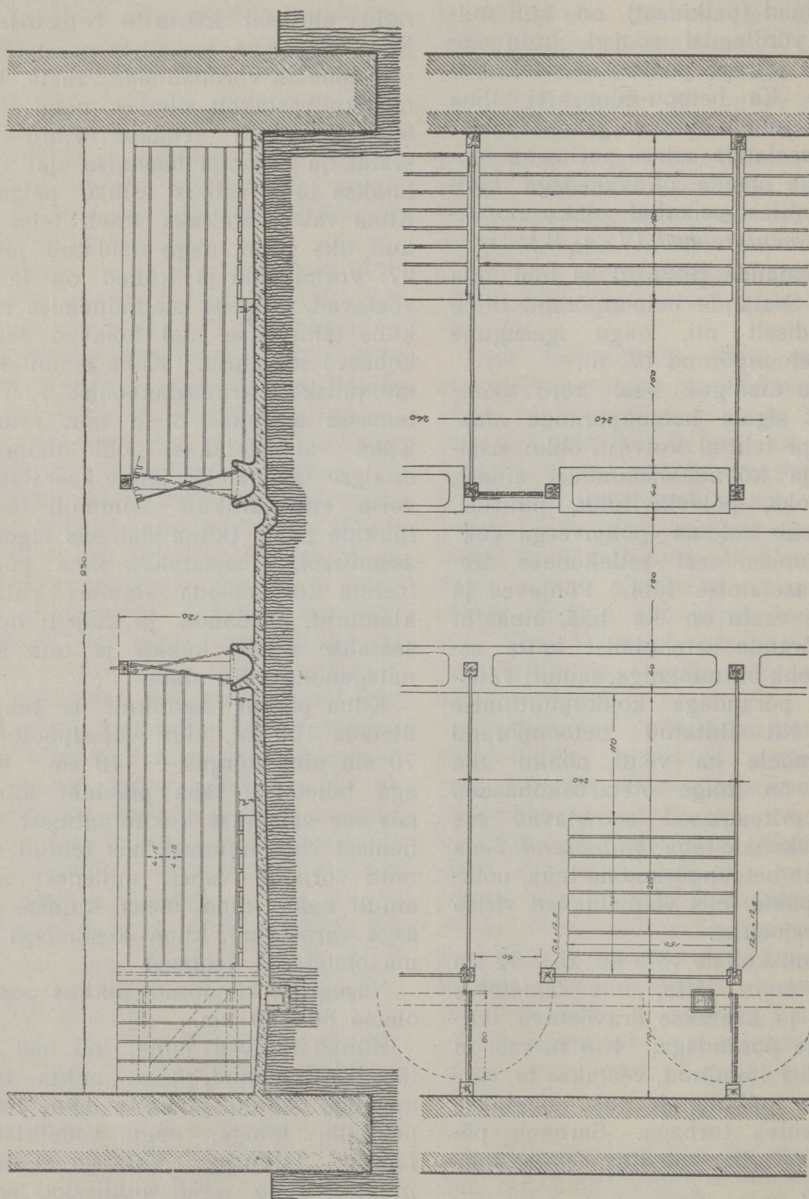
Künad tulevad enne, kui nad on täiesti kivenenud, seest puhta tsemendiga siluda ja katta mõne happekindla kihiga, nagu vedelklaas, Laosin, Lithurin. Vastasel korral muutub küna varsti aukliseks, sea-

toidus leiduvate orgaaniliste hapete mõjul (VI).

Seaaia ehitustüüpe ehk **seäsulgusid** on kolm: **lihtsulg**, **taani sulg** ja **ameerika sulg**. Meie oludes tarvatakse kõige enam lihtsulgu. Mõnel

pool on tarvitusel ka taani ja ameerika sulud (joon. 96), kuid soovitada võib neid ainult suurematele seakasvatustele.

Lihtsulu juures toimub lauda puhastus ja sigade toitmine ühe ja sel-



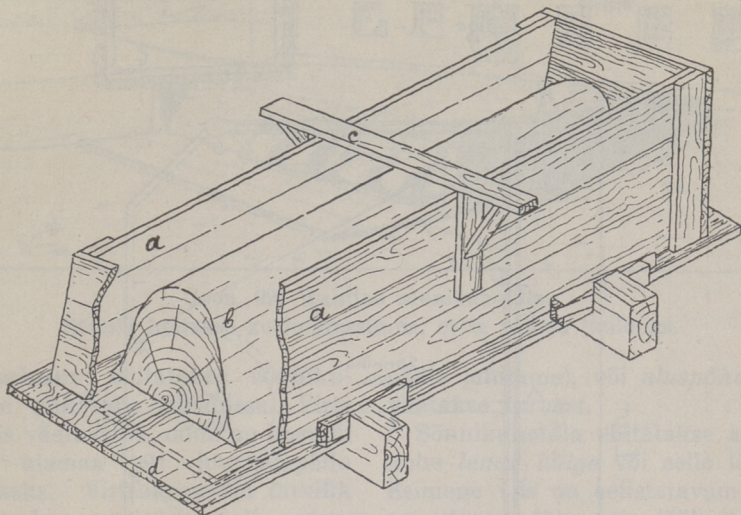
Lihtsulg.

Joon. 96.

Taani sulg.

lesama käigu kaudu, mis harilikult lauda keskel, kahe sulguderea vahel. Magamisase on seina ääres, ning virtsarenn võib olla kas magamiskoha ees (sulu keskpaigas) või käigu äärel, küna ees. Viimase asetuse juures on hõlpsam renni puhastamine. Sulu betoonpõrandale tuleb anda kallak virtsa-

raudbetoon-post, 15×15 sm põiklõikega, 2 m pikk, millest 80 sm maa sees asub. Post on armeeritud nelja püstrauaga 8—10 mm (igas nurgas üks) ja rangidega 6 mm. Ta valatakse eraldi ja asetatakse kohale põranda tegemise ajal. Betoonpostide tegemisest lähemalt loe V, i.



Joon. 97. Betoonküna valmistamine.

a — rakenduslaud; b — küna sisemust moodustav pakk; c — klamber.

renni poole (langus vähemalt 1:100).

Taani ja ameerika sulud on jagatud põikvaheseinaga kahte ossa, milledest üks moodustab sõnnikukäigu; taani sulul on sõnnikukäik taga, magamisosa ees, ameerika sulul vastupidi.

Ühte seasulgu on praktiline mahu-tada: emis põrsastega või 3—4 nuumsiga või 5—7 peekonsiga. Sarnase sulu laius peaks olema 240 sm (8 jalga) ja pikkus: lihtsulul 320 sm, taani ja ameerika sulul 380 sm.

Sulu vaheseinad kinnitatakse postide külge. Puupost selleks otstarbeks hästi ei kõlba, mädaneb kiiresti ja vahetamine on betoonpõrandas tülikas töö. Otstarbekohane on siin

Sealauda betoonpõrandad, kui nad on õieti tehtud, ning sealauda seinad *nopsa-süsteemi* järgi on kõige kohasemad meie oludes ja aitavad seakasvatamise tulutoovust tõsta.

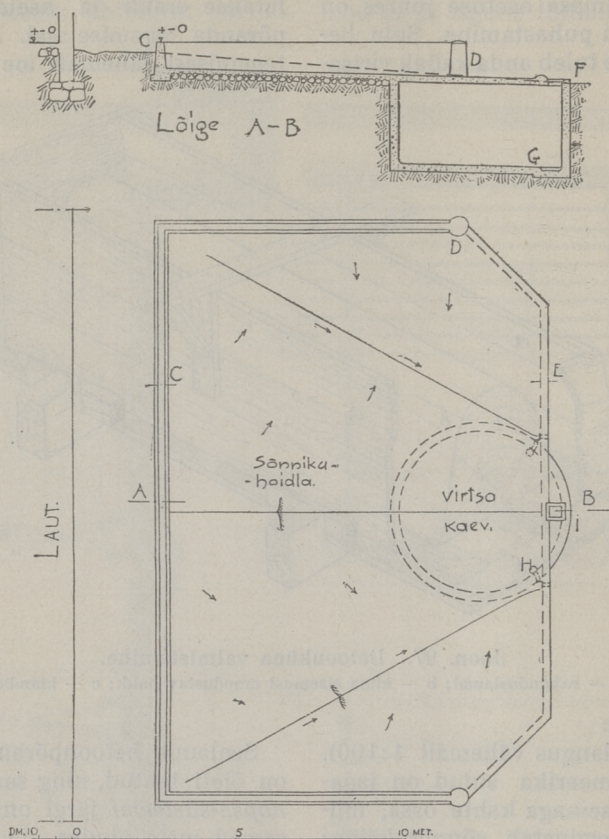
e) Sõnnikuhoidla virtsakaevuga.

Puhaslauda juure kuulub alati erilise ehitusosana sõnnikuhoidla virtsakaevuga.

Varematel aegadel ehitati sõnnikulaavad lahtised, s. o. ilma katusega ja seinteta, ehitades neile ainult põhja ja ümbritsedes selle madala ääremüüri-ga. Mõlema ehitusosa (põhja ja

ääremüüri) ülesanne ja otstarve oli takistada päälispinna vee sissevalgumist sõnnikuhoidlasse ja virtsa maasse imbumist. Ajajooksul aga selgus, et sõnnik, mis hoitud sarnases katmata

et vea põhjus ei seisa mitte puhaslauda ehitustüübis, ei ka selles, et sõnnik igapäev laudast välja veetakse, vaid sõnniku hoidmises: lahtistes hoidlates sõnnik tuuldub vihma, lume,



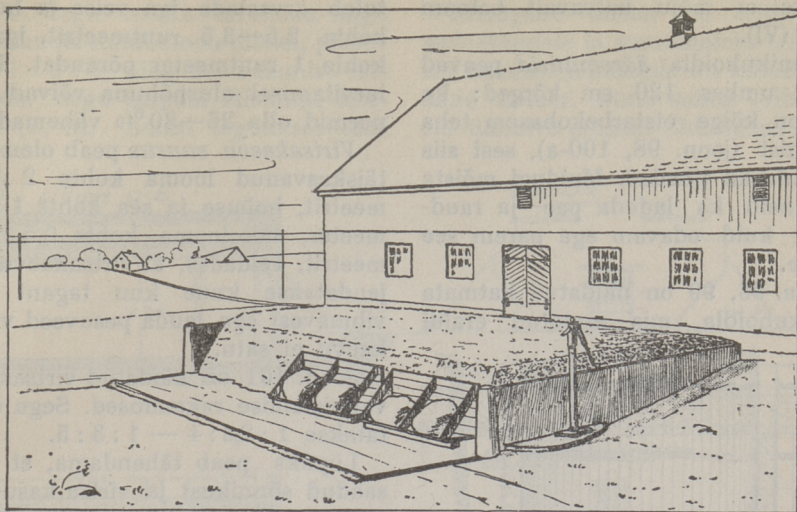
Joon. 98. Sõnnikulava virtsakaevuga.

hoidlas või karjaaias, ei ole kaugelki sama väärtuslik, kui sõnnik, mis pärit sõnnikulaudast, ja see asjaolu oli — osalt on ka praegugi — suureks takistuseks puhaslauda levimisele. Alles järgnevad uurimused*) näitasid,

tuule ja päikese mõjul ning kaotab hää osa vees lahustuvaid kaali- ja fosforsoolasid ja ammoniaaki, s. o. aineid, mille sisaldavusest sõnniku väärtus just olenebki.

Sellest päale soovitatakse ja ehitatakse kaetud sõnnikuhoidlaid, s. o. seintega ja katusega. Viimased peab tehtama võimalikult kerged ja väikesemõõdulised, sellega ka odavad, sest nende ülesanne on ainult kaitsta sõnnikut tuule ja vihma eest.

*) 1930. a. Riigi Põllutöö Katsejaamas toimetatud uurimused näitavad, et puhaslauda sõnnik, hoitud katusealuses sõnnikuhoidlas, on palju väärtuslikum kui sõnnikulauda oma (vt. „Uus Talu“ nr. 1, 1931. a. lk. 11).



Joon. 99. Lahtine sõnnikuhoidla.

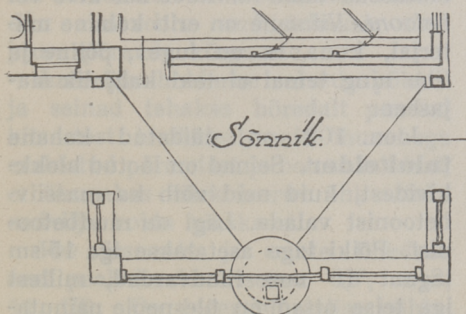
Sõnnik hoitakse kokkupressituna, et ta vähem tuulduks.

Virtsakaev ehitatakse sõnniku-hoidlasse ehk selle lähedusse. Virts on tähtis väetussaine, mida on kasulik koguda aiamaa või juurviljapõllu väetamiseks. Virtsakaev on tarvilik ka säääl, kus peetakse palju sigu, sest sead annavad palju virtsa, võrreldes sõnniku hulgaga. Sellevastu sõnnikuhoidlasse, kus hoitakse alal päämiselt lehmade ja hobuste sõnnikut, virtsakaevu ei olegi nii tarvis, sest vähene virts hoidub säääl alal sõnnikusse imbunult, eriti kui sõnnik on kinni sõtkutud (noorkari lastakse

päälle jalutama), või *aluspõhuna* tarvitatakse *turvast*.

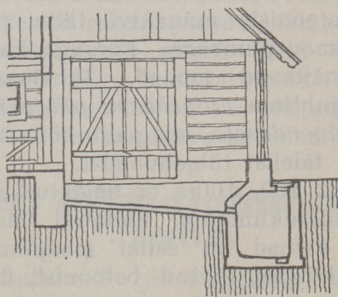
Sõnnikuhoidla ehitatakse kas otsekohe *lauda külge* või selle lähedale. Esimene viis on eelistatavam, sest ta on odavam (üks sein jääb tegemata) ja käituselt lihtsam, kuna sõnnikut ei ole vaja kaugele tassida (joon. 63).

Sõnnikuhoidla põhi tehakse *betooni*st, sest betoonpõrand on püsiv, tihe ja sile. Virtsaaugu poole antakse põrandale *kallak*, nagu näha joonistel. Üldiselt valmistatakse põrand nii, nagu juhatatud päätükis V, e.



Joon. 100. Päältvaade.

Kaetud sõnniku hoidla.

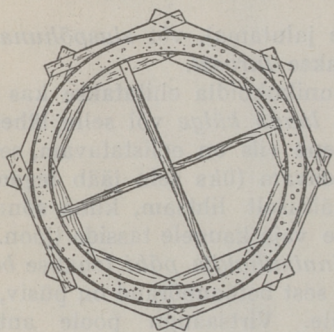
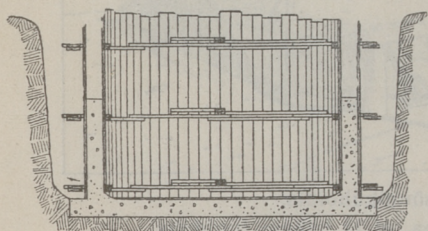


Joon. 100-a. Lõige.

Virts ei mõju halvavalt betooni pääle (VI).

Sõnnikuhoidla ääremüürid peavad olema umbes 120 sm kõrged; ka neid on kõige otstarbekohasem teha betoonist (joon. 98, 100-a), sest siis nad tulevad tihedad. Muidugi mõista võib neid ka laduda pae- ja raudkivist, kuid odavam ega parem see ei tule.

Joon. 98, 99 on näidatud katmata sõnnikuhoidla, mis asetatud eraldi



Joon. 101.

laudast. Põrand ja ääremüürid sellel on betoonist, munakivi täite pääl virtsakaev pumbaga. Põranda kallakut näitavad jooned. Tähelepanu peab juhtima virtsakaevu põhja tehtud süvendusele, mis palju hõlbustab kaevu täielist tühjendamist.

Joon. 100, 100-a on näidatud kaetud sõnnikuhoidla, ehitatud lauda otsa. Seinad on sellel maapinnast 1 m kõrged, tehtud betoonist, ülalpool — laudadest, mis asetatud põigiti, püstpostide soonte sisse.

Sõnnikuhoidla suuruse määramisel

tuleb arvestada iga veise ja hobuse kohta 2,5—3,5 ruutmeetrit, iga sea kohta 1 ruutmeeter põrandat. Turba tarvitamisel aluspõhuna võivad need normid olla 25—30% vähemad.

Virtsakaevu suurus peab olema iga täiskasvanud looma kohta 2 kantmeetrit, hobuse ja sea kohta 1 kantmeeter, noorlooma kohta 0,5 kantmeetrit, eeldades, et virtsakaevu tühjendatakse kuue kuu tagant ning vihmavesi ega lauda pesuveed virtsakaevu ei satu.

Joon. 101 on näidatud virtsakaevu valmistamise rakendused. Segu tarvitatakse 1 : 2,5 : 4 — 1 : 3 : 5.

Lõpuks peab tähendama, et tulu, saadud sõnnikust ja virts kasutamisest, mõne aastaga tasub ära virtsaugu ja kinnise sõnnikuhoidla ehitamise kulud.

p) Keldrid.

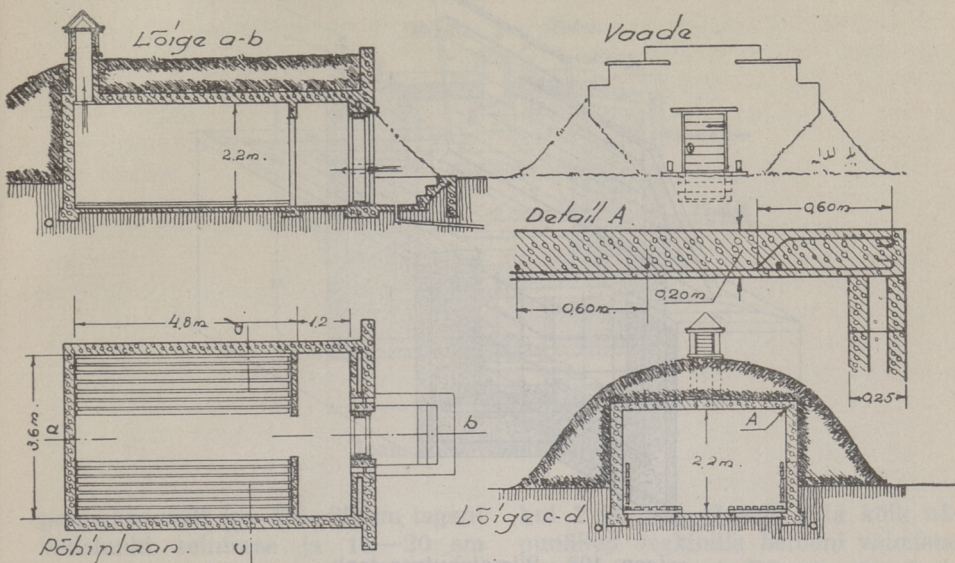
Puuvilja, juurvilja ja keediseid hoitakse ületalve keldrites, kus õhu temperatuur ei tohi langeda alla $+1/2^{\circ}\text{C}$ ega tõusta üle $+4^{\circ}\text{C}$; ühtlasi peab põhjaliku tuulutamise eest hoolt kandma.

Harilikult keldrid ehitatakse täiesti või osaliselt kaetult mullaga, mis võrdlemisi hästi kinni hoiab soojust. Kuna puust laed ja seinad mädanevad paari aastaga läbi (v. majaseen, VII), siis keldri ehituseks tuleb tarvitada kas kive või betooni. Viimane on eriti kohane materjal, kuna ta on tugev, põline ja tihe ning temal ei teki kahjulik majaseen.

Joon. 102 on näidatud kohane talukelder. Seinad on laotud blokkkividest, kuid neid võib ka massiivbetoonist valada. Lagi on raudbetoonist. Põiki lage asetatakse iga 15 sm tagant 19 mm raudvardad, millest iga teise otsad on ülespoole painutatud 60 sm pikkuses. Piki lage iga 60 sm tagant on pandud 12 mm

raud. Segu tuleks tarvitada nagu harilikkudel raudbetoon-töödel, plastiline, 1 : 2 : 3, ning lae valamist toimetada, nagu eelpool lähemalt seletatud (V, d). Keldri tagumises osas

Niisugune kelder on eriti tähtis aednikkudele ja suurematele taludele. Ka mesilastepidajatele on kasulik sarnane kelder, kuna selles võib tarusid ületalve pidada. Ehitatakse kelder



Joon. 102. Kelder.

tuleb jätta laesse auk umbes 45×45 sm, et selle pääle pärastpoole panna betoonist õhu väljatõmbe toru; seda õhutoru võib ka ühes laega betoonist valada; samuti ka eestsein ehk parapee tehakse betoonist. Sissekäigu trepp keldrisse ja põrand keldri keskel on soovitatav teha betoonist. Värske õhu sissevoolu auk tehakse ukse juure põranda kõrgusele.

Juurvilja hoidmise salvede põhjad ja seinad tehakse hõredalt pandud kitsastest laudadest, mis õhuvahega eraldatud põrandast ja betoonseintest, et õhuvahes tsirkuleeruv õhk aitaks aedvilja hoida värskena.

Vee äravoolu ja seinte tiheduse eest peab ka hoolitsema. (V, a, 8, 11, 13). On tegemist alalise põhjaveega, siis tuleb asetada дренаazhtorustik.

maja või köögi alla, siis tarvitatakse keldriseinad (maja vundament) ühe õhuvahega, et külm ei pääseks keldrisse (V, a, 5); lae ehitamisel käsitatakse eelpool toodud juhatusi (V, d).

Jääkelder ehitatakse samasuguse plaani järgi, kuid veidi sügavam, et jää tagavara saaks lähedalt ära mahutada. Jääkeldri seinad peavad olema 1—2 õhuvahega, et soojus jääle ligi ei pääseks. Segu tuleb tarvitada 1 : 3 : 5.

Vee äravooluks keldri põhjast peab vastava дренаazhtoru asetama.

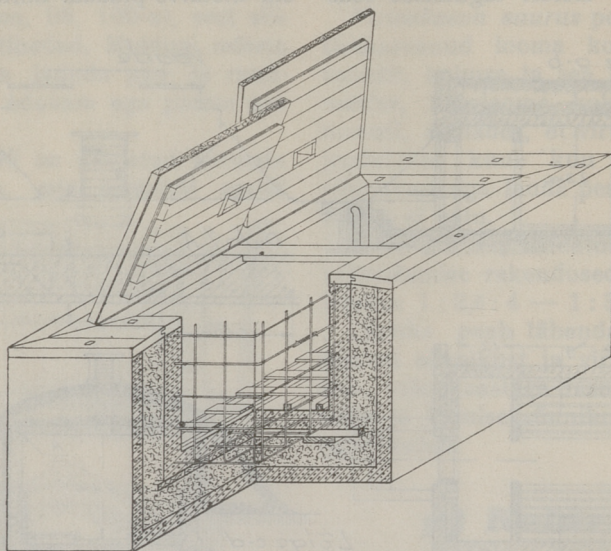
q) Piimajahutuse tank.

Teatavasti piimasaaduste hädusus suuresti oleneb värskapiima jahutamisest ja hoidmisest. Väga praktiline jahutusseadis on niisugune, kus pii-

manõusid võib hoida alaliselt voolava külma vee sees.

Harilikult harva leidub talusid, kus allikas õues. Sellepärast tuleb ehitada

Tankil on kahekordsed raudbetoonseinad, väline 8 sm, sisemine 10 sm paks. Seinte ja põhja vahe — 20 sm — on täidetud mõne isolatsioonainega,



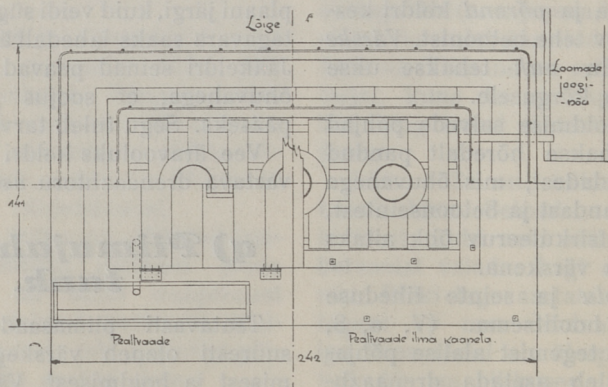
Joon. 103. Piimajahutuse tank.

tallu vastav piimajahutuse tank ehk kast.

Sarnast tanki on kõige kohasem teha betoonist, sest see on veekindel ja põline.

Joonistel 103—105 on näidatud ühe niisuguse tanki ehitus.

nagu turbamuld, saepuru, linaluud; see isolatsioonkiht ei lase soojust väljastpoolt sisse tungida. Tanki kaas on tehtud 3,5 sm punnitud laudadest, kahekordne; laudade vahel vilt või mõni isolatsioonplaat nagu Celotex. Sedaviisi ehitatud tanki jahutusveel

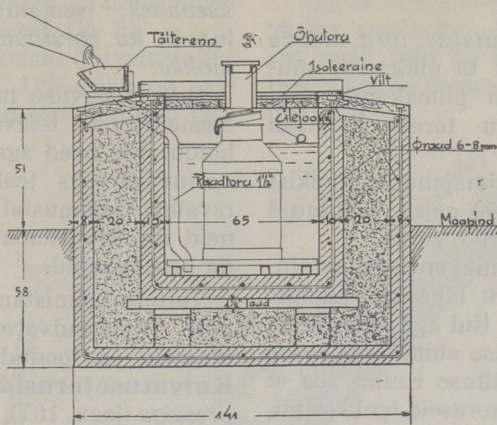


Joon. 104. Tanki päältvaade.

pole karta ei suvist kuumust ega talvist külma. Tankid valatakse betoonist nii, nagu lähemalt veetankide kohta seletatud päätükis V, j. Raudarmatuur 6—8 mm varrastest, mis

(mis jäävadki sisse); siis tehakse vormid sisetanki betoonimiseks.

Betoonimisel tarvis eriti hoolitseda selle eest, et veetank tuleks veekindel. Segu tarvitada mitte nõrgemat

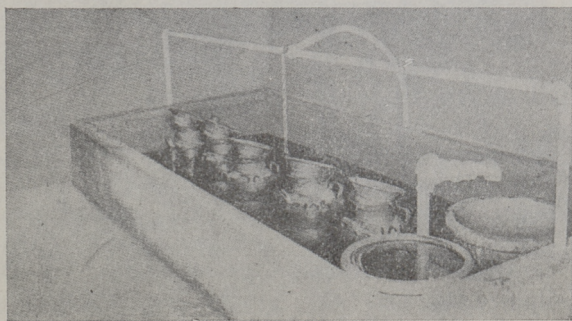


Joon. 105. Tanki läbilõige.

pannakse risti iga 30—35 sm tagant välistanki seintesse ja 15—20 sm tagant sisetanki seintesse. Välistank tehakse segust 1 : 6 ning ta ülesanne on hoida koos isolatsioonkihti. Pääle sisemiste vormlaudade eemaldamist tanki sisepind võõbatakse mõne veekindla bituumainega, asetatakse põhja tugevad puuklotsid, millele toetub sisemine tank; põhi täidetakse turbamullaga (või linaluudega), klotside pääle pannakse sisetanki põhjalauad

kui 1 : 4 ning täpselt täita kõik näpunäited veekindla betooni valmistamiseks (IV, V, a). Pärast rakenduste eemaldamist tank võõbatakse seest tihendusainega (bituumen, Kūlas, Gabritol). Tankide vahe topitakse tihedalt isoleerainet täis.

Tankide püst-raudarmatuuri mõned otsad jäetakse betoonist välja. Nende otsa lõigatakse *viit* ning mutri alla kinnitatakse 5 sm paksused *tankide servakaitse laudad*. Viimaste külge



Joon. 106. Piimajahutuse vann kinnises ruumis.

kinnitatakse hingedel käiv tanki kaas. Kuna kaas on raske, siis teda on soovitatav teha kahest osast või tasakaalustada. Tanki põhja asetatakse puuliistud, millele päälle tulevad piimakannud.

Külm vesi juhatakse toru mööda tanki põhja, kust ta pikkamisi tõuseb üles, jahutab piimakanne ning jookseb väljavoolu torust loomade jooginõusse.

Sarnasel viisil piimajahutuse tankist saadakse kaks hääd asja: jahutatud piima ja soojendatud vett.

Piimajahutuse tanki on soovitatav ehitada kuskile kaevu lähedale, poolest saadik maa sisse. Kui aga piimajahutuse tanki tahetakse ehitada mõnesse kinnisesse piimatalituse ruumi, siis ei tarvitse teha kahekordseid tanki seinu, vaid ainult üks, sisemine tank (joon. 106).

Materjali läheb joon. 103 näidatud kahekordse betooni tanki ehitamiseks (sise-mööduga $165 \times 65 \times 70$ sm):

tsementi — $2\frac{1}{2}$ pütti,
rauda 6 mm — 36 kg,
kruusaliiva — $2\frac{1}{4}$ kantmeetrit,
Gabritol'i — 7 kg,

isoleer- ja puumaterjal ning torud päälle selle.

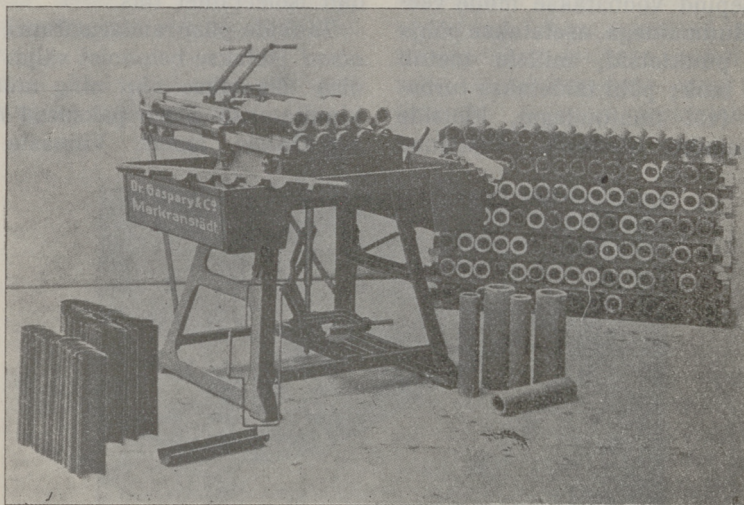
r) Tsementtorud.

Tsementtorusid põllumajandusestarvitatakse maakuivatuses, mustavee ärajuhtimiseks, teealusteks truupideks, kaevudes; tsementtorude liiki tuleb lugeda ka korstnatorusid ja korstnablokke.

Oma tugevuse ning odavuse tõttu tsementtorud leiavad üldist poolehoidu. Mis need aga põllumehele eriti vastuvõetavaks teeb, on see, et teatavatel tingimustel põllumees võib neid ise valmistada, millega väheneb ka torude hind.

Torude valmistamiseks tarvitatakse puu- või raudvorme, milledest kaks tüübilist on toodud joon. 110 ja 22.

Kuivatusetorusid valmistatakse pressiga (joon. 107), mis sarnaneb tsementkatusekivi pressile ning mida võib ka viimasest ümber teha. Nii-suguse pressiga valmistatakse kuivatusetorusid läbimööduga 4 kuni 15 sm, seinte paksusega 0,9 kuni 3 sm ja pikkusega ligi 33 sm (13"). Torud on täitsa tsilindrilist vormi, tulevad väga siledad ja ühetaolised. Vee sisse-



Joon. 107. Kuivatusetorude press.

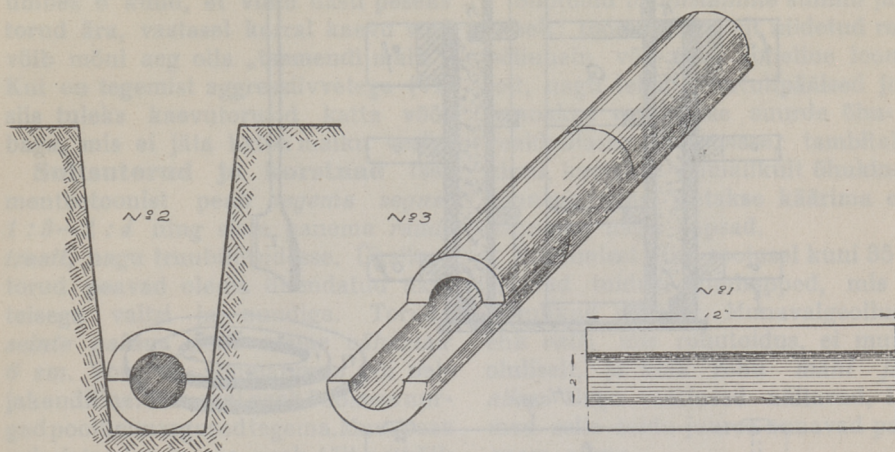
tõmbe otstarbel mõnikord tehakse toru päälmisle poole augukesed. Häa liiva juures torude valmistamiseks tarvitatakse segu $1:2\frac{1}{2}-1:3$. Muus osas torude valmistamisel tuleb käsitada katusekivide valmistamise kohta toodud juhiseid (V, h).

Ühed lihtsad tsement-kuivatustorud on näidatud joon. 108. Siin on valmistatud vaid *pooliktorud*, mille pai-

Torude mõõdud ja soovitavad *segud* on toodud tabelis nr. 4 (VIII).

Harutorusid betoonist on sama lihtne valmistada kui ülaltähendatud torusid.

Nende valmistamiseks peab olema vastav raudvorm. Äärmisel juhul harutorusid võib ka kahest torust vastavalt kokku panna ja tsementseguga ühendada.



Joon. 108.

galepanemise juures võib kergemini saavutada torustiku siledat põhja, vältida torude ühenduskohtadel kärssade tekkimist, mis endi taha vähehaaval koguksid mulda ja nii põhjustaksid torude ummistumist.

Mustavee-torud valmistatakse *muhvidega* varustatuna; muhv annab torule suurema tugevuse ning aitab tihendada torude ühenduskohti. Mustavee-torud peavad olema hästi tihedad, ja sellepärast nende valmistamise juures tuleb hoolikalt silmas pidada kõiki ülaltoodud (IV) näpunäiteid veekindla betooni valmistamiseks, s. o. liiv valitagu otstarbekohane, segu tehtagu muldniiske ning tambitagu hästi põhjalikult kinni, kuna vastasel korral võib mõni koht ebatihe tulla, mis rikub ära kogu toru.

Sääl, kus on tegemist *hapetega* ja *sooladega*, mis võivad halvavalt mõjuda betoonile, tuleb teha hästi tihe betoon ning tarvitada tsemendirikkamat segu. Ka torude *võõpamine happekindla võõbaga* (VI) on soovitav. Sellepärast maakuivatuse-torud soistes mais, kus leidub happeid, võivad ruttu rikki minna, ning nende kaitseks peaks neid võõpama vedela bituume-niga või lihtsalt iga toru üleni kastma bituumeni (või külmasfaldi) sisse.

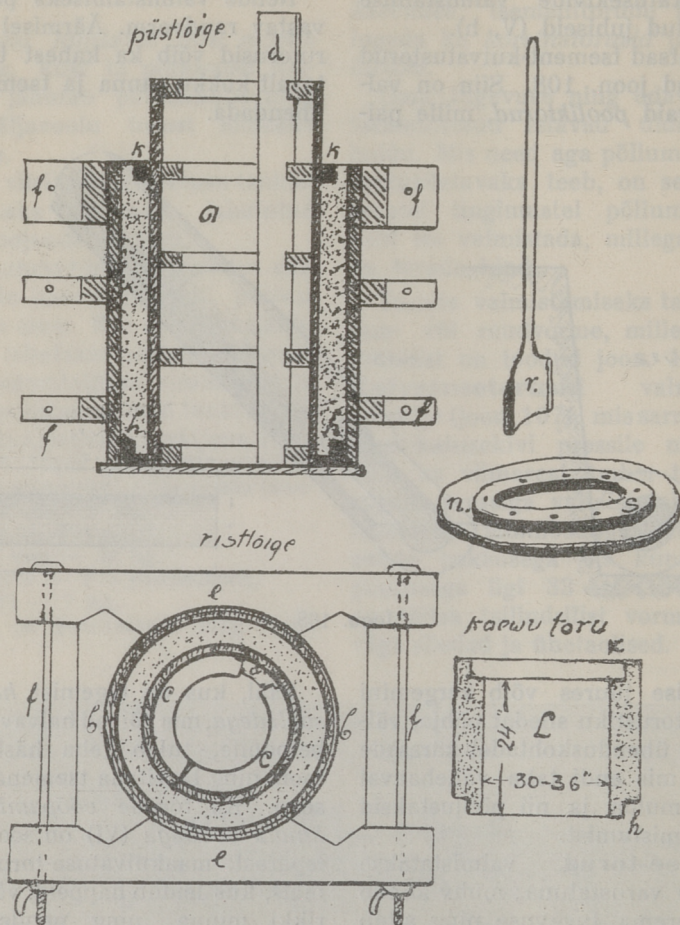
Iga maa ei sisalda betoonile kahjulikke happeid. Sellepärast enne torutamist on soovitav maakihti uurida aggressiivvete suhtes, et teada, kas kõlbavad võõpamata tsementtorud, või neid peab happekindla võõbaga katma.

Kaevurõngaid ning ka **maan-**

teetruupe valmistatakse vormidega, milledest tüübiline on kirjeldatud ülalpool (joon. 22).

Kuna need torud on suuremad (läbimõõduga kuni 130 sm), siis nende

Torude tugevuse tõstmiseks nende sisse asetatakse **raudrõngad** 4—8 mm traadist. Kaevutorude sisse pannakse iga 25—30 sm toru pikkuse pääle, truupides iga 10—14 sm tagant rõngas.



Joon. 110. Puuvorm kaevutorude valmistamiseks.

a — sisevorm, b — välisvorm, c — sisevormi ribad, d — kiil, e — klambrid, f — pingekruvid, h — valts, k — nuut, n — põhi, r — tampija.

valmistamiseks tarvitatakse juba **betoonmassi**, võttes 1 osa tsemendi pääle 2—3 osa liiva ning 3 osa killustikku või jämedat kruusa. Paekivi killustikku ei ole soovitatav tarvitada, sest paljud paesordid vähehaaval lagunevad jooksva vee sees, mis võib betooni ajajooksul urbseks teha.

Truubitord tehakse kas ümmargus- sekujulised, või munakujulised, mõlemad aluspõhjaga. Sellejuures toruseina aluspõhi ja päälmine osa peavad olema veidi tugevamad kui küljed, et nad paremini suudaksid vastu panna survele ülalt maanteelt.

Kaevu- ja truubitord ühendatakse

omavahel valtsi ja nuudiga, mis hästi üksteisega peavad sobima (vahe on lubatud kuni 3 mm). Tugevuse saavutamiseks valts valmistatakse rasvasemast segust ($1 : 2^{1/2}$) kui toru ise.

Enne tarvitamisele võtmist proovitakse maantee- kui ka kanalisatsioonitorude vastupidavust survele.

Kaevutorusid on soovitatav enne tarvitamist hoida väljas, vihma käes umbes 6 kuud, et vihm hästi peseks torud ära, vastasel korral kaevu veel võib mõni aeg olla „tsemendi maik“. Kui on tegemist aggressiivvetega (VI) siis tuleks kaevutorusid katta võõbaga, mis ei jäta halba maiku veele.

Suitsutorud ja korstnad tsementbetoonist peab tegema segust $1:3-1:4$ ning sisse panema raudtraati, nagu truubitorudesse. Üksikud torud peavad olema ühendatud üksteisega valtsi ja nuudiga. Torude seinte paksus peab olema vähemalt 6 sm. Vorm — ümmargune või neljakandiline. Viimasel peab õõnsuse nurgad poolümmargused tegema. Muus osas valmistamise juures peab täitma kõik nõuded hää betooni valmistamiseks (IV, b, c, d, e). On korstnakivid nõrgalt tehud, siis lasevad nad tõrvavett läbi.

s) Silotornid.

Üks talumajanduse-ehitus, kus beeton leiab õiget tarvitust, on *silotorn* (joon. 109, 111).

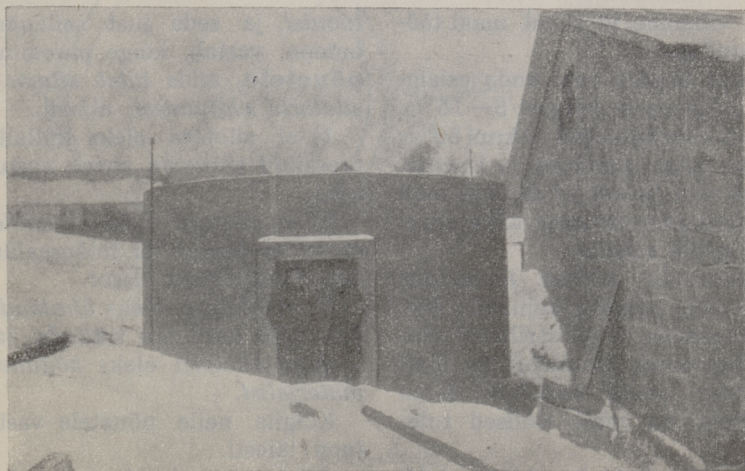
Silotoit ehk *roheline toit* on tuntud vanast ajast, keskaegadel unustusse jäänud ja uuemal ajal jälle tarvitusele võetud ning väljamaal väga pooldatav.

Silotoidu valmistamine sünnib järgmiselt: toores, värskelt niidetud rohi, põlluhein või muu roheline loomatoit, nagu lehed, kartulipääsaled jne., pannakse vastavasse suurde õhu- ja veekindlasse anumasse, tambitakse kinni, kaetakse võimalikult õhukindla kaanega ning jäetakse käärima ehk hapnema nagu kapsad.

Käärimisel ning soojusel kuni 35°C tekivad toidus piimhapped, mis on kasulikud loomale. Munavalgeollused ehk *valk*, mis rohutoidus, ei muutu oluliselt, ja kõik rohu *mahl jääb alles*. Nagu vaatlused näitavad, lehmad selle toidu juures annavad palju enam piima.

Silotoidu paremused, võrreldes heintega, oleksid:

1) Silotoidu hoidmiseks läheb tar-



Joon. 109. Kuremaa mõisa silotorn.

vis 3—4 korda vähem ruumi kui heinte jaoks.

2) Silotoitu võib valmistada igal ajal ning vähema tööjõuga, mis eriti tähtis meil, kus heinaaeg tihtipäälle

8) Majanduslikust küljest, arvesse võttes hindu ja kõiki asjaolusid, karja toitmine silotoiduga on palju kasulikum kui heinatoiduga.

Silotorne ehitatakse peamiselt be-



Joon. 111. Ameerika silotorn.

on väga vihmane ja suvel maal töölistest puudus.

3) Silona kaotab rohi enda esialgsest toiteväärtusest kõigest 3—15%, kuna heina valmistamisel 10 kuni 50%, silotoit on väga mahlakas ja kasulik.

4) Silotoidu juures ei tarvitse meil sisse vedada jõutoitu ning välisvaluutat selle päälle raisata.

5) Silotoiduks kõlbab igasugune rohi, juurvilja pääseda, heinaädal jne.

6) Silotornides, mis harilikult ehitatakse betoonist, loomatoit on igati tulehädaohtu vastu kaitstud, kuna heinaküünid on meil alalised tuleohvrid.

7) Silotoit hoidub alal aastaid; hein ainult 1 aasta.

toonist, ja seda just sellepärast, et betoon vastab kõige paremini neile nõuetele, mida tuleb silmas pidada silotorni ehitamisel, nimelt:

1) et silotorn oleks küllalt tugev pressitud silotoidu surve vastuvõtmiseks;

2) et silotorn oleks veekindel, s. o. et ta ei laseks ei toidumahla välja ega välisniiskust sisse;

3) et silotorn oleks õhukindel, sest õhk võib toitu ära rikkuda, ja

4) et silotorn oleks kõdunematust materjalist.

Kõigile neile nõuetele vastab betoon täiesti.

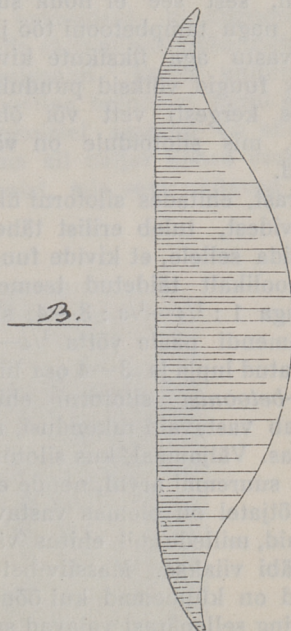
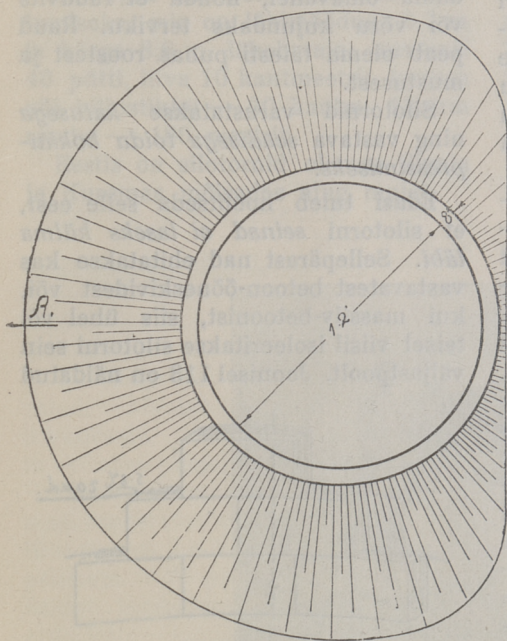
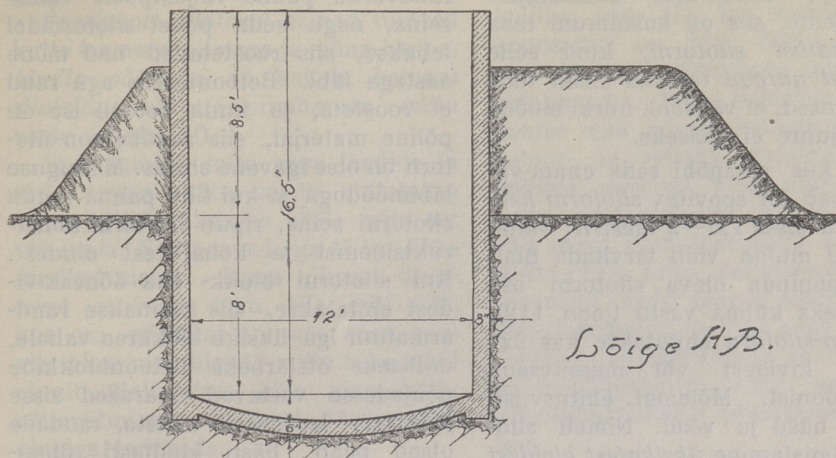
Silotorni maht ripub ära loomade arvust ning toitmise viisist. Meie olu-

des tuleks võtta 5—7 kantmeetrit silo mahtu ühe lehma pääle.

Suuremat läbimõõtu kui 5 meetrit silotornile ei anta, sest laias tornis toit ei vaju ühetaoliselt ning laia

toidu pöölsipinda on raskem teha õhu-kindlaks.

Silotorne ehitatakse kas ümariku või kandilise pööklõikega. Kui silotorn seisab eraldi hooneist, siis on



Lõige A-B.

põhiplaan.

Joon. 112. Maaalune silotorn.

kasulikum seda teha ümarikuna, sest teatavasti sel kujul saab vähema materjaliga ümbritseda suuremat mahtu. Ehitatakse aga silotorn lauda või mõne teise *taluhuone* sisse või külge, ja sellejuures kasutatakse hoone seinu, siis on kasulikum teha *neljakandilist silotorni*, kuid selle *sisemised nurgad* tulevad siiski teha ümmargused, et välisõhk nurki mõõda toidule juure ei pääseks.

Sääl, kus maapõhi seda enam-vähem lubab, on soovitatav *silotorni kaevata maa sisse 1,5—2 meetrit*; välja-kaevatud mulda võib tarvitada ülalpool maapinda oleva silotorni osa kaitsmiseks külma vastu (joon. 112).

Betoon-silotorni ehitatakse kas üksikutest kividest või massiivsena tampbetoonist. Mõlemal ehitusviisil on oma hääd ja vead. Nimelt silotorni valmistamine *üksikutest kividest* on lihtsam, sest see ei nõua suuri rakendusi nagu tampbetooni töö juures, sellevastu aga üksikute kivide vahed ehk fuugid võiksid puuduliku töö juures kergesti vett või õhku läbi lasta, mis silotoidule on väga kardetavad.

Sellepärast, ehitades silotorni üksikutest kividest, tuleb erilist tähelepanu juhtida sellele, et kivide fuugid saaksid hoolikalt täidetud tsement-lubja seguga $1 : \frac{1}{4} - \frac{1}{3} : 3-4$, s. o. 1 osa tsemendi pääle võtta $\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$ osa kustutatud lupja ja 3—4 osa liiva.

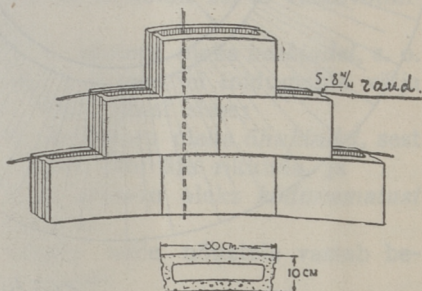
Massiiv-betoonist silotorni ehitamine nõuab vastavaid rakendusi, mis aga kulukas. Väljamaal, kus silotorne ehitatakse suuremal arvul, nende ehituse ettevõtjatel on olemas vastavad plekkvormid, millede abil ehitus väga odavasti läbi viiakse. Massiiv-betoonist seinad on külmemad kui õoneskividest ning sellepärast vajavad suuremat *isoleerit* külma vastu. Selle vastu aga massiiv-betoonist seina võib kergemini teha veekindlaks.

Raudarmatuuri tuleb mõlemate

ehitusviiside juures tarvitada, sest silotorni seinad peavad hästi tugevad olema seestpoolsele survele vastupanemiseks. Sellepärast silotorni seinad kinnitatakse raudvõrudega. Kui need raudvõrud panna väljastpoolt torniseina, nagu seda puust silotornidel tehakse, siis roostetavad nad mõne aastaga läbi. Betooni sees aga raud ei roosteta, ja kuna betoon ise on põline materjal, siis raudbetoon-silotorn on otse igavene ehitus. Missuguse läbimõõduga ja kui tihti panna raudu silotorni seina, ripub ära torni konstruktsioonist ja kohalistest oludest. Kui silotorni blokk- ehk õoneskividest ehitatakse, siis pannakse raudarmatuur iga üksiku blokkrea vahele, milliseks otstarbeks betoonblokkide põhjadesse vastavad õnarused sisse jäetakse. Iseenesest mõista, raudade otsad peab hästi kindlasti ühendama omavahel, nõnda et raudvits või võru kujundaks terviku. Raud peab olema täiesti puhas roostest ja mustusest.

Silotornid varustatakse *katusega* ning vastava *seadisega toidu kokkupressimiseks*.

Edasi tuleb hoolitseda selle eest, et silotorni *seinad ei laseks külma läbi*. Sellepärast nad ehitatakse kas vastavatest betoon-õoneskividest või, kui massiiv-betoonist, siis ühel või teisel viisil isoleeritakse silotorni sein väljastpoolt. Joonisel 113 on näidatud



Joon. 113. Silotorni ehitamine õoneskividest.

silotorni ehitamise viis *õneskividest*, mis kohane meie oludele. Neid kive võib kergesti valmistada hariliku blokk-kivi või pax-kivi vormiga. Kivid peavad olema tehtud hästi tihedad, segu 1 : 4 — 1 : 5.

Seestpoolt silotorni seinad tulevad katta tsemendipiimaga ja mõne *happekindla võõbaga*, et kaitsta betooni silotoidus olevate piimhapete mõju vastu (vaata VI).

Et paremini toitu sisse laadida ja seda tornist kätte saada, ehitatakse torni küljele üksteise päale mitu *ust* või *luuki*. Nad peavad aga täitsa *õhukindlad* olema. Kuna viimast tingimust on raske täita, siis, eriti süäl, kus osa silotorni on maa sees, soovitatakse uksi ülepea mitte teha, vaid ainult ülalt sisse käia ning toidu väljavõtmiseks vastavat tõsteseadist plokiga tarvitada.

Materjali ühe betoon-silotorni ehitamiseks, mis on läbimõõduga 3,7 m ja kõrge 8,6 m, läheb vaja: tsementi 40 pütti, liiva 10 kantmeetrit, kruusa või killustikku — 20 kantm., 12 mm rauda — 180 meetrit.

Eestis on silotornid olemas Vigala ja Kuremaa mõisades ning mujal.

t) *Betoonmaanteed.*

Autoliikumise kasvamisega senised kruusa- ja killustikuteed väga ruttu lagunevad ning nõuavad tihedamat remonti, mis muutub aga võrdlemisi kalliks, juba siis, kui keskmine teekoormatus on 250—300 tonni päevas. Et tee pälispinda teha vastupidavamaks, teed kaetakse *permanentse* ehk *püsiva kattega*. Tsementbetoon on selleks otstarbeks väga kohane materjal, ning, nagu senised kogemused näitavad, *betoonteed peavad vastu ilma remondita aastakümneid*. Päale selle, *betoonteed on tõlmuvad, vedu sünnib kõige vähema jõupingutusega*, nad on alati karedad, ühtlaselt *vastuvõetavad auto- kui ka hobuseliikumisele* ning sellejuures *odavamad* teistest püsivatest teekatetest.

Ameerikas ehitatakse suurel määral betoonteid; ka Euroopas betoonteede ehitamisele pühendatakse suurt tähelepanu. Eestis ehitati esimene proovitee betoonist Tartu all 1926. a. Järgmistel aastatel on ehitatud Tallinna all neljas kohas prooviteed betoonist, mis seni näitavad väga hääd



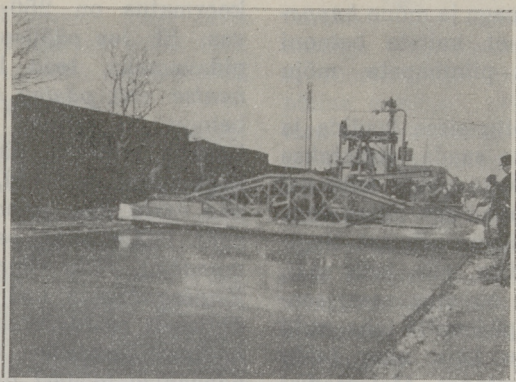
Joon. 114. Betoontee ehitamine.

Esiplaanal armatuuri asetamine. Tagaplaanal betooni tampimine.

püsivust ning vähest jõukulu liikumisel.

Ameerikas tehtud katsete põhjal selgus, et *tsementbetoonteel* peal hobune suudab vedada 4 korda suuremat koormat kui hää kruusateel peal.

Mis puutub *betoonteel* ehitamisse, siis siin käiakse samasuguste põhimõtete järgi kui betoonpõrandate valmistamisel, millest pikemalt seletatud ülalpool (V, e). Uuema aja betoon-teede ehitamine sünnib vastavate



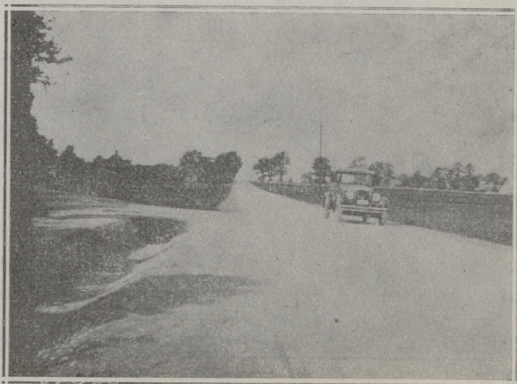
Joon. 115. Betoonteede ehitamine masinatega.

Betoonteel *kulumise* kohta peab tähendama, et see ripub ära töö ja materjalide hädusest. Välismaal on olemas linnaulitsaid betoonist, mis üle 25 aasta seisnud ilma mingi remondita ja näitavad võrdlemisi väikest kulumist. Mõõtmised näitavad, et õieti tehtud betonteel kulub aastas 1 kuni 0,5 mm ning isegi vähem.

masinate abil, mis võimaldavad valmistada ühtlasemat betoonmassi ning tugevamat betooni. Pildid 114, 115 ja 117 selgitavad betoon-teede ehitamist.

Betoonteel võib ehitada võrdlemisi nõrga aluse peäle, kuna kõik teised teekatted nõuavad tugevat muldkeha ja kõva alust.

Betoonteel ehitamine, lühidalt sele-



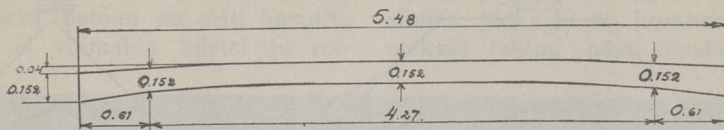
Joon. 116. Betoonteel on põline ja kasulik liikumisele.

tatult, sünnib järgmiselt: alus planeeritakse, selle päale pannakse 3—5 sm paksune kiht kruusaliiva, mis tasanatakse ja kinni tambitakse. Siis asetatakse aluskihi betoon, mis tehakse

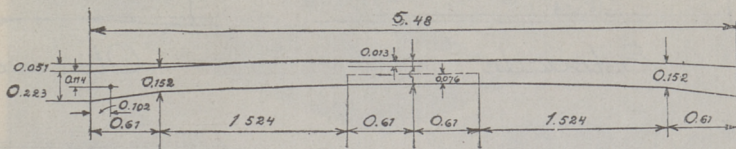
betoonisse raudarmatuuri, mis takistab pragude tekkimist maantees.

Valmistatud tee kaetakse riietega, et vesi ära ei auraks. Teisel päeval riided asendatakse liivaga või

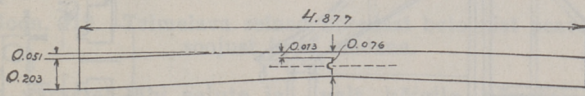
Maricopa County, Ariz.



Illinois Division of Highways.



Delaware State Highway Department.



Joon. 117. Ameerika betoonteede läbilõiked.

muldniiskest segust, kuhu pannakse 200—250 kg tsementi ühe kantmeetri betooni kohta. Killustiku või kruusa maksimaalne tera-suurus kõigub vastavalt tampimisvahenditele 4 ja 7 sm vahel. Aluskiht tehakse, vastavalt liikumisele, 10—15 sm paks ning tambitakse põhjalikult kinni.

Pääliskiht tehakse tsemendirikkamast segust (umbes 350 kg/m^3), killustiku suurus 2—3,5 sm, konsistents — pehmem. Kihi paksus 4—6 sm. Pää-liskiht tambitakse samuti kinni kui aluskiht.

Paisumisfuugid (V, e, 15) jäetakse iga 8—15 m tagant; nad valatakse enne tee avamist täis vedelat asfali.

Pehmemal maapinnal pannakse

õlgedega, mida hoitakse niiskena 2—3 nädalat.

Tee avatakse liikumisele 4 nädala vanuselt.

u) Mitmesugused ehitused ja betoonitööd.

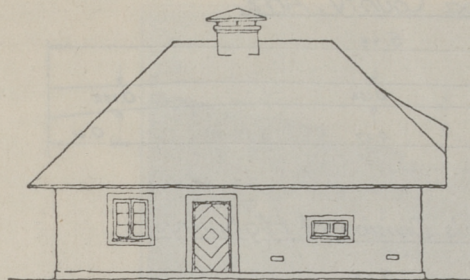
A. Kanalad betoonkividest seintega ning betoonpõrandaga on rohket tarvitamist leidnud välismaal; ka Eestis leidub eeskujulikke talusid, kus betoonkanalad hääd tulu majapidamisele annavad (A. Kurrikoff, Ulilas).

Betoon on kanala ehitamiseks eriti sellepoolet hää, et betoonkanalat

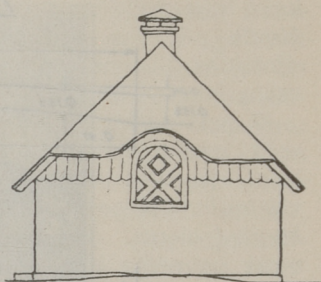
võib kerge vaevaga puhtana hoida, desinfitseerida ning pesta.

Missugune majanduslik tähtsus on betoonkanalatel, kus kerge võidelda parasiitidega, on selge igale kanapidajale. Kui tahetakse kanapidamisest

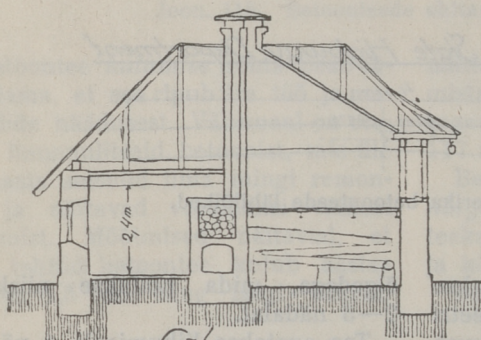
krohvimata. Põrand kõlbab betoonist, paksuses mitte alla 8 sm, päält hästi siledaks tehtud, et kanad siblimisega oma küüsi ei nüritaks. Põranda ehitamisel tuleb täpselt käsitada juhtnööre, mis toodud ülalpool (V, e).



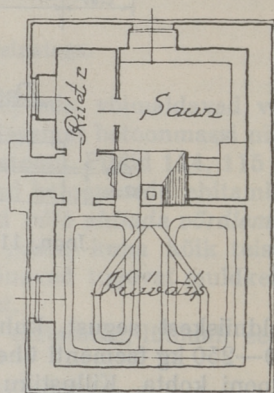
Esiavaade



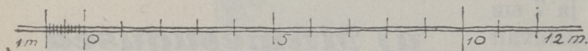
Oltsavaade



Lõige



Põhiplaan



Joon. 118. Kuivatuseruum saunaga.

tulu saada, siis tuleb eestkätt rajada õiged ehitused, kuhu rotid, hiired ja kärbid sisse ei pääse ning kus ka vajalist puhtust võib pidada.

Nendele nõuetele vastab kõige paremini betoon.

Meie kliima juures võiks soovitada kanala seinte ehitamist tsementkividest nopsa-süsteemi järgi (V, c, B),

B. Kuivatuseruume ja saunu on väga kohane ehitada kas õõneskividest või nopsa-süsteemis tsementkividest. Kuna neid ehitusi kasutatakse võrdlemisi lühikest aega, siis nende seinad võivad olla ka veidi kergemalt ehitatud kui elumajade ja lautade seinad.

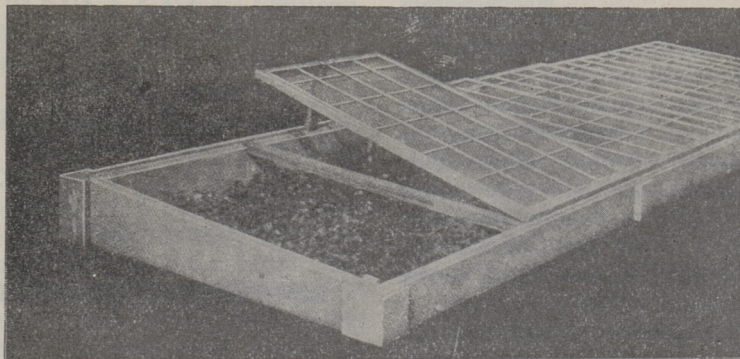
Mis puutub põrandatesse, siis nende

ruumide betoonpõrandad peavad olema raudsilujaga päält hästi tihedaks hõõrutud ja veekindlaks tehtud (V, e, 12).

Joon. 118 on näidatud kuivatuse-ruumi ja sauna plaan.

C. Aitu ja teisi taluehitusi võib samuti betoonkividest püstitada. Aitade juures betoon on eriti kasulik, kuna ta ei võimalda hiirtel ja rot-

killustik, mida tarvitatakse sääli, kus tegemist kuumusega, peab olema puhas ja kivisortidest, mis soojuse mõju all ei lõhene ega pudene. Ahjude soojadeks lõõrideks sobib kõige paremini dolomiit ja põletatud kivide puru, kuna suitsukorstna valmistamiseks kõlbab harilik kruusaliiv. Edasi peab silmas pidama, et korstnate seinad oleksid tehtud hästi tihedad, vasta-



Joon. 119. Taimelava seinad hõredast betoonist peavad soojust ja ei mädane.

tidel ning ka varastel läbi seinte ja põranda sisse tungida.

Aitade betoonpõrandad, millel tuleb vilja kühveldada, olgu päält hästi siledad, et labidad ja viljakühvlid ära ei kuluks (V, e).

D. Korstnad betoonist on väga kohased. Olgu tähendatud, et rääkimata talumajade korstnatest ja suitsulõõridest, on ehitatud nii välismaal kui ka meil Eestis väga palju tehastegi korstnaid betoonist ja raudbetoonist.

Talu *suitsukorstnad*, mis mõnedes kohtades on tehtud liiga nõrgast betoonsegust, pahatihti pudenevad enneagu ära. Tsement iseenesest on küll tulekindel ning soojuse mõju all kuigi palju ei paisu, aga kui tarvitatakse halbu lisaineid või halvasti tehakse, siis betoonkorstnad võivad vähehaaval pudeneda. Liiv, kruus ja

valt kõigile nõuetele, mis lähemalt selgitatud IV ja VI päätkis. Hääliva juures segu peab sisaldama vähemalt 1 osa tsementi 5 osa lisaine päälle. Tehakse aga nõrgema seguga, siis tuleb arvestada enneaegse betoonkorstna pudenumise võimalusega ja sellega, et korstna välispinnale toa seespool ilmuvad inetud plekid.

Suitsukorstna ülemine ots tuleb teha tsementsegust 1 : 3, sest ta kõige rohkem kannatab ilmastiku mõju all.

Ühe lõõriga *suitsukorstna blokid* tehakse 30 sm kõrged, seinad 7 sm paksud, varustatud valtsi ja nuudiga.

Kui tarvitatakse ümmargusi torusid korstnate jaoks, siis nende torude seinad peavad olema vähemalt 6 sm paksud.

Üksikud kivid tuleb hästi tiheda seguga ühendada, et kivide vahele pragusid ei tekiks.

E. Taimelava kastid ja triiphooned. Seni meil tarvitavad puust *taimelava kastid* mädanevad paari aastaga läbi ning nende uuendamine nõuab aednikkudelt alalisi kulusid. Sellepärast on hakatud tarvitama lavakastideks betooni, millele soojuste läbilaske vähendamiseks on saepuru hulka segatud. Üks selline lavakast on näidatud joon. 119.

Niisugused kastid valatakse kas otse kohapääl või töökodades üksikute osadena, mis siis kohapääl kokku pannakse. Sarnane kast ei mädane, ei lase endal sigineda taime kahjureid ja teda on kerge desinfitseerida.

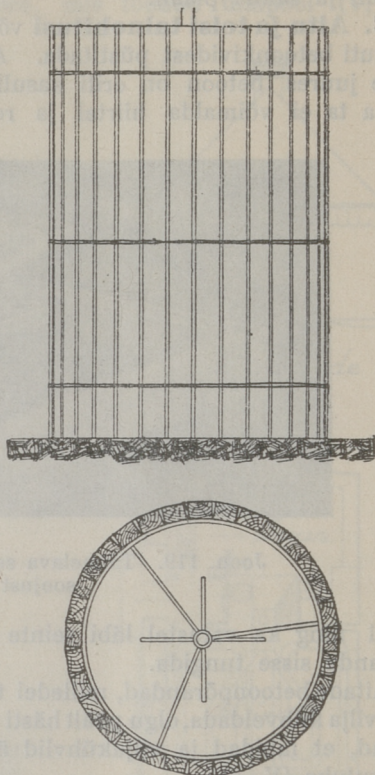
Kuna *saepuru-betooni* valmistamine on võrdlemisi raske, siis selle asemel võib tarvitada ka *betoon-õõnesseina* (joon. 93) ühe või kahe õhuvahega. Võib ka lihtsalt ehitada seina nopsasüsteemi järgi (V, c, B).

Päälle lavakastide betoon leiab ots-
tarbekohast kasutamist ka *triiphoonetes*, kus betooni tarvitatakse lavade, seinte, aknaprosside j. t. osade ehitamiseks. Siin betoon on väga kasulik, sest et ta ei kõdune nagu puu ja raud. Väljamaal ehitatakse triiphooned peamiselt betoon-õõneskividest, postid ja talad raudbetoonist. Eestis ehitatud betoonkividest triiphoonetest oleks nimetada härra H. Kuusneri aiaäris, Pärnus, 6 suurt triiphoonet ja mitu taimelava kasti (saepuru-betoonist).

F. Betoonrull. Soiste heinamaade ja karjamaade kultiveerimisel peab tarvitama rasket rulli. Selleks on kõige kohasem *betoonrull*. Betoonrull tehakse kas mõnest armeeritud betoon-kaevurõngast või valatakse eriti selle jaoks tehtud vormi.

Vormi võib teha kas üheltpoolt hõõveldatud laudadest või raudplekist. Raudtelg tuleb asetada täpselt vormi keskkoha (joon. 120). Segu teha muldniiske, kahte sorti: rulli välispinna ja otste jaoks tsemendirikkam

segu 1 : 2,5 — 1 : 3 ning keskele täitebetoon 1 : 3 : 5. Tampida põhjalikult, seni kui vesi pälispinnale ilmub. Et raudtelg kindlamalt ühineks betooniga, tuleb ta vedela tsemendiga



Joon. 120. Betoonrulli valmistamine.

üle võõbata. Töö ajal jälgida, et telg ei läheks paigast ära. Rulli otste servad teha ümmarguseks. Valmistamistud rull katta kinni kottidega või kuuseokstega ja jätta kivinema paariks nädalaks, teda iga päev hästi niisutades. Siis võtta rakendused ära ja lasta rull õhus seista 1 nädal ning kasta selle aja jooksul.

Nüüd võib rulli küljeli pöörata ja puuraami külge ehitada.

Rulli ehitamiseks, läbimõõduga 80 sm ja pikkusega 110 sm, läheb 1 pütt tsementi. Rulli kaal oleks umbes 1100 kg.

VI. Betooni lõhkujad ja kahjurid.

Eelpool sai mitmes kohas mainitud (V, e, g, j, m, q, r, s) mõnesuguseid aggressiivvedelikke, mis ajajooksul võivad betooni teha rabedaks, või värske betooni juures halvata selle kivinemist; samuti ka betoon teatavate välistegurite mõjul kulub ära rutemini.

Betooni kahjurid on kahe iseloomuga: *füüsilised* ja *keemilised*.

Füüsilised tegurid on: *surve, lõök, kulumine, tuli, külm, elekter*.

Betoon harilikult võib välja kannatada väga suurt survet; ta *survetugevus* ripub ära mitte ainult tsemendist, vaid ka lisaainetest ja valmistamise viisist. Mida kõvemat liiki tarvitata killustik, seda vastupidavam tuleb betoon survele (II, c, d).

Harilikkudele *löökidele* betoon paneb vastu sama hästi kui põllukivi.

Vastupanu *löökidele* ja põrutamistele on võimalik tõsta, kui betoonsegule lisada aineid, mis betooni elastsust suurendavad (trass).

Vastupanu *kulumisele* oleneb liiva terasusest, sideainete hädusest, killustiku kõvadusest, ning lõpuks betooni valmistamise viisist (IV). Hästi valmistatud betoonpõrandad ja betoonteed ei kulu pea sugugi (V, e, t).

Tule hädaohtu betoonil pole karta, nagu näitavad lugematud juhused, kus tulekahjudel betoon-konstruktsioonid jäid terveks. Sää, kus on tegemist alaliselt tulega, soovitakse tarvitada betoonis niisuguseid kive, mis juba kord on põletatud (basalt, shlack); ka dolomiit on häa. Mitte suure tule vastu aga meie harilikud kiviliigid on küllalt vastupidavad.

Külm ei ole kardetav valmis betoonile. *Värskele betoonile* külm on selle tõttu halb, et takistab tsemendi

kinemist, ja kui segu oli tehtud veerikas, siis üleliigne vesi betoonis võib jääks muutuda ja betooni lõhsetada (IV, e).

Elektri mõju betoonile ei ole niimetamisväärt.

Keemilised tegurid on: alused ehk *lehelised, happed, soolad*; neid jagatakse veel *anorgaanilisteks* ja *orgaanilisteks*.

Keemilised ained tulevad ette kõvas, vedelas ja gaasilises olekus. Betoonile võivad mõjuda ainult *vedelad ained*, või *kõvad* ja gaasisar-nased *ained vee juuresolekul*.

Kõvadest ainetest, mis meil võivad betooni rikkuda, nimetame; *superfosfaati ja ammoniumisoolasid*, kui nad alaliselt märja betoonpõrandad päälle satuvad. Kuivas olekus nad on kahjutud.

Gaasidest mõjuvad kontsentreeritud kloor- ja väävelühendid, nagu: *väävelvesinik* (tekib mustavee torustikus) ja *vääveloksuüdid* (tulevad ette põlevkivi suitsugaasides).

Vedelad ained jagunevad kolme liiki: *alused, happed* ja *soolad*.

Alused ehk *lehelised* ei mõju halvavalt betooni päälle, küll aga tihti mõned ühes lehelistega ettetulevad soolad.

Happed, eriti *väävelhape, soolhape* ja *salpeterhape* on *kõige suuremad betooni kahjurid*. Hapete mõju seisab selles, et nad, ühinedes tsemendis oleva alusega — lubjaga, *lahustavad* tsemendi, mille tõttu kaob side betooni lisaainete vahel ja betoon muutub rabedaks. Mida kangem on *hape*, seda halvemini ta mõjub.

Veidi nõrgemalt mõjuvad betoonile

orgaanilised happed, milledest sagedamini esinevad:

a) *Piimhape* — tuleb ette väga tihti põllumajanduses, kus seakünad, silotornid, loomakünad, piimatalituse põrandad ja vannid saavad kõige rohkem kannatada selle happe läbi, eriti siis, kui betoon pole tehtud küllalt tihe.

b) *Äädikhape* — tekib sääli, kus alkohol saab oksüdeeritud, nagu äädikatehastes, ka hapuksläinud õlles, rikkiläinud hapukapsas ja silotoidus.

c) *Parkhape* — tuleb ette nahaparkimise-tööstuses. See hape on eriti sellepärast kardetav, et tungides betoonisse asetatud raudadeni, ühineb rauaga ja annab musta värvi, mis võib nahku rikkuda.

d) *Suhkur, siirup* jne. sünnitavad tsemendis oleva vaba lubjaga vees lahustuvaid soolasid, mis lõhuvad ära betooni. Betoonpõrandatega ladudes tuleb soovitada ettevaatust suhkru kottidega. Suhkur, lisatud tsemendi või seguvee hulka, ei võimalda betoonil kivineda.

e) *Õlihapped ja rasvhapped*, mis tulevad ette rikkiläinud loomarasvades, veres, kalarasvas, taimeõlides, võis jne., mõjuvad halvasti betoonile.

Rasvad ja õlid, sattudes betoonpõrandale, mis pole küllalt tihe ja hästi tehtud, tungivad betooni praokestesse, ning minnes sääli rikki, tekitavad rasvhappeid.

f) *Huumushape ja rabahape*, mis tulevad ette soistes ja mädanemisest tekkinud mais, ei ole mitte iseseisvalt happed, vaid sisaldavad mõnda ülalnimetatud kangemat hapet, nagu väävelhapet.

g) *Fenool (karboolhape)*, mis saadakse kivisöe ja õlikivi destilleerimisel ning tarvitatakse desinfitseerimiseks, võib kontsentreeritud olekus rikkuda betooni.

Sääli, kus karta hapete betoonile sattumist, betoon tarvis tingimata

teha hästi tihe ja katta mõne happekindla ainega, nagu Estobitumen, Gabrit, Inertol, või võõbata fluuaadiga (Laosin, vedelklaas, Murolineum ja t.), või betoonisegusse lisada mõnda happekindlat ainet, nagu Riunit, Serponit.

Sooladest mõjuvad halvasti betoonile *väävelsoolad* ja *magneesiumsoolad*.

Neid soolasid tuleb ette kõige enam *merevees*. Balti mere vesi on võrdlemisi vaene soolade poolest ning sellepärast sinne merevesi väga vähe mõjub betooni päale.

Väga kahjulikult mõjub betoonile *kips* ehk *kaltsiumsulfaat*, mis Eestis tuleb ette Irboska ümbruses.

Kipsi ja väävli sisaldavad allikating ning põhjaveed lagundavad ajajooksul betoonvundamente ja teisi maa sees olevaid betoonkonstruktsioone.

Väävlisoolade halvav mõju betoonile on tingitud sellest, et väävel, ühinedes tsemendis oleva *vaba lubjaga*, muutub *kaltsiumsulfoallumiinaadi kristallideks*, mis, veega ühinedes, nõuavad palju suuremat mahtu, kui see oli algainetel. Nende kristallide tekkimisel on nõnda suur jõud, et betoon selle survele lõheneb.

Ammooniumsulfaat (tuleb ette keemilistes tööstustes) ja väetiseks tarvitavad *ammooniumisoolad* on halva mõjuga betoonile.

Magneesiumkloriid, mida tarvatakse vesikivide ja „Fama“-põrandate valmistamiseks, võib olla betoonile kahjulik vaid suuremal hulgal. Teiselt poolt, ka betoon mõjutab „Fama“-t. Vaba magneesiumkloriid betoonpõranda pääl on sellepärast kardetav, et tungides betooni praokesse läbi kuni raudarmatuurini, viimasel roostet tekitab.

Teised meil ettetulevad soolad ja ka keedusool ei mõju betoonile halvasti.

Orgaanilised ained, milledega meil kõige enam arvestada tuleb, on:

piim, loomarasv, veri, taimeõlid, — ained, mis piimatalitustes, tapamajades, lihakauplustes, vorstivabrikutes ja taimevõi-tehastes harilikult lagundavad betoonpõrandaid. Edasi *suhkur, siirup, linaseemneõli, palmiõli* ja t. *orgaanilised õlid* ja ained, nagu heeringa-soolvesi ja kalarasv, on ka betoonile kahjulikud, ning sellega tuleb arvestada vastavates kauplustes, ladudes, tööstustes.

Seguvesi, mis sisaldab üldnimetatud aineid, võib takistada tsemendi kivistumist, teeb betooni rabedaks, nõrgaks (II, e).

Mineraalõlid, nagu nafta, masinaõli, petrooleum, bensiin, tavot jne ei mõju halvavalt betooni päale.

Üldnimetatud ainete mõju betoonile ripub ära mitmesugustest asjaoludest, nagu halvuri iseloom, kontsentratsioon ja mõju aeg, siis — betooni vanadus ja tihedus.

Et valmistada betooni, millele aggressiivvedelikud vähem mõjuvad, soovitatatakse silmas pidada **nõudeid tiheda betooni valmistamiseks**:

1) Tarvitav kruusaliiv ja killustik olgu puhtad ja kõvad (II, b).

2) Kruusaliiv peab olema hästi astendatud, tarvilisel korral ka sõelatud, et saada kõige tihedamat betooni.

3) Segu peab olema tsemendirikas; seguvahekord ei tohi vaesem olla kui 1:2:3, või kruusaliiva tarvitamisel — 1:4,5.

4) Seguvesi peab olema värske ja puhas. Seguvee hulk peab olema täpselt kontrollitud, et saada kõige tihedamat segu, milleks, nagu ülalpool seletatud, segu peab olema kas muldniiske või veidi pehme.

5) Massi peab põhjalikult segama, ning paigale asetama ja kinni tampima enne tardumise algust; üksikud kihid hästi tihedaks tampida ning üksteisega vastavalt siduda. (IV, a, b, c, d).

6) Värsket betooni tarvis kaitsta tuule, päikese ja külma eest, ning niiskena hoida vähemalt 3 nädalat; samuti hoida teda kokkupuutumast aggressiivvedelikkudega, seni kui ta pole lõpulikult kivilinenud (s. o. vähemalt 4 nädalat).

Kui kõik need nõuded täpselt täidetakse, siis harilikkudes oludes betoon tuleb veekindel ja ka vastupidav nõrkadele aggressiivvedelikkudele. On aga tegemist juhtudega, kus üks või teine tehniline nõudmine täpset täitmist ei leia (nagu see suuremalt jaolt meil sünnib), siis kahjurite vastu tuleb juba tarvitada *patent-kaitsevahendeid*, mis kas teevad kogu betooni vee- ja happekindlaks või jälle tihendavad ainult ta välispinda.

Patent-ainetest, mida tarvitatakse seguna kas tsemendi või seguvee hulka betooni tiheduse tõstmiseks, oleks nimetada:

Aeternol, Ava, Biber-F ja kiirsiduv aine Biber-S, Prolapin, Serponite, Riunit, Sika ja t.

Päält vööpamiseks tarvitatakse *fluaate*, mis keemiliselt ühinevad tsemendiga ning kujundavad tiheda ja happekindla pääliskihi betoonile. Fluatiseeritud betooni pääliskihit muutub vastupidavamaks ka mehaanilistele mõjudele. Neist fluaatidest oleksid nimetada: Aeternol-vööp, Cebet, Laosin, Lithurin, vedelklaas, Zechit ja t.

Kaitse- ehk isolatsioonkihina tarvitatakse veel bituumenaineid, mis betoonile vööbatuna annavad vee- ja happekindla katte. See kate aga ei ole tsemendiga keemilises ühenduses, vaid ainult mehaaniliselt hoidub betoonil. Niisuguseid bituumen-kaitsevahendeid on kodumaa *Estobitumen* ja *asfaltemulsioon* (Külas); väljamaa kaupadest tarvitatakse ka Aeternol'i, Ava't, Inertol'i, Gabrit'i, Gabritol'i; viimased sisaldavad päale bituumeni veel teisi tihendusaineid ja kõlbavad

toiduvee paakide vööpamiseks. Bituumenkaitset on soovitatav tarvitada: alusmüüride katteks, mustavee-torudes, mustuseaukudes, virtsarennides. Fluaate tarvitatakse sea- ja looma-

künades, silotornide, põrandate ja anumate kaitseks.

Sääl, kus on tegemist eriti kange happega, betoonreservuaare kaitstakse kas *klinkerplaatidega* või *klaasiga*.



Joon. 121. Betoonsild Emajõel.

VII. Niiskuse vastu võitlemisest elumajades.

Niiskus ehk *rõskus* on alaline halb nähe meie elumajade, keldrite, lautade ja muude ehituste juures. Eriti just kivihoonetes. Ka on kuulda mõningaid kaebusi, nagu oleks betoonkivist majad rõsked. Nagu eelpool seletatud, viimane nähtus võib sündida vaid asjatundmatu ehituse, kuid mitte betooni iseloomu tõttu.

Rõsked korterid on ühtlasi külmad. Nad tarvitavad rohkem kütmist; elamine niisketes korterites on ka väga kahjulik tervisele, sest toob kaasa jooksvat, tiisikust, verevaesust; mõõbel ja muu majakraam sarnastes korterites läheb rikki; maja konstruktsiooni puuosad, mis puutuvad kokku niiskete seintega, lähevad mädanema, millest tekib eriline *maja-seen* (marulius lacrimans), mis üsna lühikese ajaga hävitab puu. Krohv niisketelt lagedelt ja seintelt langeb maha, tapeedid lähevad hallitama jne.

Ehitustehnika on ajajooksul välja töötanud abinõud ja võtted niiskete ruumide kuivendamiseks, millest lühidalt seletatakse allpool. Ühtlasi kirjeldame ka neid *põhjuseid*, mis tekitavad niiskust.

Majade niiskus võib tekkida päämiselt *põhjavee imbumisest seintesse, vihmast ja lumest, puudulikust tuulutamisest ja külmadest seintest.*

1. **Põhjavett** ehk *maavett* või maaniiskust leidub igalpool, mahaarvatud liivased või hästi dreneeritud ehk kuivatatud maad. Maaniiskus tungib alusmüüri, sest harilikult iga ehituskivi on veidi poorne ning imeb enam-vähem vett sisse. Kord sissetunginud vesi hakkab mööda kivi-pragusid ja -vahesid vähehaaval üles

tõusma, vastavalt kapillaarsuse seadusele, just nii, nagu puutüves vesi tõuseb juurtest lehtedeni. Kui alusmüüri ehk vundamendi *pääl* ei ole *isolatsioon-* ehk kaitsekihti, mis takistaks veel üles pääseda, siis vesi tungib edasi seintesse ja liigub sinna poole, kus saab ära aurata, s. o. esmalt elukorterite seespoolsete seinte pindadeni: siit vähehaaval ära aurates ta tekitabki ülalnimetatud pahesid.

Eriti just kevadel ja suve algkuudel, mil palju niiskust maas, kivi-majade seinad on niisked ja külmad, sest üles tõusev vesi, äraaurates, jähendab seinu.

Maavee hävitustööd on eriti huvitav jälgida vanematel surnuaedadel, kus palju igasuguseid mälestussambaid. Sääl meie näeme, et need hauakivid, ristid ja sambad, mis on kaitstud bituumenkihiga maavee sissetungimise vastu, hoiduvad üldiselt hästi, kuna need, mis on isoleerimata — ja neid, kahjuks, on väga palju, — sammeldavad ja kõdunevad üsna ruttu.

Nõnda siis, et *niiskus ei pääseks maast alusmüüri kaudu seina, on tarvis seina ja alusmüüri vahele panna isolatsioon- ehk kaitsekiht tõrvapapist, asfaldist, bituumenist, Kõlas'ist või lihtsalt hästi tihedast tsementsegust 1 : 1 (V, a, 9)*; viimase tarvitamise juures peab aga silmas pidama kõiki nõudeid hää ja veekindla betooni valmistamiseks.

Isolatsioonikiht peab olema allpool põranda konstruktsiooni.

Puumajade juures pannakse *tõrvapappi* või selle asemel *kasetohtu* esimese rea palkide ning põrandatalade otsade alla.

On vastav isolatsioonikiht olemas majade vundamendi *pääl*, siis maa-

vesi kunagi ei tungi seintesse, ning viimased võivad täitsa kuivad olla, kui ei ole teisi niiskust põhjustavaid asjaolusid.

Kui aga sarnast isolatsioonkihti valmistehtud majal ei ole olemas, ning seinad on selle tõttu niisked, siis tuleb see isolatsioonkiht luua, milline töö aga väga kulukas, sest seina alumine osa tuleb vähehaaval väljalõhkuda, vundamendi päälle isolatsioonkiht panna, siis müüriauk jälle kinni müürida jne., seni kui terve vundament on isoleeritud.

Sarnast tööd tuleb vahest ette võtta sääli, kus keldrikorda kasutatakse elamiseks. Siin tuleb isolatsioonkiht asetada alusmüürile keldrikorra põranda kõrgusel, kuna alusmüüri välisküljel tuleb bituumeniga üle vööbata, milleks vundament lahti kaevatakse, hästi ära puhastatakse ja väljastpoolt bituumeniga kaetakse.

Neid vundamendi väljastpoolt vööpamise töid on kõige kohasem teha hoone ehitamisel, kuna valmishituse juures nad väga kulukateks osutuvad.

Et vähema kuluga saavutada niiskete keldrikordade seinte veekindlust, on soovitatav tarvitada erilisi veekindluse patentaineid, nagu Sika, Biber-F, Tricosal, mida tsementkrohvi hulka segades, ning viimast asjatundlikult asetades, saadakse täitsa tihe ja veekindel kate seinale. Harilikult jätkub 1,5—2 sm paksusest krohvikihist. Biber-segu või Biber-krohvi soovitatakse tarvitada igalpool, kus on tarvis seisma panna põhjavee läbitungimist seinast või põrandast (V, a, e). Tallinnas ja mujal mitmel majal keldrikorra niisked seinad on Biber'iga kuivaks tehtud.

Lõpuks olgu veel tähendatud, et põhjavee eemale juhtimiseks on tarvis *maja ümbrus torutada* ning vesi kusagile madalasse kohta juhtida. Ka räästavee peab hoonest ära juhtima, et ta vundamendisse ei imbuks.

2. Järgmiseks põhjuseks, milks majades tekib niiskus, eriti mõnes halvasti tehtud kivi- või betoonehituses, on **vihmavesi**, mis kõva tuulega tulles vahest seina tungib ning teatud tingimustel ka seespool nähtavale ilmub.

Seda liiki niiskust eemaldatakse mõnel alljärgneval viisil:

- a) Hoone krohvitaakse väljastpoolt veekindla tsementkrohviga, veel parem — Biber-krohviga.
- b) Välisseinte pind vööbatakse mõne vetteemaldava läbipaistva vööbaga, nagu *Arbagit*, vedelklaas.
- c) Majaseinu seestpoolt värvida mõne niisuguse värviga, mis hästi hakkab külge isegi niisketel seintel ning ise ei lase niiskust läbi, nagu ABC, *Aquasan*.
- d) Kui juba ehituse ajal on oodata vihmavee läbitungimist seintest, mis puuduliku ehituse ja valmistamise juures tuleb vahest ette liig poorsete kivide juures õõnesseina puhul, siis vööbatakse bituumeniga üle välisseina kivid seestpoolt (lõõri poolt); bituumenikihist vesi kunagi läbi ei pääse. Kui aga tarvitada seina välises reas tihedaid kive ning sidesegu teha tsemendiga (V, c, B), siis pole karta vihma läbilöömist tsementkividest seintel.

3. Levinumaid põhjuseid niiskuse tekkimisel on: liig *puudulik tubade tuulutamine*, *kergesti sooja läbilaskvad seinad* ja külma vastu isoleerimata betoonpõrandad ning laed.

Seda liiki niiskuse põhjustest paljud elanikud ei suuda aru saada, mispärast võitlemine sellega on raskestatud, vaatamata sellele, et abinõud niiskuse eemaldamiseks võrdlemisi odavad ning lihtsad on. Liig õhukeste seintega kivimajad või betoon blokk-kividest majad teatud tingimustel lasevad kergesti sooja

läbi, ning talvel seinad on niisked ehk härmas. Eriti nurkades, mööblite taga kui ka mujal vähetuulutatavates kohtades seinad muutuvad niiskeks.

Teatavasti toaõhk sisaldab alati niiskust; kui seda õhus vähe on, nagu harilikult keskkütttega majades, siis õhk on liig kuiv ja tervisele mittesobiv; on aga niiskust õhus palju, nagu vannitoas, köögis, või tubades päälle põrandate pesemist, ehk sääl, kus tube vähe tuulutatakse, siis tundub õhk samuti raskena. Sääl, kus õhu temperatuur on madal, nagu aknaruutudel, õhuniiskus tuleb nähtavale veetilkadena, samuti võime näha meist väljahingatavat õhku auru näol: see on nägematu veeauru sadestumine ehk kondenseerumine nähtavaks uduks või veetilkadeks (akendel).

Igale õhu temperatuurile vastab teatud maksimum veeauru ehk niiskust, mida õhk ainult selle temperatuuri juures võib sisaldada; on aga seda rõskust rohkem, siis õhk saab küllastatud veeaurust, ning üleliigne veeaur muutub vee'ks, uduks, tilkadeks. Mida soojem õhk, seda rohkem võib ta sisaldada veeauru ehk seda suurem on ta *absoluutne niiskus*. Ühes ja samas ruumis, kus õhu temperatuur mitmes kohas on isesugune, võib vahest selgesti *näha kohti*, kus õhk on küllastatud (saunas). Meie elukorterites tuleb ka ette kohti, kus toaõhk muutub küllastatuks veeauruga; see on selgesti näha aknaruutudel, külmaladel seintel ja eriti nurkades, kus ei ole õhuliikumist ning veeauru sadestumine sünnib kergemini. (Udu ja härmatis tekivad ka ainult vagase ilmaga). Talvel harilikult õhk akende ja seinte pinnal on 3—10 kraadi madalam kui keset tuba, ja sellelõttu keskmine toaõhk, sattudes külmadele aknaruutudele või külmale seinale, sadestub veeks, ja siis räägitakse, et „aknad jooksevad“, või „seinad on rõsked“.

Sellest peaks nüüd selge olema, missuguste *abinõudega* tuleks sarnast seinte rõskust kõrvaldada. Nimelt on *tarvis, et seinad ei laseks kergesti*

külma (sooja) läbi, ning et seinu ja nurki hästi tuulutataks ehk õhuaknaid tubades lahti peetaks. Viimane abinõu paljudele on arusaamatu, sest talvel õhuakent lahti tehes paiskab, nagu voolaks aknast tuppä udu ehk rõskust. Tegelikult aga, külm õhk, sattudes tuppä, jahutab niisket toa õhku kuni n. n. *kastepunktini*, mille järelduusel veeaur muutub nähtavaks. Päälle selle, toaõhus sisalduv soojuse hulk on vaid väga väikene osa sellest soojusest, mida sisaldavad seinad ja ahi. Peab silmas pidama, et *külm õhk sisaldab palju vähem niiskust kui soe toaõhk*, ja sellepärast, vahtades toa sooja õhku külma välisõhu vastu, meie ei suurenda mitte toa niiskust, pigemini vähendame; tuulutamine aga värskendab õhku uue hapnikuga ja loob õhu tsirkulatsiooni, mis eriti tähtis nurkade- ja põrandapoolsete seinte kuivatamisel.

Ülalöeldut illustreerib kõige lihtsamalt näht, et seinad harilikult lähivad niiskeks päämiselt akendest allpool, kus toaõhk on külmem ja kus on vähem õhu liikumist, kuna laepoolsed seinte pinnad, mida puudutab veidi soojem õhk ja kus ka õhu liikumist on rohkem, niiskeks ei muutu. Samuti ka eesriidega varjatud aknad kergemini hakkavad tilkuma või külmavad läbi kui need, mis on ilma eesriieteta.

Järjekult, *külmi ja niiskeid seinu tuleb soojemaks teha, isoleerida, ning ruume enam tuulutada*.

Külmi kiviseinu tarvis vooderdada seestpoolt, nagu sellest seletatud ülalpool (V, a, A, 7).

VIII.

Tabel nr. 1.

Mitmesuguste materjalide kaal ja maht. (Tööde normide § 836 ja t.).

	Ühe kantmeetri kaal tonnides	Ühe tonni maht kantmeetrites
Alabaster või kips, sõelutud	1,26	0,8
Betoon, hästi tihedalt tambitud	2,3—2,5	0,43—0,4
Betoon, valatud või vähe tambitud	1,9—2,2	0,52—0,45
Graniit	2,7—3,0	0,37—0,33
Põllukivi, hunnikutes: suured, laotult 0,16 tühjustega	2,3—2,2	0,43—0,45
Põllukivi, hunnikutes: keskmised, laotult 0,22 tühjustega	2,1	0,47
Põllukivi, hunnikutes: väiksed, laotult 0,32 tühjustega	1,85	0,54
Paekivi, laotult 0,34 tühjustega	1,7	0,59
Graniitkivi-prügi 25—50 mm, hunnikutes 0,33 tühjustega	1,7—1,9	0,59—0,52
Paekivi, tihe	2,0—2,6	0,5—0,39
Klaas, ilma seatinata	2,5—2,7	0,43—0,37
Kriit, tükkides	1,2—1,3	0,83—0,77
Liiv peenike, kuiv, puhas	1,4—1,5	0,71—0,67
Liiv mitmekesise teraga	1,6—1,7	0,67—0,59
Liiv, niiske	1,4—1,8	0,71—0,56
Kruus	1,6—1,8	0,62—0,56
Lubi, kustutamata	0,8—0,9	1,25—1,11
„ kustutatud, pulbris	0,5—0,8	2,0—1,25
„ „ taigen (lubja vikk)	1,3—1,4	1,77—0,71
Lubjasegu 1:3, märg	1,6—1,9	0,62—0,52
„ „ 1:3, kuiv	1,5—1,6	0,67—0,62
Müüritis, seguga, mitte korralikkujulistest graniiditükkidest	2,4—2,5	0,42—0,4
Müüritis, seguga, paekivist	2,1—2,3	0,47—0,43
„ „ põletatud telliskivist	1,6—1,85	0,62—0,54
Telliskivi, hästi põletatud	1,5—1,7	0,67—0,59
„ nõrgalt „	1,1—1,4	0,91—0,71
„ kõvasti „ (klinker)	1,6—2,0	0,62—0,5
Tsementkivid	1,8—2,2	0,56—0,45
Tsement hästi tihedalt pakitud (püttides)	1,7—1,9	0,59—0,52
„ vabalt mõöduriista valatud	1,2—1,3	0,83—0,77
Mustmuld	0,8—0,9	1,25—1,11
Muld, maapõues või tihedas massis	1,5—1,7	0,67—0,59
„ väljakaevatud, hunnikus	1,1—1,2	0,91—0,83
„ segatud kruusaga, maapõues	1,8—1,9	0,55—0,52
„ „ välja kaevatud	1,4—1,5	0,71—0,67
Savi, maapõues või tihedas massis	1,7—1,9	0,59—0,52
„ hunnikutes, väljakaevatuna	1,3—1,5	0,77—0,67
„ maapõues, kiviprügine	2,0—2,7	0,50—0,37
Raud	7,85	0,127
Vask	8,9	0,112
Seatina	11,3	0,089
Malm	7,5	0,133
Tsink, valtsitud	7,2	0,139

Tabel nr. 1. (Järg).

	Ühe tihumeetri kaal tonnides		Ühe tonni maht kantmeetrites	
Tamm, õhukuiv	0,7—0,9		1,43—1,11	
Kask	0,6—0,8		1,67—1,25	
Lepp	0,6—0,7		1,67—1,43	
Pärn	0,4—0,6		2,50—1,67	
Haab	0,4—0,5		2,50—2,00	
Jalakas	0,6—0,7		1,67—1,43	
Mänd	0,5—0,7		2,00—1,43	
Kuusk	0,5—0,6		2,00—1,67	
	Ühe ruummeetri kaal tonnides			
Turvas, 30 % niiskusega	0,4—0,5		2,5—2,0	
Põlevkivi, tükides	0,85—0,9		1,18—1,11	
Kase- ja lepuu, aasta seisnud	0,5		2,0	
Asfalt	1,07—1,16		0,94—0,86	
Põlevkivi-õli, toores	0,95—1,05		1,05—0,95	

Tabel nr. 2.

Materjalide tarvitus 1 kantmeetri kohaleasetatud ja hästi kinnitambitud betoonile (muldniiskest segust).

Segu vahe- kord	Tse- menti		Liiva ühes 5% lisaga sõel- mete arvel	Kivikil- lustikku või kruusa	Segu vahe- kord	Tse- menti		Liiva ühes 5% lisaga sõel- mete arvel	Kivikil- lustikku või kruusa
	kg	liitrid				kg	liitrid		
1 : 1 : 1	650	520	550	540	1 : 3 : 4	240	190	620	790
1 : 1 : 1,5	560	450	480	690	1 : 3 : 5	215	170	560	880
1 : 1 : 2	490	390	410	800	1 : 3 : 6	195	155	490	950
1 : 1,5 : 2,5	390	310	490	780	1 : 4 : 4	215	170	730	700
1 : 2 : 2	380	305	660	630	1 : 4 : 5	195	155	660	790
1 : 2 : 3	325	260	560	790	1 : 4 : 6	175	140	610	850
1 : 2 : 4	280	225	470	900	1 : 5 : 7	145	115	610	820
1 : 2,5 : 3	300	240	650	730	1 : 5 : 9	125	100	550	1000
1 : 2,5 : 4	265	210	560	840	1 : 6 : 7	135	110	710	830
1 : 2,5 : 5	235	185	490	950	1 : 6 : 8	125	100	640	840
1 : 3 : 3	275	220	710	680					

Pehme betooni jaoks läheb umbes 7% vähem lisaaineid.
 Ühes liitris peab olema vähemalt 1,25 kg tsementi.
 Liiv on mõeldud kuiv.

Tabel nr. 3.

Soovitavad tsement- ja betoonsegud mitmesuguste tööde jaoks.

Segu vahekord. Tsement: liiv: killustik (mahu järgi)	Tööde nimetused.
Puhas tsemendi- piim	Veenõude, silotornide, künade seestvõõpamine; raudarmatuuri katmine; betooni pragude ja aukude lappimisel kruntimine.
1:1 kuni 1:1,5	Klasuurkiht toidulavades, künades, veepaakides, virtsarennides.
1:1,5 kuni 1:2,5	Põrandate pääliskiit, alusmüüride veekindel pääliskiit ja vee- kindel krohv.
1:3	Katusekivid, kuivatuse- ja mustavee-torud; krohvsegu; korstna- otsad.
1:4	Sidesegu tähtsamate müüritööde juures; mustavee-torud.
1:5	Korstnakivid; mustavee jämedamad torud; kaevurõngad.
1:5 kuni 1:7	Blokk-kivid, truubitorud.
1:7 kuni 1:9 või 1:3:5 kuni 1:4:6	} Tsementkivid lihtsamate tööde jaoks. } Treppide ja põrandate pääliskiit. } Maanteede pääliskiit; eriti tugev raudbetoon. } Veekindel alusmüür, ühekihilised põrandad, trepid, kõnniteed, postid, veereservuaarid, torud, künad, suuresti koormatud raudbetoon laed, sambad, talad, sillad, tammid.
1:1:1 kuni 1:1:1,5	
1:1,5:2,5 kuni 1:2:2	
1:2:3	
1:2,5:3 kuni 1:3:3 või 1:2:4 kuni 1:2,5:4	
1:3:4 kuni 1:3:5	} Mustuse-augud, sõnnikulavad, virtsalad; alusmüürid, trepid; raudbetoon konstruktsioonid, mis niiskuse eest kaitstud; masinate vundamendid; aluskiht kahekihilisel maanteel.
1:4:5 kuni 1:5:7	
1:5:9 kuni 1:6:8	
	Seinad päälpool vundamenti; kahekihilise põranda aluskiht; alusmüürid, kui pole põhjavett ligi; blokk-kivid.
	Kõrvaliste ehituste alusmüürid päälpool maad.
	Täitebetoon, millel pole mingit koormatust kanda.

Sildadel ja muudel raudbetoon-ehitustel, mis ebasoodsate olude tõttu kindlamat erikaitset rooste vastu vajavad, peab olema vähemalt 320 kg tsementi ühe kant-meetri betooni pääle. Teistel raudbetoon konstruktsioonidel, millede pinged oluli-selt alla lubatavaid pingeid jäävad, võib tsemendi hulka vähendada kuni 300 kg/m³, kui raudosad on rooste vastu hästi kaitstud.

Niiskuse vastu kaitstud konstruktsioonides tsemendi alammäär betoonis võib olla 270 kg, eeldusel, et tiheda betooni saavutamine on kindlustatud.

Tabel nr. 4.

Tsementtorude mõõdud ja segud.

Toru otstarve	Läbi- mõõt		Pikkus		Kogu pikkus ühes muh- viga, mm	Seina pak- sus mm	Raudarma- tuur		Toru ligik. kaal, kg	Segu vahekord (mahu järgi)	Osainete tük- kide suuruse tülemäär, mm
	tolli- des	mm	tolli- des	mm			arv	raua läbim. mm			
Kuivatuse- torud (muh- videta)	2	51	13	330	330	12	—	—	1,8	1:2—1:3	4
	4	102	13	330	330	15	—	—	4,3		4
	4	102	24	610	610	25	—	—	10		5
Kanali- satsiooni- torud (muhvidega)	4	102	24	610	655	20	—	—	13	1:2	4
	6	152	24	610	660	24	—	—	21	1:2,5	5
	9	228	24	610	660	27	—	—	34	1:3	6
	12	305	24	610	660	30	—	—	53	1:3	7
	15	381	24	610	665	37	—	—	80	1:3,5	8
	18	457	24	610	670	45	—	—	110	1:4	10
Kaevutorud (nuudi ja valtsiga)	24	610	28	712	740	65	2—3	6—4	230	1:2:3	20
	28	712	28	712	740	70	2—3	6—4	280	1:2:3	23
	30	762	28	712	740	75	2—3	6—4	320	1:2,5:3	25
	33	838	28	712	740	82	3	6	380	1:2,5:3	25
	36	915	28	712	740	90	3	6	490	1:3:3	30
	42	1065	28	712	740	100	3	6	600	1:3:3	30
	48	1217	28	712	740	120	3	6	850	1:3:3	35
Koonus- torud (nuudi ja valtsiga)	pääli- tollid	ait									
	18	28	28	712	740	70	2	6	230	1:2:3	23
	18	30	28	712	740	75	2	6	260	1:2:3	23
	18	33	28	712	740	80	2	6	300	1:2:3	23
	24	30	24	610	635	75	2	6	230	1:2,5:3	23
	24	33	28	712	740	80	2	6	330	1:2,5:3	23
	24	36	28	712	740	90	2	6	385	1:3:3	25
	24	48	28	712	740	110	2	6	600	1:3:3	25
Maanteede truupide (nuudi ja valtsiga) munakujulised torud, aluspõhjaga	kõr- gus- tollides	laius				Külgede paksus mm	3—4 ja				
	24	16	28	712	740	65	ise	6—8		1:2:3	35
	30	20	28	712	740	75	enam,	6—8		1:2:3	35
	33	22	28	712	740	85	vasta-	6—8		1:2:3	40
	36	24	28	712	740	90	valt	6—8		1:2,5:3	40
	42	28	28	712	740	100	koor-	6—8		1:2,5:3	50
	48	32	28	712	740	120	matu-	6—8		1:3:3	50
	53	35	28	712	740	130	sele	6—8		1:3:3	50
Maanteede truupide ümmargused torud aluspõhjaga		mm									
		300		1000		45	4—6	6—8		1:2:2	12
		450		1000		50	4—6	6—8		1:2:2,5	15
		500		1000		55	4—6	6—8		1:2:3	18
		600		1000		60	4—6	6—8		1:2:3	20
		750		800		80	4—6	6—8		1:3:3	25
		900		650		90	4—6	6—8		1:3:3	30

* Torud läbimõõduga üle 30 tolli valmistakse ka lühemad kui 28 tolli, et neid oleks kergem transporteerida; samuti valmistatakse ka peenemaid torusid pikkusega 1 meeter.

Tabel nr. 5.

Betoopõranda osainete arvutus.

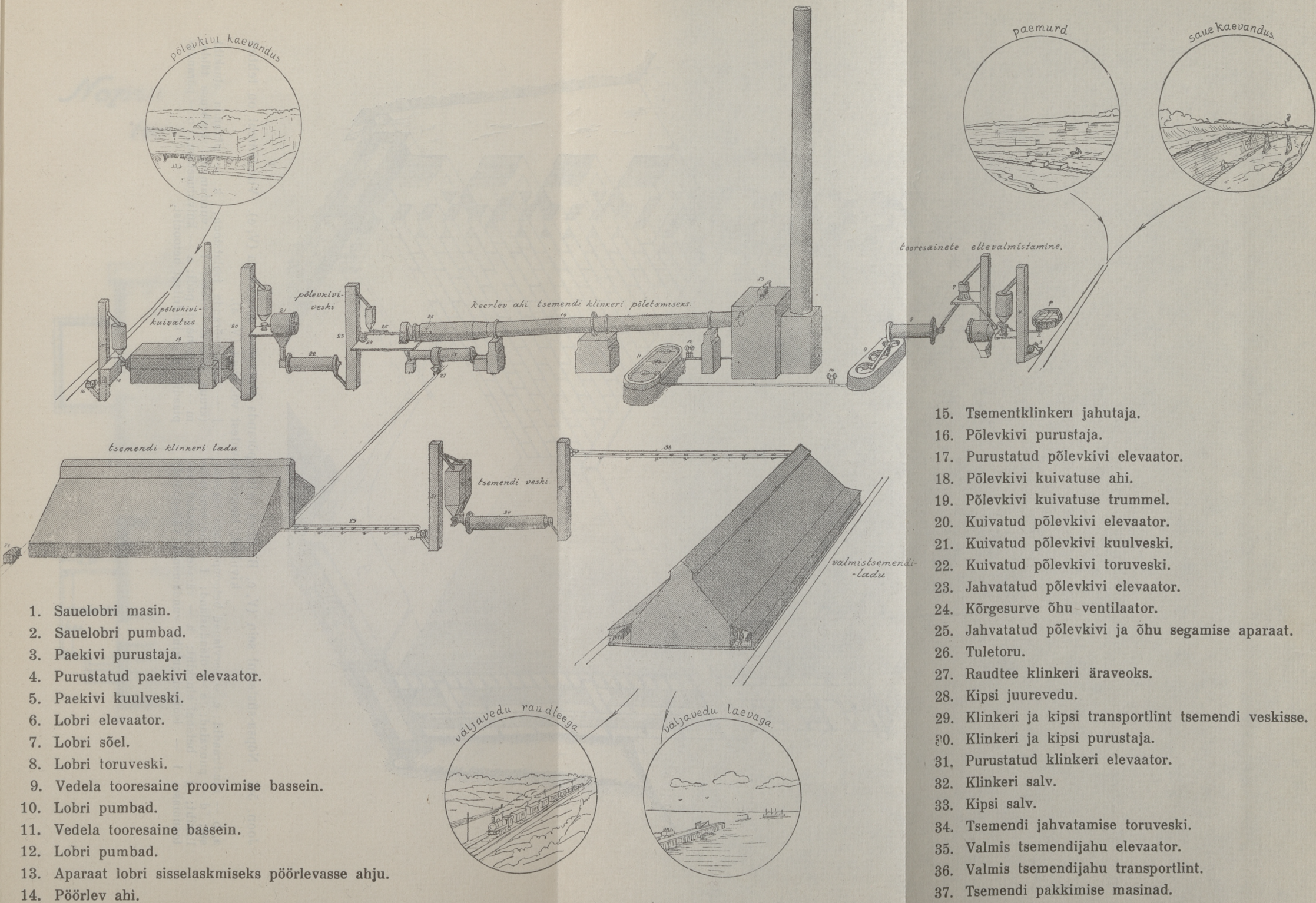
Materjali tarvitus 1 rm. pääle.

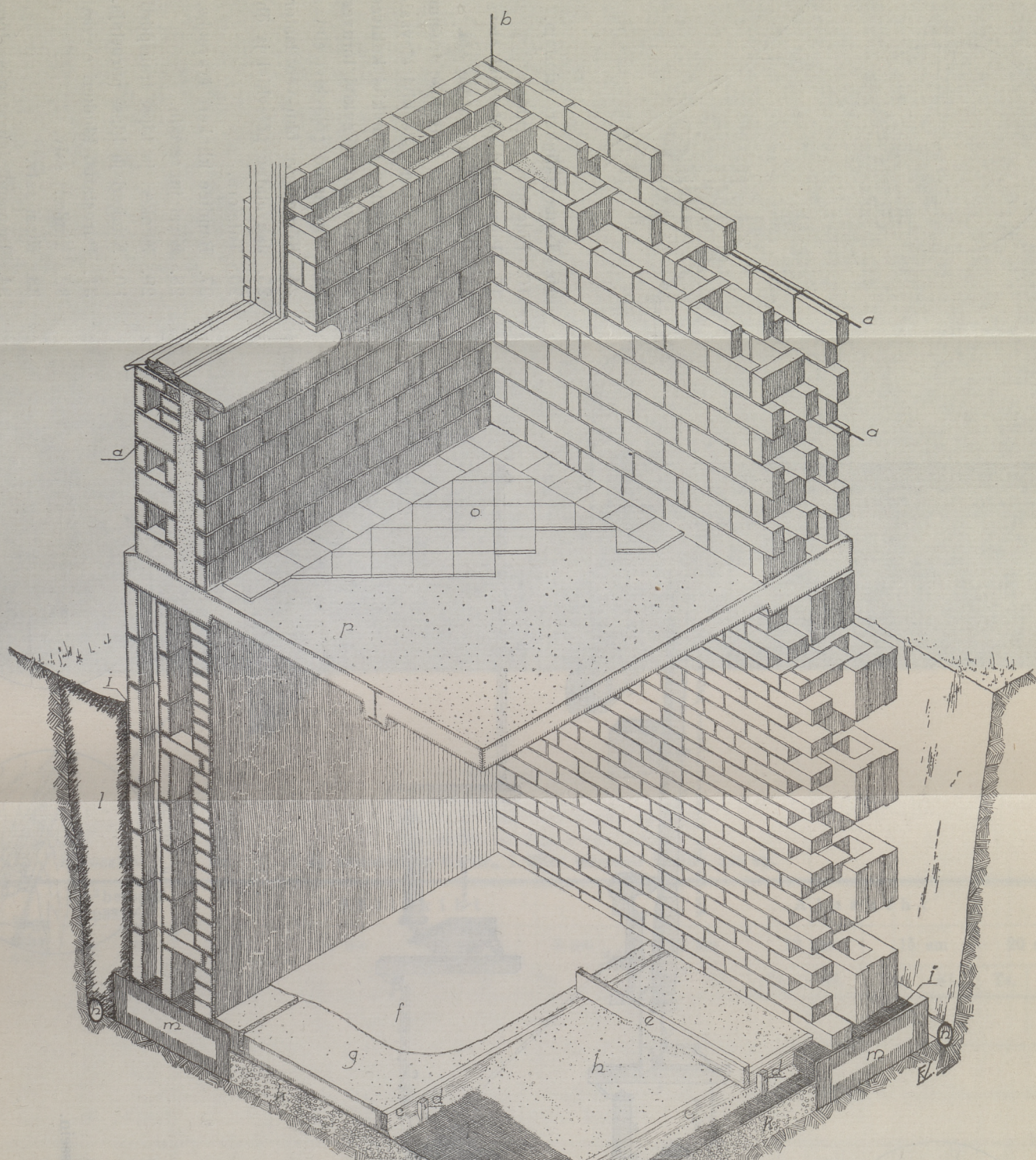
1 kg tsementi on 0,8 ltr., 1 liiter tsementi kaalub 1,25 kg.

Ts. — Tsement kg
 L. — Liiv ltr.
 KL. — Kruusaliiv . . . ltr.

Segu- vahe- kord	1 m³ betooni pääle		P ä ä l i s k i h t								A l u s k i h t							
	kg	ltr.	1 sm		1,5 sm		2 sm		3 sm		10 sm		12 sm		15 sm		20 sm	
			Ts.	L.	Ts.	L.	Ts.	L.	Ts.	L.	Ts.	KL.	Ts.	KL.	Ts.	KL.	Ts.	KL.
1 : 2	650	950	6,5	9,5	9,8	14,3	13,0	19,0	19,5	28,5								
1 : 3	480	1050	4,8	10,5	7,2	16,0	9,6	21,0	14,4	31,5								
1 : 4	390	1100	3,9	11,0	5,9	16,5	7,8	22,0	11,7	33,0								
1 : 5	290	1150									32	115	38	138	48	173	64	230
1 : 6	280	1200									28	120	34	144	42	180	56	240
1 : 7	240	1230									24	123	29	148	36	185	4	246
1 : 8	210	1250									21	125	25	150	32	188	42	250
1 : 9	190	1260									19	126	23	151	29	190	38	252
1 : 10	170	1270									17	127	20	153	26	191	34	254
1 : 12	140	1300									14	130	17	156	21	195	28	260

Port-Kunda tsemendivabriku tsemendi valmistamise skeem.





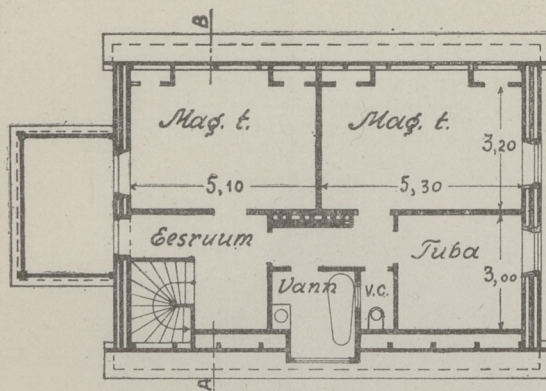
Joon. 56. Nopsa-süsteemi sein (V, c, B) ühes betoonpõranda ehitamise seletusega (V, e). Vundament on tehtud kividest, tsementkividest voodriga (V, a).

a, b — raudtraadid; c — servlavad betoonpõranda tegemisel; d — puuvaiad; e — õienduslaud; f — betooni päliskiit; g — betooni aluskiit; h — värskelt pandud betoonmass; i — isolatsioonikiht vundamendi välispoolel;

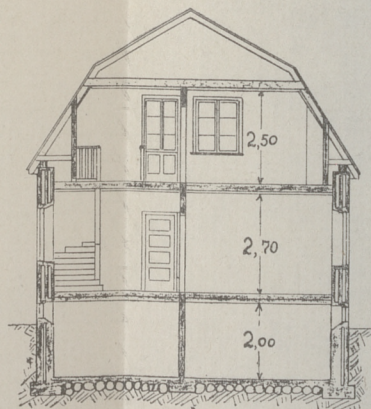
j — betoonpõranda isolatsioon; k — põranda aluskiit (kruus, põlevkivi-tuhk); l — vundamendi ümbruse täide; m — vundamendi padi; n — kuivatusetoru; o — põranda-plaadid; p — keldrilagi betoonist.

Norja-süsteemi Elamu - 5 tuba, köök, 2 eeskoda teenijatuba, vannituba, kelder, pesuköök ja puukuur.

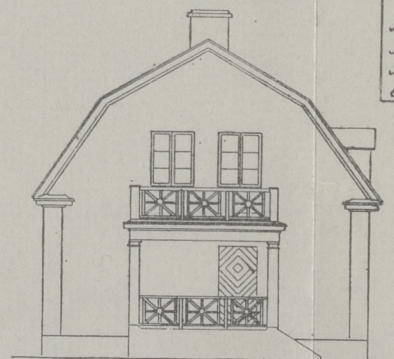
II korra plaan



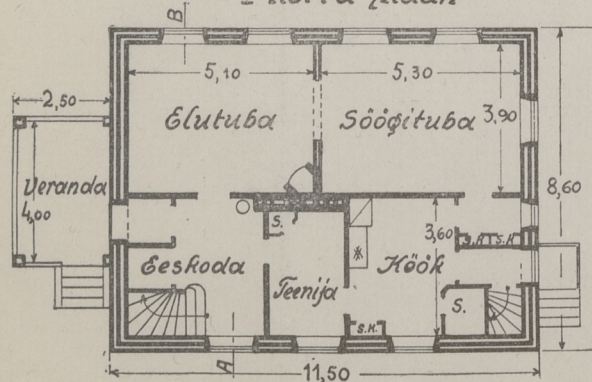
Lõige A-B



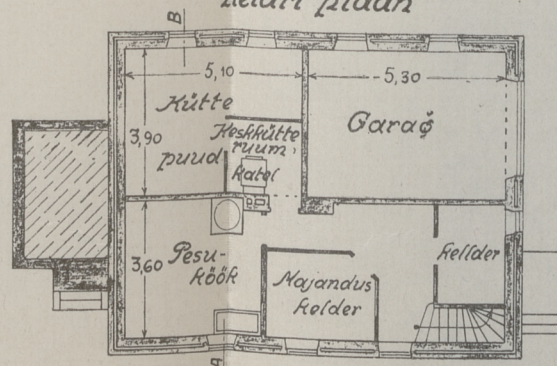
Otsavaade



I korra plaan



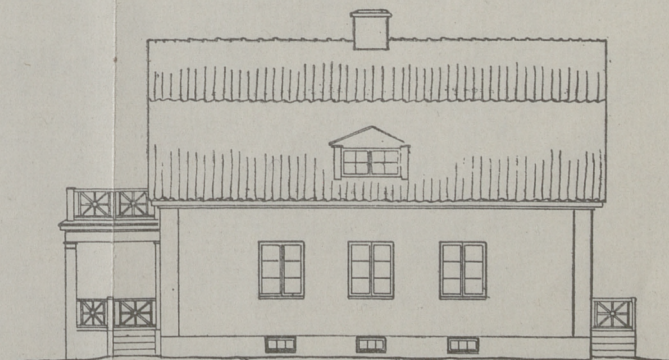
Keldri plaan



Materjalide nimestik
(peamaterjalid)

Nimetus	Ligi- kalku aru	Tsement- pütle	Liiv H.m.	Hüüa H.m.	Lubi h.l.	Naps- tel.-H.m.	Segul- võne vara	Märk.
Keldri põrand põõlispinnaga	28 m	31	18	20			1:5:7	
Vundament ja keldrisein	80 m	26	26		200	12.800	1:9	Tüüp Y.
Välisseinad	160	32	32		104	16.000	1:9	" II.
Sisemised sein.	152	18	18		60	9.200	1:9	Massiiv 1/4 m. paks
Korsten		4	5		16	2.200	1:9	
Trepid, Veranda	4	6	8		22	2.700	1:9	
Summa:	117	107	20	402	42.900			
Talad	38 m. & 4,2 m.		159,6 m.					
Sorikad	38 m. & 4,4 m.		167,2 m.					326,8 m. 4"x5"
"	20 m. & 3,6 m.		72 m.					
"	20 m. & 3,5 m.		70 m.					142,0 m. 4"x5"
Katusekiva	160 m. & 14 m.							2240 tk.
Karjakivi	12 m. & 4 m.							48 "
Kivid	22 tk							
Uksed	24 tk							

Vaade





Tarvitamiseks kohane liiv.

Halb liiv.

Tarvitamiseks kõlbmata liiv.

EESTI AKADEEMILINE RAAMATUKOGU



1 0200 00067899 9