TEHNIKA AJAKIRI

INSENERIKOJA, EESTI INSENERIDE ÜHINGU JA EESTI KEEMIKUTE SELTSI HÄÄLEKANDJA
Ilmub üks kord kuus
TOIMETUS ja TALITUS Tallinnas, Vene tän. 30, kõnetraat 431-35.

Nr. 9 September 1938 17. aastakäik

E. V. Tallinn Raamatukogu Tehnikaülikool

SISU: K. Luts: A.-s. „Esimene Eesti Põlevkivitööstus'e" hiljutisi ratsionaliseerimissamme ja uusimat kasvamist. — L. Jürgenson: Talvel 1937/38 teostatud välisseinte soojajuhtivuse mõõtmistest. — H. Oengo: Tellismüüri tugevusest. — O. Uritam: Mõnda telliskivide valmistamisest ja valmistamise abinõudest. — A. Toss: Ehitustehnikas asfaldi kasutamise võimalusi. — K. Perler: Tööstuse mobilisatsiooni ettevalmistus. — Kroonika.

INHALT: K. Luts: Rationalisierung und Erweiterung der „Esimene Eesti Põlevkivitööstus" A. G. (Ersten Estländischen Brennschieferindustrie). — L. Jürgenson: Messungsergebnisse 1937/1938 der Wärmedurchlässigkeit von Aussenwänden. — H. Oengo: Über die Festigkeit des Backsteinmauerwerkes. — O. Uritam: Über Backsteinherstellung und dazu gehörige Hilfsmittel. — A. Toss: Anwendungsmöglichkeiten von Asphalt in der Bautechnik. — K. Perler: Vorarbeiten zur Mobilisation der Industrie. — Chronik.

A.-s. «Esimene Eesti Põlevkivitööstus'e» hiljutisi ratsionaliseerimissamme ja uusimat kasvamist.

Keemik K. Luts, IK.

Kuna viimasel ajal ratsionaliseerimine on riigivalitsuse poolt kõigile käitistele ajakohaseks ülesandeks seatud, on meil eriti hea meel tuua käesolev artikkel, kus on loendatud Esimese Eesti Põlevkivitööstuse ratsionaliseerimistöö tulemused. See ratsionaliseerimistöö on alustatud ennemalt, kui riigijuhid sellisele vajadusele üle-eestiliselt tähelepanu juhtisid. Seega EEPT, mis on Eesti põlevkivitööstuse pioneeriks ja õhutajaks alati olnud, on ka ratsionaliseerimise alal pioneere. Kõige selle töö hingeks, mis EEPT poolt on sooritatud, on ta energiline ja üli-algatusvõimeline direktor härra ins. Märt Raud. Ilma tema „raiumiseta" igal pool, kus vaja, Eesti põlevkivitööstuse edu heaks, oleks põlevkivitööstus meil vahest praegugi veel lapsekingades. Nüüd on aga Eesti põlevkivitööstus ülemaailmalise kuulsusega ja on Eesti edaspidiselegi tehnilisele edule peamiseks aluseks.

Sel puhul TA toimetus tingitult suvisest puhkustehooajast toob tagantjärele käesoleva artikli lõpul hr. ins. Märt Raua elulookirjelduse ta möödunud 60. sünnipäeva puhul.

Toimetus.

Viimase kahe aasta jooksul on EEPT Käva kaevanduses teostatud tähelepanuväärivat mehhaniseerimist. Kuna kaevanduse peastolli pikkus on jõudnud juba 1,85 km ja allmaa käikude üldpikkus 25 km, siis põlevkivi väljavedu nii suurtelt kaugustelt osutus raskeks ja kulukaks. Seepärast asuti juba 1936. a. tõstešahti ehitamisele, mis nüüd on juba pikemat aega tööl. Šahti kohale ehitati tõstetorn 22 m kõrge. Selle šahti kaudu tõstetakse tunnis üles 80 tonni põlevkivi. Tõstmiseks on kaks toobrit, kumbki mahuga 2 kantmeetrit. Üldine tõstekõrgus torni tipuni on 40 m. Tornis asub murdur. Enne murdurit eraldatakse tükid suurusega üle 350 mm. Murdur annab peenendatud põlevkivi, mille maksimaalseks suuruseks on 150 mm. Sõelte abil eraldatakse sellest peenkivi, nn. III sort. Kummilindid edastavad materjalid punkritesse, kust nad vagunitesse laaditakse. Tõstevärgi üldine voolutarvitus on 110 kW.

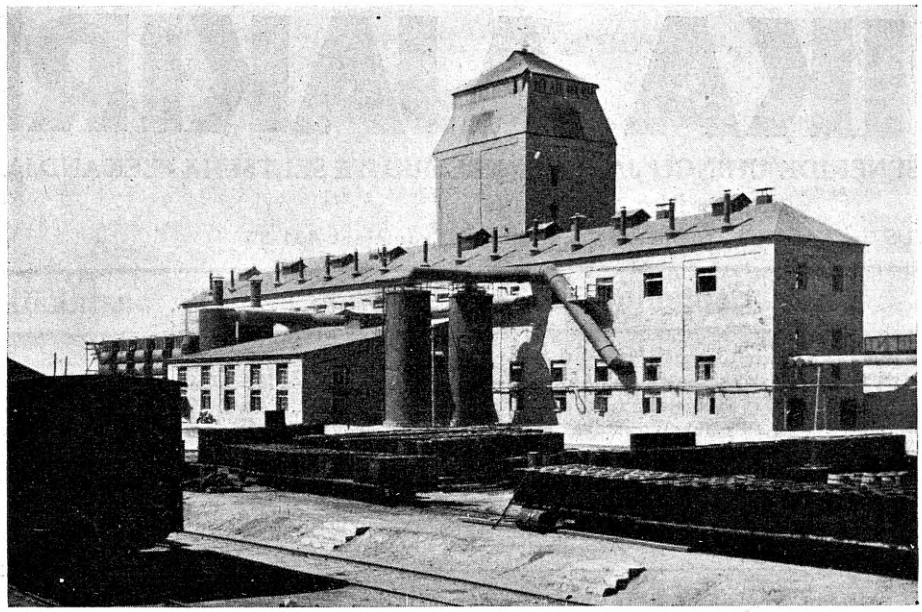
Kaevurite tööviljakuse tõstmiseks on maa alla seatud kaks suruõhukompressorit, millest kumbki toidab 25 haamrit. Iga kompressor annab tunnis 15,5 kantm. suruõhku. Kõrvuti alustati katseid elektripuuriga, mille puurtera on valmistatud viidia-metallist. Selliseid puure on kaevandusel kolm. Kaevur käsitsi puurides vajab 12 minutit ühe jooksva meetri puurimiseks. Suruõhu löökpuuriga teeb ta sama töö 3 minutiga ja viidia-puuriga 1,7 minutiga. Kuna puurimine moodustab vaid ühe osa kaevuri tööst, siis üldine kaevuri toodangu tõus on viidia-puuri tarvitamisel 15÷20%.

Kaevuri produktiivsuse tõstmisele aitab ka kaasa kaevanduse õhu ventileerimine 3 suure elekterventilaatori abil. Iga ventilaator võtab 30 h.-j., andes minutis 500 kuni 600 m^3 õhku. Kui veel meelde tuletada, et väljaveokaugus etest (töökohtadest) uue tõstešahtini on vähenenud, siis on arusaadav, et kaevuri päevatoodang on tõusnud 2,58 tonni põlevkivi pealt 3,54 t peale ja teenistus 2,93 krooni pealt 4,51 kr. peale.

Tõstevärgist tuuakse põlevkivi õlitehaste juurde uue raudteeharu kaudu, mille pikkus on umbes 2 km.

Oktoobrikuus kavatsetakse viia kaevandustööd Käval kolme vahetuse peale senise kahe asemel. Ühes Kukruse kaevandusega on nüüd põlevkivi üldtoodang kuus 70.000 t. See on hulk, mida mõni aasta tagasi vahest kõik eesti kaevandused kokku suutnuksid anda. Umbes pool osa sellest läheb õlitehastesse õli ajamiseks, teine pool läheb kütteks raudteele ja tehastele.

Maikuu viimastel päevadel alustas tööd kolmas suur õlitehas. See asub endiste tehastega peagu ühel joonel, nende taga. Välimuselt sarnleb ta esimesele kahele, olles varustatud samakujulise kõrge torniga, mis moodustab punkri, kus peale selle



Joon. 1. A.-s. „Esimene Eesti Põlevkivitööstus'e" kolmas õlitehas Kohtla-Järvel toor-õlitoodanguga 40.000 t.

asub ka tõstekopamehhanism. Torn asub uuel tehasel keskkohas, kuna eelmistel ta asub ühe otsa peal (joon. 1).

Kolmanda tehase uttegeneraatorid on teise tehase generaatorite taolised ilma erilise ringkanalita, läbilaskvusega 38 t päevas. Tehases on neid 16 üldläbilaskvusega 600 t põlevkivi päevas. Uus tehas erineb teisest selles, et temas on sisse seatud põlevkivitolmu väljasõelumine enne põlevkivi jõudmist generaatorisse. Selleks on määratud kaks vibratsioonsõela. Ka tuha väljaviimisseade on muudetud. Kuna varemalt tuhk langes keerlevalt restilt vagonetti, mille hobusemees viis välja, siis nüüd tuhk langeb põranda all olevale teraslindile, mis kõikide restide tuha viib tehasest välja teisele teraslindile. Viimane tõstab tuha üles punkrisse, kust tuhk laaditakse õhkköistee koppadesse ja viiakse 500 m eemal asuvale tuhamäele. Samasse punkrisse tuuakse nüüd ka kahe eelmise tehase tuhk pendeltrossi abil. Kolmest tehasest kokku tuleb päevas 1100 m^3 tuhka. Köistee kopa maht on 1 m^3. Iga 58 sekundi järele väljub punkrist üks kopp tuhka. Tuhatee suutus on 1569 m^3 tuhka päevas.

Nimetame veel, et keerlevate restide liigutamine nüüd toimub igal generaatoril omaettese elektrimootori abil, mis töötab üle käigukasti. Tehase juurde on ehitatud suur veejahutusetorn pinnaga 250 ruutmeetrit. Tehasest saadud tooröli, mis sisaldab endas kuni 6% vett, pumbatakse kõigepealt vastuvõtunõusse, kuhu tuleb teistegi tehaste õli, ja sealt pumpab õlipump teda pidevalt läbi toru ahju. Viimases aetakse õli kuni 150° kuumaks ja pritsitakse siis aurutusnõusse, kuhu külje pealt auru juurde antakse. Aurutamisnõus aurustub suurem osa vett tooröli; sisse jääb alla 1,0%. Uhtlas õli leekpunkt tõuseb.

Kuna suurenenud õlitööstus ja mehhaniseeritud kaevandus vajavad suuremal arvul elektrijõudu, siis tekkis vajadus kaevanduse jõujaama laiendada. Küttematerjali on õlitehaste permanentgaasidest üliküllus es saada. Mõne nädala järele läheb jõujaamas käima uus auruturbiin 1200 kW. Praegused kolm aurumasinat à 250 kW jäävad siis reservi. Jõujaama juurde on ehitatud veel suurem veejahutustorn, pinnaga 450 ruutmeetrit. Sinna peale pumbatakse kondensvett kuni 500 m^3 tunnis. Jahutustornide ehituse vajadus oli tingitud veepuudusest kohapeal. Vajalik vesi pumbatakse Kävalt, umbes 2 kilomeetri tagant, suure pumba abil 300 m^3 tunnis. See vesi teebki mitu käiku jahutustornides ,enne kui ta lõplikult kraavi satub.

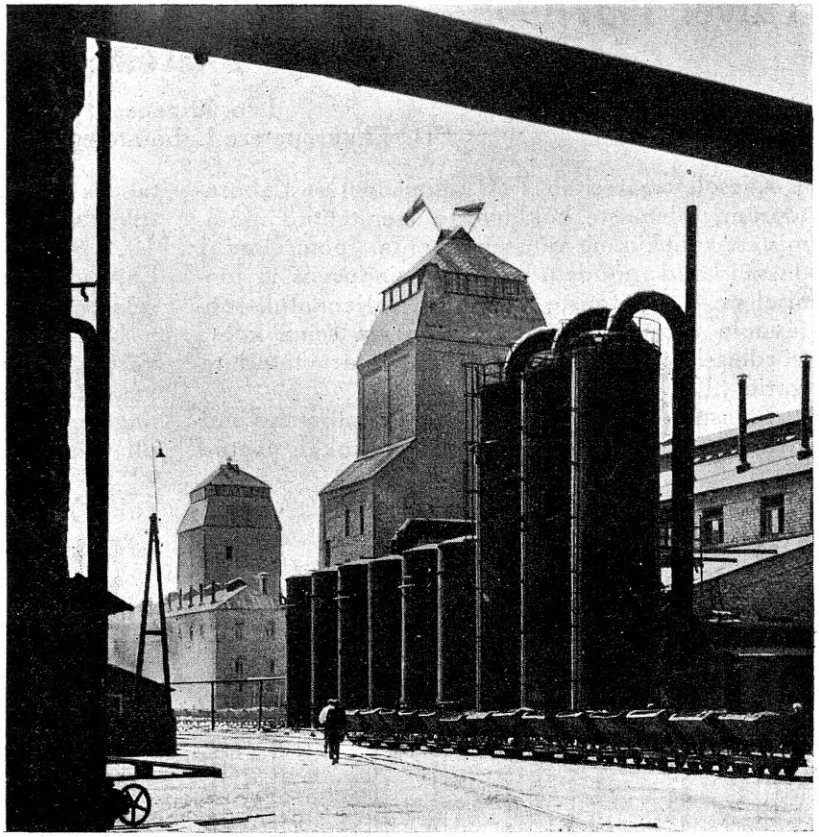
Seoses tööliste arvu tõusuga, mis hiljuti 1000 pealt on nihkunud 2500 peale, on alanud uus elumajade ehitamisperiood. On valmimas 5 kolmekordset elumaja, igaüks 30 ühetoalise eluruumiga, koguväärtuses 275.000 krooni. Uue ehitushooaja tähtsaimaks tööks on uue koolimaja ehitamine. mis tõotab saada suurimaks algkooliks üle Eesti. Hoone kubatuur on 20.000 m^3. Hoonel on keldri kord ja kolm pealiskorda. Arhitektooniline torn on 25 meetrit kõrge. Majja mahub 12 klassi, kesk-küte, dušid, vannid, võimla ja saal 600 inimesele. Oma parkettpõrandatega ja väga avarate koridoridega mõjub ehitus musterkoolina.

Mainimist vajab veel tribüüni ehitus staadionile, mis maksus ühes kõrvalehitistega 5500 kr. ja supelbasseini laiendus, mis nüüd on 120 m pikk ja 20 m lai.

K. LUTS: RATIONALISIERUNG UND ERWEITERUNG DER „ESIMENE EESTI PÕLEVKIVITÖÖSTUS" A. G. (ERSTEN ESTLÄNDISCHEN BRENNSCHIEFER-INDUSTRIE).

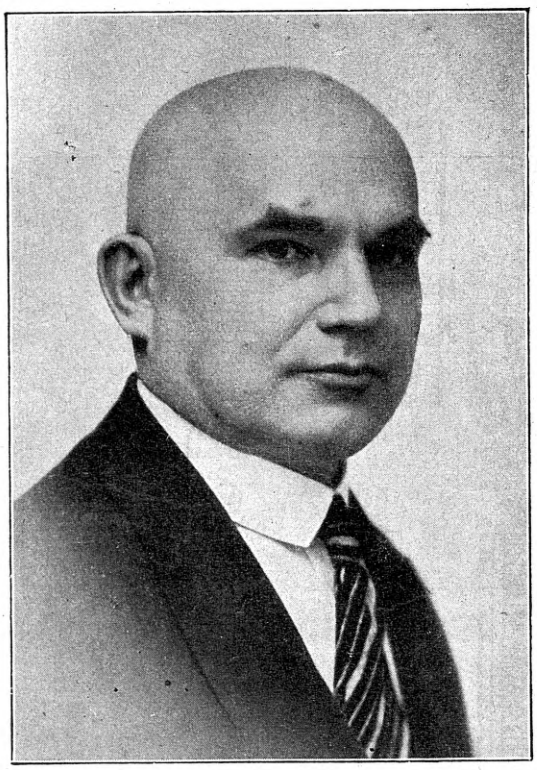
Die Betriebe genannter Industrie sind im Laufe der letzten Jahre weitgehend mechanisiert und erweitert worden. Im Bergwerk sind 2 Kompressore für 25 Bohrhämmer, 3 elektrische Bohrer und ein Hebewerk mit einer Leistung von 80 t / in der Stunde angelegt worden. Die monatliche Ausbeute von Brennschiefer ist auf 70.000 t gestiegen, wovon die eine Hälfte als fester Brennstoff Absatz findet, die andere zu ÖI destiliert wird. Im Mai ist die dritte Ölfabrik in Betrieb gesetzt worden. Der Abtransport der Asche ist mechanisiert. Da die Arbeiterzahl von 1000 auf 2500 gestiegen ist, sind Wohnhäuser und eine grössere Schule gebaut worden.

In nachfolgenden Bericht sind einige Daten über den Gründer und langjährigen Leiter genannter Brennschieferindustrie Dipl. Ing. M. Raud in Anlass seines 60-jährigen Geburstages angeführt.



Joon. 2. A.-s. „Esimene Eesti Põlevkivitööstus'e" teine õlitehas Kohtla-Järvel, tagaplaanil — kolmas.

DIPL. INS. MÄRT RAUD 60-NE AASTANE.



Dipl. ins. Märt Raud, Riigi Põlevkivitööstuse asutaja ja A/S-i Esimene Eesti Põlevkivitööstus (end. Riigi Põlevkivitööstus) juhatuse esimees, sündis 23. juulil 1878 Viljandimaal Õisu vallas Turva talus talurentniku Annus Raua lasterikkas perekonnas noorema pojana; õppis Õisu valla- ja Paistu kihelkonnakoolis ja 1895—1899 Tartu kooliõpetajate seminaris; 1899—1906 töötas kihelkonnakooli juhatajana ja karskus- ning ühistegelasena Kolga-Jaanis. Lõpetas eksternina 1905. a. Tartu reaalkooli; 1906—1912 õppis Riia polütehnikumis ehitusinseneri osakonnas, mille lõpetas 1912. aastal dipl. ehitusinsenerina. 1912/1913. a. juhatas Riia Eesti Hariduse ja Abiandmise Seltsi kooli- ja kontsertmaja ehitamist majanduslikul teel; oli 1913—1914 Tartus Põhja-Liivimaa Põllumeeste Keskseltsi maaparanduse büroo juhataja.

Vene sõjaväes teenis kortermeistrina ja sõjaväe teedetehnikute ja -kümnikute kursuste praktiliste tööde juhatajana 1914—1917 Peterburis. Okupatsiooni ajal 1918. a. suvel töötas Peterburis geoloogiakomitees ja Peterburi avalikus raamatukogus Eesti geoloogia ja maapõuevarade uurimise alal. 25. nov. 1918 peale juhatas Riigi Põlevkivitööstust. Tööstuse ümberkorraldusest peale 1. X 1936 on ta A/S. Esimene Eesti Põlevkivitööstuse juhatuse esimees. Õli Asutava Kogu liige, kaubandus-tööstusministri kohustetäitja 1919. a.; pärast rahutegemist Venemaaga majandustehnilise komisjoni ja Venemaale viidud varanduste re-evakueerimise komisjoni esimees 1920/1921, I Riigikogu liige, Riigi majandusnõukogu liige, on kuningl. Ungari peakonsul Eestis 1929. a. peale, Ü/S „Liivika" (end. Riia Eesti Üliõp. Seltsi) vilistlaskogu esimees 1923. a. peale, Eesti Rahvusliku jõukomitee juhatuse liige ja selle komitee Eesti elektrifitseerimise komisjoni liige 1936. a. peale, Kütteainete turu korraldamise komitee liige 1936. a. peale, Loodusvarade Instituudi ja selle nõukogu liige (1937), Eesti Lastekaitseühingu esimees (1926), Eesti Paneuroopa Ühingu asutajaid (1930) ja juhte jne.

On avaldanud palju kutsealasse puutuvaid kirjutisi.

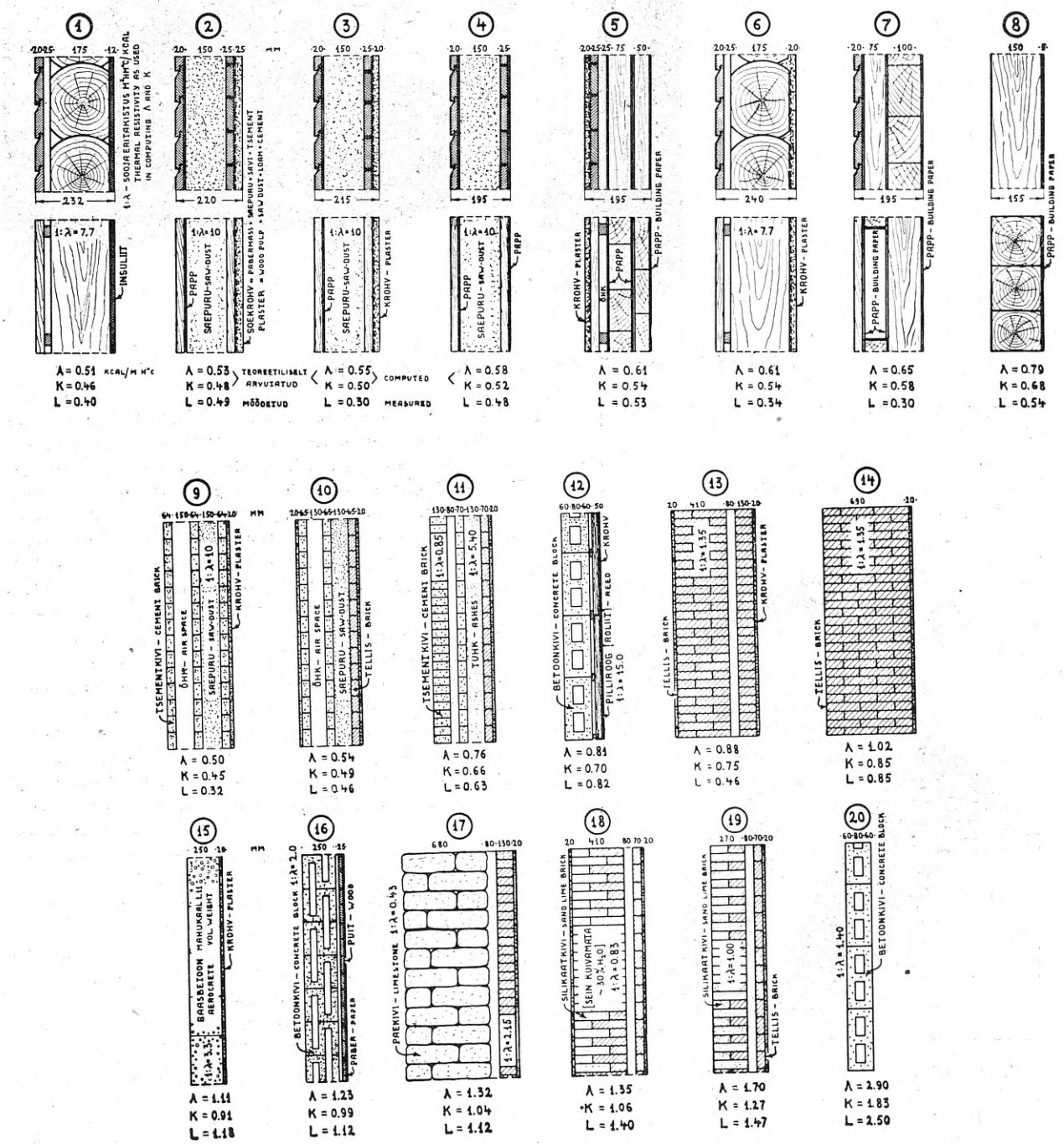
Talvel 1937/1938. teostatud välisseinte soojajuhtivuse mõõtmistest.

Leo Jürgenson.
TTÜ Ehitusõpetuse Laboratooriumi juhataja.

Käesolevaga esitab TTÜ Ehitusõpetuse Laboratoorium tulemuste kokkuvõtte senitehtud mõõtmistest kahekümne välisseina kohta. Joonisel nr. 1 on näidatud mõõdetud seinte tarindusviis ja joonisel nr. 2 mõõtmiste tulemused väljendatult soojavoolu tegurites. Sealjuures on iga seina kohta võrdluseks toodud ka teoreetiliselt arvutatud tegurid „K" ja „λ".

Ilmastikuolud ja muud ligemad olulisemad andmed iga üksiku mõõtmise kohta on kokku võetud tabelis nr. 1 ja seinatüüpide võrdlus senisaadud tulemuste najal tabelis nr. 2 ja 3 ning joon. 9 ja 10. Mõõtmiste kohta käiv algmaterjal on hoiul Ehitusõpetuse Lab. arhiivis. Tarvitatud märkide seletus on artikli lõpus.

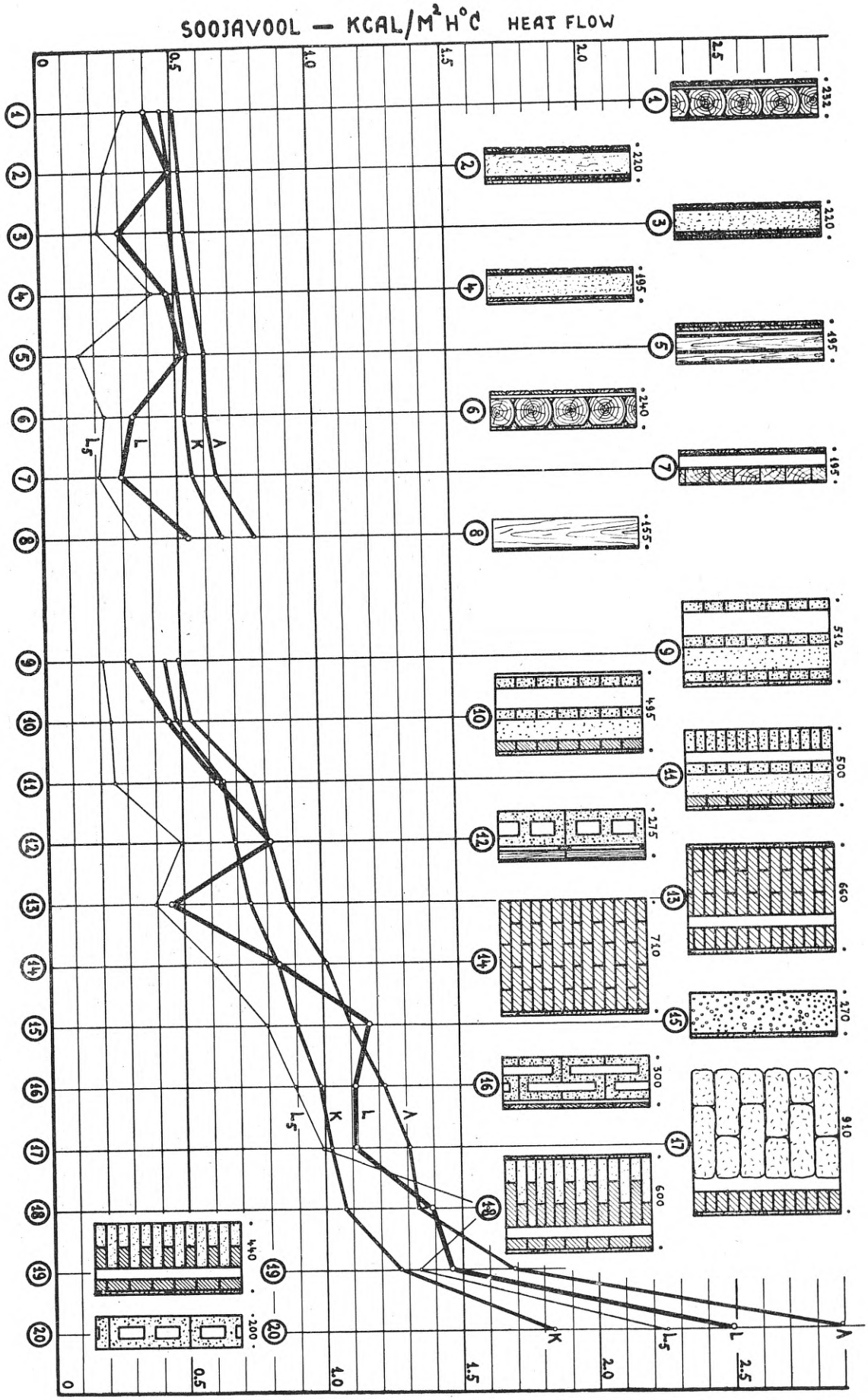
Mõõtmiste ülesanne oli ligemate võrdlusandmete hankimine välisseinte soojajuhtivuse kohta tegelikes hoonetes ja harilikes oludes, nagu neid tingib hoone tegelik kasutamine. Eriti oli rõhutatud tegelike andmete saamise tähtsust



Joon. 1. Mõõdetud seinte tarindusviisid.

Tabel 1.

Järjekorra nr. (vt. j. 1 ja 2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Designation, see Fig. 1
Seina paksus mm	232	220	215	195	195	240	195	155	512	495	500	275	660	710	270	300	910	600	440	200	Thickness of wall
Kaal kg/m²	105	110	115	75	115	140	65	80	520	490	650	340	1050	1280	320	400	1975	940	650	325	Weight
K kcal/m²h° C	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,54	0,58	0,68	0,45	0,49	0,66	0,70	0,75	0,85	0,91	0,99	1,04	1,06	1,27	1,83	K
Λ —„—	0,51	0,53	0,55	0,58	0,61	0,61	0,65	0,79	0,50	0,54	0,76	0,81	0,88	1,02	1,11	1,23	1,32	1,35	1,70	2,90	Λ Conductance as computed theoretically
L —„—	0,40	0,49	0,30	0,48	0,53	0,34	0,30	0,54	0,32	0,46	0,63	0,82	0,46	0,85	1,18	1,12	1,12	1,40	1,47	2,50	L conductance as measured
L_5 —„—	0,33	0,25	0,22	0,42	0,15	0,25	0,22	0,35	0,22	0,25	0,26	0,50	0,40	0,62	0,80	0,90	1,00	1,60	1,35	2,25	L_5
Erisoojus kcal/m² °C	37	32	31	35	34	37	25	27	135	120	160	75	218	274	70	85	346	180	125	75	Heat required to rise the temperature of wall by 1° C
Päevane vool kcal/m²	243	160	52	171	112	202	133	168	133	109	250	106	275	216	276	316	387	410	474	312	Daily flow
Mõõtmiste kestuspäevad	3,5	2,0	4,0	4,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	4,0	6,5	1,5	1,5	2,0	2,5	9,0	6,0	1,0	4,5	Duration of tests
Välistemperatuuri kõikumised mõõtmiste kestel	+0,0	+1,0	−1,3	+0,4	+4,0	−7,8	−4,0	+2,0	−3,1	+0,5	−2,4	−0,7	−11,7	−5,0	−2,5	−1,7	−9,7	−5,7	−7,5	−10,0	Temperature fluctuations outside
	+0,5	+4,2	+1,3	+3,4	+5,8	−6,1	+0,4	+5,4	+7,1	+3,0	+0,2	+7,0	−2,8	−2,8	−1,5	+0,2	−0,9	+0,1	−4,7	−1,2	
Keskmine välistemperatuur	+0,3	+2,7	+0,2	+1,8	+4,8	−7,0	−1,5	+3,8	+1,5	+1,7	−1,1	+3,0	−6,7	−3,9	−2,0	−0,4	−5,0	−1,8	−6,1	−5,1	Average temperature outside
Pilvitus % %	100	80	100	62	70	100	100	30	90	100	70	80	100	100	10	70	100	100	100	75	Cloudiness
Välisniiskus % %	98	84	97	80	78	87	87	83	81	88	78	87	95	91	63	77	94	96	84	87	Humidity outside
Seina orientatsioon, vastu	SO	NW	W	S	SE	S	N	S	E	S	E	SW	S	N	NE	SW	E	N	SW	SW	Wall orientation, facing
Nurk tuulesuuna ja seinapinna vahel	60°	30°	10°	0°	10°	—	—	0°	—	10°	10°	40°	40°	5°	10°	0°	0°	—	—	0°	Wind inclination
Tuule keskmine kiirus m/sek	6	5,7	8	8	3	5	8	6	8	7	8	8	5	5	12	9	4	5	2	5	Wind velocity average
Tuule tugevus min—max	1—12	4—6	4—13	7—10	2—5	2—8	7—10	5—7	3—11	4—13	3—15	6—10	3—8	3—7	10—14	5—13	1—8	1—7	2	2—8	Wind velocity, min—max
Sademed mm vihm	1,2	4,0	11,2	0,8	—	—	—	—	7,2	0,8	—	11,9	—	—	—	—	—	—	—	—	rain } Total precipitation
Sademed mm lumi	—	—	—	—	—	8.1	6,6	—	—	—	2,8	—	0,8	6,2	—	10,0	4,5	4,8	—	1,5	snow } Total precipitation
Seina asukoht	Kopli	Nõmme	Kopli	Nõmme		Kopli		Nõmme		Tallinn	Nõmme	Tallinn	Kopli		Tallinn	Nõmme	Kopli			Tallinn	Location



Joon. 2. Mõõtmiste tulemuste kokkuvõte.

Tabel 2.

	Arv Number of walls	Mõõtevälde: tunnid Duration of tests, hours	Paksus (mm) Thickness	Kaal kg/m² Weight	K	Teoreetiline Δ Computed theoretically	Mõõdetud L Measured	L/Δ %	Võrdlus puitseinaga Comparison with timber wall: Mõõtandmete järgi Asmeasured	Teoreetiliselt Ascomputed	Teoreetilise võrduse erinevus mõõdetust Disagreem. per cent
Puitsein nr. 1—8 . . . Timber wall	8	576	200	110	0,55	0,60	0,42	70	100%	100%	—
„Nopsa" sein nr. 9—11 . „Nopsa" wall	3	288	500	550	0,53	0,59	0,47	71	112%	99%	+11,6%
Tellissein nr. 13, 14, 18 Brick wall	3	216	657	1090	0,83	1,00	0,81	81	193%	167%	+13,5%
Paekivisein nr. 17 . . . Limestone wall	1	216	910	1975	1,04	1,32	1,12	83	267%	220%	+17,6%

kahe õhuvahega välisseinte kohta, milliste soodsuse kohta oli lahkarvamisi.

Seinte soojajuhtivust on võimalik arvutada teoreetiliselt. Kuid raskusi teeb siin materjalide eritakistuse väärtuse oletamine. Peale poorsuse eritakistus oleneb väga suuresti veel materjali niiskusesisaldusest ja tegelik niiskusesisaldus sõltub väga paljudest teguritest, nagu seina väliskaitse, seina tihedus vee ja veeauru suhtes, tihenduskihtide asukoht seinas jne. Ligemate andmete puudusel tuleb teoreetilises arvutuses iga materjali eritakistus võtta kirjanduses soovitatud suuruses. Kuna see surus võib lahku minna tegelikust väärtusest, siis on ka teoreetilise arvutluse täpsus sellega piiratud. Seina soojajuhtivuse otsene mõõtmine aga lubas anda vastuse, milles kõik tegurid on juba iseenesest arvesse võetud.

Mõõtmise viis. Mõõtmine toimus 500×500 mm² suure 8 mm paksu mõõteplaadiga. Plaat sisaldab suure arvu järjestikkulülitatud termoelemente, mille ümber on valatud kummi. Temperatuuri vahedest (Δt) kahelpool plaati tekib termoelementides termoelektriline vool; seda mõõdab millivoltmeeter. Suhe temperatuuride vahe (Δt) ja sellele vastava soojavoolu tugevuse (Q) vahel on määratud laboratooriumis [1]). Nii võis vastava kaliibrimis-tabeli abil millivoldid otseselt ümber arvutada soojavooluks läbi plaadi.

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

Plaadi omatakistus on võrdlemisi väga väike võrreldes meie välisseinte takistusega ja ei muuda olukorda kuigi tuntavalt.

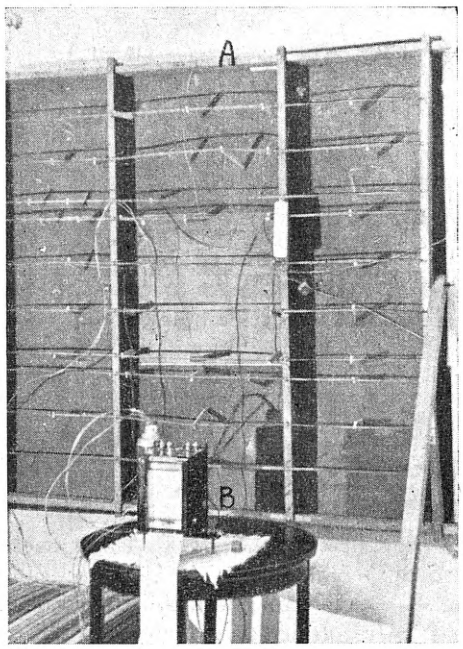
Lisaks läbi seina voolava soojahulgale (Q) ajaühikus on veel tarvis teada ka temperatuure, mis seda voolu põhjustasid. Nende mõõtmiseks on omakorda seinale kinnitatud termoelemendid: üks seeria plaadi alla, mis mõõdab seina sisepinna temperatuuri (t_s), ja teine seeria seina välispinnale sealse temperatuuri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

Tegelikult mõlemad temperatuurid kõiguvad, eriti muidugi välimine; nende mõõtmiseks on tarvis pidevat märkimist. Seda toimetab automaatselt registriv millivoltmeeter, mis lindile märgib kõik kolm mõõdet t_v, t_s ja Q (vt. joon. 3, 4 ja 5).

Ülesvõttel joon. 3 on näha plaadi seinale kinnitamise viis, voltmeeter ja jääpudel. Selleks, et mitte takistada õhu konvektsioonvoolu plaadi pinnal, on rõhtpuud plaadi hoidtarindis plaadist 30 mm eemal.

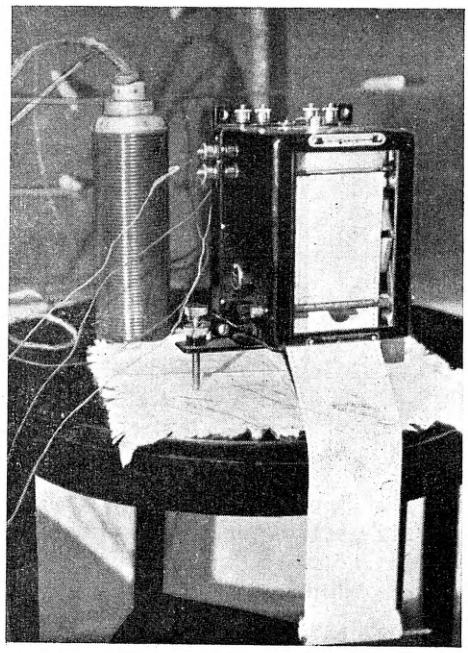
Mõõtmiste teooria. Kogutakistus $m=\frac{1}{k}$, mille soojavoolule moodustab sein, on üksikute elementide üksiktakistuste summa, s. o. sisepinna takistus (m_s) + seina seesmine takistus (m_{sk}) + välispinna takistus (m_v). Seega $m=m_s+m_{sk}+m_v$.

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



Joon. 3. Mõõteplaadi ja kaitseplaatide kinnitus seinale. Püstpuude külge on kinnitatud kummipaelad, mis pulkade abil suruvad plaadid vastu seina pinda.

[1]) Käesoleval juhul dr. Raisch'i laboratooriumis, Münchenis.



Joon. 4. Automaatselt registriv millivoltmeeter ja termospudel jääveega temperatuuride nullpunkti saamiseks.

(m_1, m_2, m_3 jne.) summaga. Seega $m=\frac{1}{k}=m_s+$ $+m_v+m_1+m_2+m_3+\ldots=m_s+m_v+\Sigma m$. Homogeense kihi takistus m_1 on ainese eritkaistus $\left(\frac{1}{\lambda}\right)$ korda kihi paksus (d), s. o. $m_1=\frac{d_1}{\lambda_1}$; $m_2=\frac{d_2}{\lambda_2}$ jne.

Nii siis, teades seina mõõtmeid ja eritakistusi, võime arvutada m ja selle pöördväärtuse $k=\frac{1}{m}$ s. o. seina kogutakistuse või juhtivuse ühekraadilise õhutemperatuuride vahe man. Soojavoolu tugevus Q on proportsionaalne tegelikule temperatuuride vahele

$$Q=\frac{1}{m}(t_{s\delta}-t_{v\delta})=\frac{1}{m_{sk}}(t_s-t_v).$$

Samuti võime iga üksiku kihi kohta kirjutada

$$Q=\frac{t_s-t_v}{m_1}=\frac{t_1-t_2}{m_2}\text{ ehk}$$

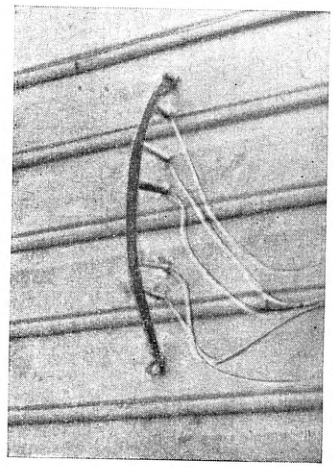
$$Q=\frac{\Delta t_1}{m_2}=\frac{\Delta t_2}{m_1}\text{ jne.}$$

See kehtib muidugi ka mõõteplaadi kohta: teades m_p ja mõõtes Δt, leiamegi sooja voolutugevuse Q. Tegelikult mõõdame Δt termoelementide patarei abil millivoltides ja tuletame millivoltidest otseselt Q kcal/m² h. Siit leiame

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

M õ õ t m i s t e t e h n i k a. Plaat asetati seinale (joon. 3) nähtaval viisil. Ülessead tuli nii tarindada, et võimalikult vähe tüli tuua korteriomanikule. Nii tuli hoiduda naelte tagumisest jne. Rõhtpuu A ja B on plaadipoolsel küljel 30 mm sügava väljalõikega, et vähendada õhu konvektsiooni takistust plaatide kohal.

Välispinna termoelementide kinnitus on näha ülesvõttel joon. 5. Juhtmed tuli toast välja tuua kas läbi akende või läbi puurmulkude, kus see võimalik oli.



Joon. 5. Termoelementide kinnitus välisseinale. Naelte külge on kinnitatud pingutatud kummipael, mis vahepulkade abil surub elemendid vastu seina pinda.

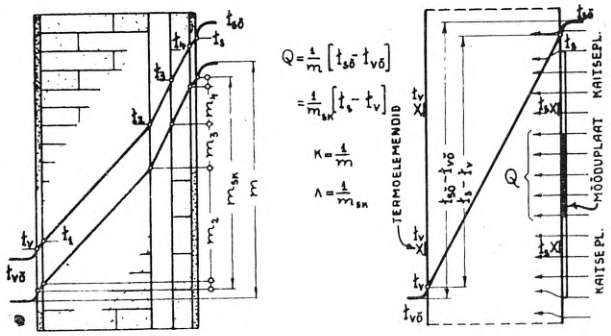
M õ õ t m i s t e d i a g r a m m i d. Kaks tüüpilist diagrammi on kujutatud joonisel 7. Kuigi temperatuurid on võrdlemisi püsivad, on sooja voolutugevus äärmiselt kõikuv. Peatume veidi selle põhjuste man.

Sooja vool toimub teatavasti kolmel viisil: konduktsiooni, konvektsiooni (pöörisvoolu) ja kiirgamise teel. Tahkete kehade seesmuses vool toimub peamiselt konduktsiooni teel. Pindadel aga ja õhukihtides on peamine tähtsus kiirgamisel ja konvektsioonil.

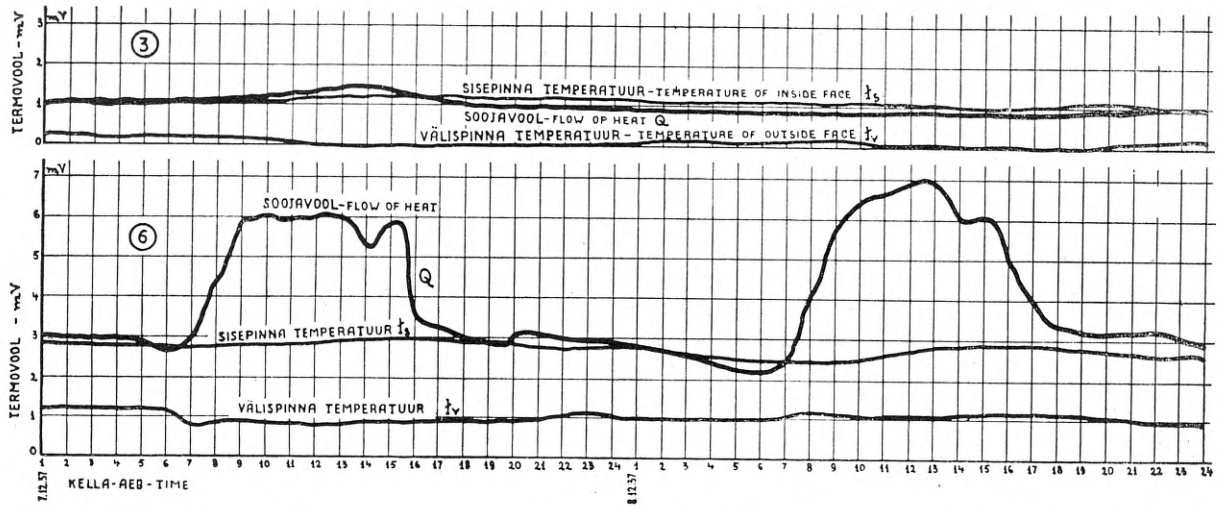
Üldiselt võetuna kandub 50÷80% kogu voolust seina pindadele kiirgamise teel, ülejääv osa — konvektsiooni teel.

Kiirgamine on sõltumatu toaõhu temperatuurist, sõltudes vaid kiirgamispindade temperatuuridest. Sel põhjusel pole soojavoolu tegur $k=\frac{Q}{t_{so}-t_{vo}}$ just eriti tabav tegur.

Kiirguse suurt tähtsust näitasid ka kirjeldatavad mõõtmised. Niipea kui elamus inimesi hakkas liikuma või pandi küdema ahjud, tõusis soojavoolu tugevus järsult, kuigi toa temperatuur jäi muutuseta või muutus vaid veidi. Joonisel 7 näidatud diagrammidest on esimene kütmata ruumist ja teine ahjuga köetud ruumist. Tavaliselt jäid sooja voolu tugevus ja ka temperatuurid väga püsivateks kella viie paiku hommikul, kui ahjud olid jahtunud ja inimesed toas veel ei liikunud. Joonisel 2 on huvi pärast märgitud ka see vool (joonega L_5).



Joon. 6.



Joon. 7. Tüüpilisi mõõtediagramme elaniketa ning kütmata ruumis ja elutatud ning ahjuga köetavas ruumis.

Kuna seina kui sellise iseloomustuse saamiseks oleks parem olnud soojavoolu ära hoida suurtest kõikumistest (nagu joon. 7 all), siis oleks vist õige olnud plaatide ette asetada soojuskiiri peegeldav vari, mis aga jäi tegemata, kuna selle soovitavus selgus vaid hiljem.

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

Kuna välimine termoelement ei lasknud end küllalt tihedalt seina pinnale kinnitada, võiks kahelda, kas ta mõõtis seina välispinna temperatuuri või oli veidi nihkunud välisõhu temperatuuri poole. Kahtlane on seepärast ütelda, et L võrdus Λ'le; ta võis ka olla kuskil Λ ja k vahel.

M õ õ t m i s t e k e s t u s iga seina kohta on märgitud tabelis. Üldiselt võetuna olnuks võrdlus seda täpsem, mida pikem olnuks mõõtmine ja mida suurem olnuks läbivoolanud soojahulk võrdlemisi seina erisoojusega. Üteldu kehtib eriti olukorra kohta, kus välisilmastik on järsukalt muutuv. Tehtud mõõtmistel oli püüdeks saada keskmist pilti võimalikult paljuist seinust ja üksikseinte mõõtmiste vältus jäi liiga lühikeseks. See võis olla üks põhjusi, miks teoreetilised vastused erinevad kohati õige tuntavalt mõõtmiste tulemustest, nagu näiteks, seina nr. 13 suhtes.

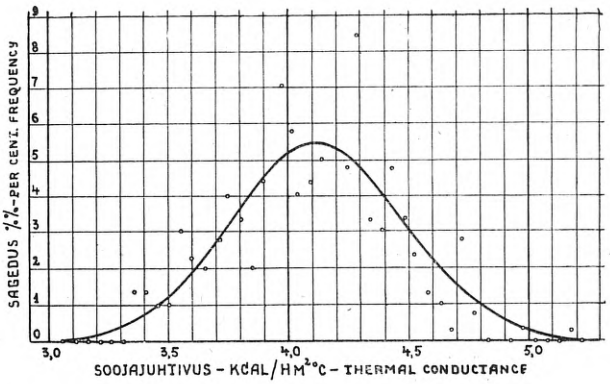
T e o r e e t i l i s i s a r v u t u s i s on materjalide eritakistused võetud Rootsi ja Norra autoriteetide soovituste kohaselt, kuna ju sealne ilmastik enamvähem vastab meiesele. Teoreetilisis arvutusis tarvitatud λ suurused on märgitud joonisel nr. 1. Pindade takistused on võetud $m_s+m_v=0{,}13+0{,}07=0{,}20$, nagu harilikult võetakse. Ära on jäetud katse keskmist pinnatakistust tuletada täpsemalt: olenevalt pilvitusest, tuulest jne. Saadud suurused on diagrammis märgitud k ja Λ-ga.

S e i n a t ü ü p i d e v õ r d l u s. Nagu nägime varemalt, ei ole $k=\frac{Q}{t_s-t_v}$ kuigi püsiv suurus, kuna Q peale (t_s-t_v) oleneb ka veel kõigist neist tegureist, millest oleneb kiirgamine ja konvektsioon. Selle tagajärjel kõigub k alaliselt, ja keskmise väärtuse saamiseks oleks vaja pikaajalist mõõtmist. Selle illustratsiooniks on joon. 8 toodud Briti Ehituslaboratooriumi akende soojavoolu mõõtmiste tulemusi. Nagu näeme, on kõikumised plus ja minus kahekümne protsendi piirides, olenedes antud juhul peamiselt pilvitusest, vähemal määral tuulest.

Nii ei saa kõneallolevate mõõtmiste tulemusi võtta kui täiuslikku iseloomustust iga üksiku seina kohta. Nad võimaldavad aga siiski huvitavat võrdlust üksikute tüüpide vahel. Selleks on allpooltoodud tabelites tehtud üldkokkuvõte ja võrdlus.

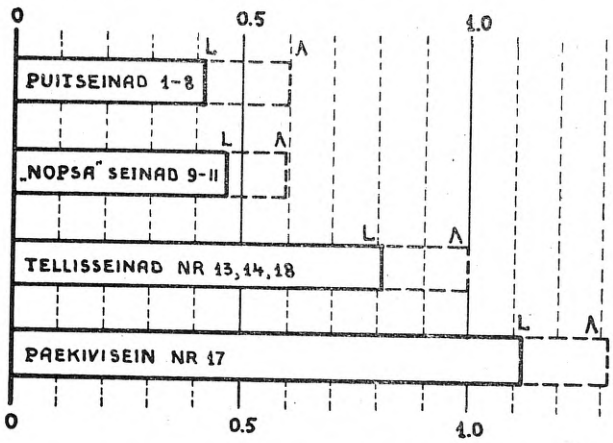
Tabel 3.

	Arv Number of walls	Mõõteväilde: tunnid Duration of tests, hours	Paksus (mm) Thickness	Kaal kg/m² Weight	K	Teoreetiline Λ Computed theoretically	Mõõdetud L Measured	L/Λ %	Võrdlus puitseinaga Comparison with timber wall: Mõõtandmete järgi Asmeasured	Teoreetiliselt Ascomputed	Teoreetilise vördluse erinevus mõõdetust Disagreem. per cent
Puitsein nr. 1—8 . . . . Timber wall	8	576	200	110	0,55	0,60	0,42	70	100%	100%	—
Betoonkivi+Roliit nr. 13 Concrete block+Reed .	1	156	275	340	0,70	0,81	0,82	101	195%	135%	+30,8%
Gaasbetoon sein nr. 15 . Aerocrete wall	1	48	270	320	0,91	1,11	1,18	106	280%	185%	+34,0%
Betoonkivi sein nr. 20 . Concrete block wall . .	1	108	200	325	1,83	2,90	2,50	86	595%	485	+16,8%



Joon. 8. Tüüpilisi mõõtetulemusi soojavoolust läbi ühekordse akna (Building Research Station'i andmetel). Sageduskõver on arvutatud 296 ühetunnise mõõte tulemusist.

Kuigi mõõdetud väärtused ei ühti teoreetilistega, on huvitav märkida, et paremuste järjekord on samane ja et saadud suurused on võrdlemisi püsisuuruslikud murrud teoreetilistest. Joon. 9 ja tabelis nr. 2 on toodud mõõtmiste tulemuste najal tuletatud keskmised sisetakistuse pöördväärtused nelja meil eriti sageli ettetuleva seina-eritüübi vahel. Selle järgi on esikohal puitsein. Nopsa sein on sellele soojapidavuselt ligidaselt võrdne. Ühe õhuvahega rasketellismüür [2]) ning tellisvoodriga paemüür on ümmarguselt kaks korda halvemad kui puitsein. Seinte ja mõõtetundide arv, mis olid selle võrdluse aluseks, on märgitud tabelis nr. 2.

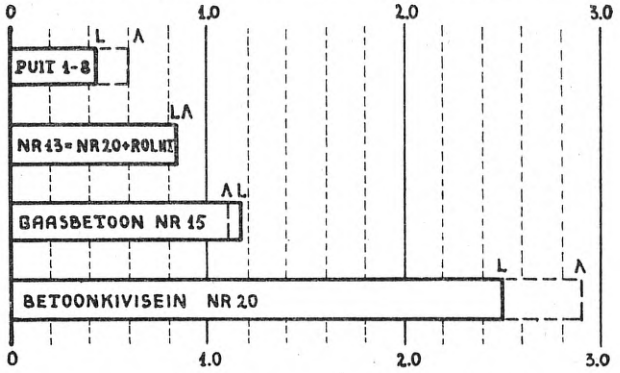


Joon. 9. Tabelis nr. 2 toodud seinatüüpide üldine võrdlus mõõtmisandmete järgi ja teoreetiliste arvutuste järgi.

Tabelis nr. 3 ja joonisel 10 on toodud võrdlus puitseina ja betoonseinte vahel. Sein nr. 12 on sama, mis sein nr. 20, on ainult seestpoolt vooderdatud 50-mm-se pillirooplaadiga.. Vooderdus tõstis seina soojapidavuse võrdseks ühe õhuvahega kahekivipaksuse tellisseina omaga.

Gaasbetoon-sein (siporex) andis tulemuse, mis on kooskõlas teoreetilise arvutusega ($\lambda = 0{,}33$, mahukaal 1,11).

T u l e v a s e d t ö ö d. Loodame uurimistöid jätkata tuleval talvel ja ühtlasi hankida tegelikust elust täpsemaid andmeid põletisesäästu kohta, mida võimaldab üks või teine seinatüüp. Loodetavasti saame hankida võrdlevaid andmeid ka seintest, mis on ehitatud moodsamatest tellissaadustest, mida valmistavad meie uued tellisetehased.



Joon. 10. Tabelis nr. 3 toodud seinatüüpide üldine võrdlus.

U u r i m i s t ö ö d t o i m u s i d Inseneriköja poolt tellitud aparaadiga ja Inseneriköja osalisel toetusel. Üldkava koostamine toimus Inseneriköja sellekohases komisjonis, mida juhatas insener E. Mõttus. Mõõtmistööde tegijaks ja tulemuste arvutajaks oli Ehitusõpetuse Lab. abijõud, üliõpilane A. Riit, keda tarbekorral abistasid B. Ilves ja E. Ploompuu. Üldkorraldamisel töötas kaasa van. assistent Arvo Veski.

Märkide seletus.
Notation used.

$k = \frac{1}{m}$ seina soojavoolu tegur (kcal/m²h° C)
air to air thermal conductance of wall

$\lambda = \frac{1}{m_{sk}}$ seina soojajuhtivus (kcal/m²h°mC) (teoreetiliselt arvutatud)
conductance of wall (as computed)

L seina soojajuhtivus (kcal/m²h° C) (mõõdetud)
conductance of wall (as measured)

m seina kogutakistus (m²h° C/kcal)
air to air resistance of wall

m_{sk} seina sisetakistus (m²h° C/kcal)
surface to surface resistance of wall

m_s seina sisepinna takistus — do —
resistance of the inside surface

m_v seina välispinna takistus — do —
resistance of the outside surface

t_{sv} välisõhu temperatuur °C
outside air temperature

t_{so} toaõhu temperatuur °C
room air temperature

t_s, t_v seina sisepinna, resp. välispinna temperatuur °C
temperature of the inside resp. outside surface of wall

Q soojavoolu tugevus (kcal/hm²)
flow of heat

$\frac{1}{\lambda}$ sooja eritakistus m²hm°C/kcal
thermal resistivity

[2]) Et saada õiglasemat võrdlust, on sein nr. 18, mis oli alles hiljuti valminud ja selletõttu kuivamata, võrdlusarvutusel võetud samase juhtivusega, kui oleks ta olnud kuiv, s. o. L on 1,40 asemel võetud = 1,13.

L. JÜRGENSON: RESEARCH ON THERMAL CONDUCTIVITY OF WALLS.

The article is a progress report on research on relative insulating values of exterior walls carried out at Tallinn in winter 1937/38. Twenty various exterior walls were investigated under service conditions. The construction of walls tested is shown in Fig. 1. The essential data pertaining to each test and a summary of the results obtained are given in Fig. 2 and Table 1. The duration of tests has in some cases been far too short, and this may partly account for large disagreements with theoretically computed values.

The apparatus used for taking measurements is shown in Figs 3, 4 and 5. It consists essentially of a 500×500 mm by 8 mm thick rubber apron containing a series of thermocouples. The apron was made and calibrated by Dr. Raisch in Munich. Five thermocouples measure the temperatures of the inside and of the outside surface of the wall. An automatically registering millivoltmeter registers the temperatures of the wall surfaces and the heat flow through the apron, which was always mounted on the interior face of the wall.

Fig. 7 shows typical diagrams obtained in an unheated and unhabitated room and in a living room heated by means of glazed brick stove. Due to radiation the flow through the apron increases very markedly when the stove is in operation and the people are active in rooms. The flow was always at a steady minimum at about five o'clock in the morning. (Line L5 in Fig. 2).

Table 2 and Fig. 9 show the average values obtained from measurements for four types of exterior walls most commonly used in Estonia and a comparison with timber wall which is the most common wall type here.

We hope to continue the research during the coming winter and get more reliable data with the apparatus and attempt to correlate the figures obtained for the thermal conductivities of walls with actual fuel consumption.

Tellismüüri tugevusest.

Ins. Hugo Oengo, IK.

Ehitiste tagavara- ehk julgeolekuteguri küsimused on viimastel aastatel olnud sagedaseks aineks tehnilisel erikirjandusel ning rahvusvahelistel konverentsidel ja päevadel, kui ka üksikute maade eriteadlaste ringidel. Tung ehitada majanduslikult võimalikult ökonoomselt, kuid ometi küllaldase julgeolekuga, nõuab selle „teadmata teguri" muutmist tõelikuks tagavara- ehk julgeoleku-teguriks. Ainult siis, kui mainitud tegur tõesti väljendab vaid tagavara, on võimalik seda vähendada ning määrata julgeolekuks vajalik tagavara juhuslike ja ettenähtamatute jõudude ning mõjude talumiseks sedavõrd minimaalne, et ehitus teostataks ilma üleliigse materjalide kuluta.

Tagavarateguri võimalikult täpseks määramiseks on ühelt poolt võetud tarvitusele täpsemad staatilised arvutusviisid, et õigesti oleksid haaratud konstruktsioonis esinevad jõud. Samal ajal on arvutuse aluste kontrollimiseks tarvitusel kontrollmeetodid mudelitega ning valmisehitiste pinguloleku uurimine nende proovikoormamise teel. Ehitiste proovikoormamine ei ole tänapäev enam lihtne läbipainde mõõtmine ja jäme (labane) tugevusekontroll (kas ehitis talub või mitte), vaid käsitab kogu konstruktsiooni elastsuse ja pingsuse süstemaatilist uurimist terve rea füsikaalsete peenmõõteriistadega. Olles säärasel viisil võimalikult täpselt selgitanud konstruktsioonisse mõjuvate tegelike jõudude tõhu, on vaja tegeliku tagavarateguri õigesti määramiseks selgitada ka konstruktsiooni purustamiseks vajalikku koormist.

Konstruktsiooni purustava koormise määramiseks on võimalik teostada selle koormamist kuni purunemiseni, mida tehaksegi massartikleina toodetavate esemete hulgast üksikutega. Suuremate ehitusosadega aga on väga tülikas ning kulukas seda teha; sellepärast on püütud purustavat koormist arvutuslikult määrata ehitusel tarvitatud materjalide katsutulemuste kaudu. Säärane arvutus, olgu puhtteoreetiline või empiiriline, täidab ainult siis oma ülesannet, kui arvutus on kontrollitud küllalt suure arvu süstemaatiliste katsude läbi samalaadsete proovikonstruktsioonidega.

Tellismüüride mõõtmete määramisel kõneldakse sageli tagavarateguritest, mis ulatuvad 10 kuni 40-ni. Säärast tagavara aga tegelikult ei esine (see olekski kuulmatu raiskamine); säärased arvud vaid rikuvad ehitaja ettekujutust sellest, kui kaugel tegelikult on ehitise kokkuvarisemise oht. Säärase arvu kirjutamine tagavarategurina on seega mõtetus; tegelikult väljendab see arv vaid suhet tarvitatud tellise keskmise proovimis-surutugevuse ning müüri lubatavate pingete vahel. Kuna müüri tugevus oleneb peale kivi keskmise tugevuse veel tervest reast teguritest (neid vaatleme allpool lähemalt), siis säärane tegur ei väljendagi kogu konstruktsioonis esinevat ühtlast tagavara, milline ühtlus on ökonoomse dimensioneerimise peatingimuseks.

Millest oleneb tellismüüri tugevus?

Tellismüüri tugevus oleneb muidugi eeskätt tarvitatud telliste keskmisest tugevusest, samuti aga ka kivide sideaine, mörtli, tugevusest. Peale nende avaldab müüri tugevusele mõju terve rida kõrvaltegureid. Müür on kahe erisuguste elastsus- ja tugevusomadustega materjali, kivi ja mörtli liitkeha; need asuvad osalt horisontaalsete, osalt vertikaalsete kihtidena teineteise kõrval; säärase liitkeha koormamisel võib oodata keha üksikutes osades õige keerukat kolmeteljelist (ruumilist) pingulolekut, mis purustava koormise suurust omaltpoolt kaasa mõjutavad. Seda pingulolekut ja järelikult ka müüri näivat tugevust peaksid seega mõjutama ka müüritud keha mõõtmed, üksikkivide mõõtmed, vuukide arv ja paksus, kivide ja vuugimaterjali elastsuselised omadused jne. Kõigi nende tegurite haaramine puhtteoreetilisel teel oleks väga raske, praktiliselt isegi võimatu, kuna peale nende veel päris juhuslikud tegurid, nagu kivide ebaühtlased mõõtmed ja ebaühtlane tugevus, juhuslikud vead kivides ja mörtlis, mörtli ebaühtlus jne. avaldavad tuntavat mõju müüri tugevusele. Kõigi nende tegurite arvutuslik haaramine kas või empiirilise valemi abil on äärmiselt raske ja on kuni käesoleva ajani teostamata.

Katsudel saadud kogemused näitavad üksikute tegurite kvalitatiivset mõju suurtes joontes järgmiselt:

1. Nii kivi kui ka mörtli tugevus kumbki mõjutab otseselt müüri tugevust, s. o. nii kivi tugevuse tõstmine kui ka mörtli tugevuse tõstmine kumbki tõstab müüri tugevust.

2. Kivi ja mörtli plastilikkus suurendab müüri tugevust, s. o. plastilised kivid ja mörtel annavad võrreldes niisama tugevate rabedate ja väikese deformeeritavusega materjalidega suuremaid tugevusi, kuna juhuslikud pingete kokkusattumised ja tipud selle läbi tasanduvad.

3. Kivide tugevuse ja kuju ühtlus tõstab müüri tugevust, kuna ebaühtlus suurendab juhuslikke pingeid, eriti painet kivides.

4. Mörtli paksuse ja koostise ühtlus tõstab müüri tugevust eelmises punktis mainitud põhjusel; eriti ohtlikud on üksikud suuremad terad mörtlis.

5. Vuugi paksuse suurendamine alandab müüri tugevust, kuid vähendamine tõstab tugevust vaid teatava piirini, sest liiga õhukesed vuugid ei võimalda kivide kuju ja omaduste ebaühtluse tasandumist. Kui kivide vormi ja mörtli omaduste korrapäratust on põhjust karta, siis ei tohi tarvitada vuuke alla 1 cm.

6. Üksikkivide suurus tõstab müüri tugevust, kuna vuukide rohkus alandab seda.

Nagu juba mainitud, kõigi nende mõjude õigesti arvesse võtmiseks puuduvad valemid. Üksikutegi mõjude arvesse võtmiseks on antud vaid mõningaid empiirilisi valemeid. Arvessevõtmatud ning juhuslikud tegurid annavad sedavõrd suuri hajumusi, et mõne seadusepärasuse väljalugemine katsude tulemustest osutub küllalt raskeks.

Empiirilisi valemeid.

On mõningaid empiirilisi valemeid müüri tugevuse arvutamiseks kivi ja mörtli tugevuse ja seina või samba mõõtmete vahekordade põhjal. Säärased valemid on enam-vähem kehtivad neis piires, milles on korraldatud katsud nende ülesseadmiseks. Mida suuremale arvule katsudele ja mida laialdasemates tingimustes teostatud katsudele toetub säärane valem, seda usaldusväärsem ta on. Pealeselle säärane valem peab oma ülesehituselt vastama katsude juures esinevate füsikaalsete nähtuste üldiseloomule. Kui see nii ei ole, siis võivad isegi väiksed erinemused tingimustes anda suuri kõrvalekaldumusi tegelikkusest.

Müüri tugevuse arvutamiseks kivi ja mörtli tugevuste põhjal toon näitena prof. M. Roš'i sellekohase valemi:

$$T_m = 0{,}4\,(T_k + T_v) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

kus T_m = müüri surutugevus,
T_k = müürikivi keskmine surutugevus ja
T_v = müürimisel tarvitatud mörtli surutugevus samas vanuses kui müür.

Nähtavasti see valem on üles seatud laboratoorsete katsukehade alusel, mille kõrgus on 2 kuni 4 korda suurem paksusest, ning teatavate keskmiste kivi ja mörtli tugevuste põhjal. Üldjuhtumil ja praktikas tarvitatavate seinakõrguste ja -paksuste vahekordade puhul annab see valem liiga suurt arvutustugevust (keskmiselt 100% kõrgemat vastavatest katsutulemustest).

Näitena valemitest, mis võtavad peale eelmiste tegurite ka müüri kõrguse arvesse, toon prof. O. Graf'i sellekohase valemi:

$$T_m = T_k \frac{4 + \frac{T_v}{10}}{12 + 5\frac{h}{b}} + 20 \quad (kg/cm^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2),$$

kus peale eelmiste on:
h = samba või seina kõrgus ja
b = samba või seina väikseim rõhtmõõde, paksus või laius.

See valem näib olevat üldisem eelmisest. Kahjuks ei anna seegi valem igas olukorras tarvitatavaid tulemusi. Kui võtta näiteks allpool tabelis nr. 1 (või joon. 1) toodud katsutulemused ning neid võrrelda valemiga (2), siis selgub, et arvutatud tulemused on 38% kuni 240% (keskmiselt 114%) kõrgemad, kui toodud katsutulemused. Sedasama näitab kujukalt ka joon. 1, kuhu on kantud kivi ja mörtli keskmistele katsutulemustele vastavalt valemi (2) järgi arvutatud kõver. Näib, et seegi valem ei saa teenida üldise valemina müüri tugevuse arvutamisel.

Tabel nr. 1. Müüritud katsukeha kõrguse mõju müüri ja kivi surutugevuste suhtele.

Järjek. nr.	Surutugevused, kg/cm²			Mõõtmed, cm			Vahekorrad		Märkused
	T_k	T_v	T_m	a	b	h	$\frac{h}{b}$	$\frac{T_m}{T_k}$	
99	274	250	295	38	38	35	0,9	1,08	Silikaatkivid
100	146	222	173	„	„	42	1,1	1,18	
101	365	346	230	„	„	50	1,3	0,63	
102	365	262	230	„	„	50	1,3	0,63	
103	198	156	110	„	„	100	2,6	0,56	
104	198	156	85	„	„	100	2,6	0,43	
105	363	346	173	„	„	120	3,2	0,48	
106	365	262	163	„	„	120	3,2	0,45	
36	215	161	68,0	46	46	245	5,3	0,316	Telliskivid
49	215	172	64,8	„	„	275	6,0	0,302	
50	215	128	53,4	„	„	350	7,7	0,249	
51	215	151	51,0	„	„	460	10,0	0,237	

Märkus: 1) Andmed nr. 99—106 on võetud EMPA väljaandest: Prof. O. Roš. „Die Hunziker-Kalksand- und -Tunnelsteine, Mauerwerk aus Hunziker-Kalksandsteinen". Zürich. 1934.

2) Andmed nr. 36 ja 49—51 on toodud tabelis nr. 2 (Londonist).

Toodud näidetest selgub, kui raske on üles seada sellist müüritugevuse arvutamise empiirilist valemit, mis oleks teatava üldise kehtivusega.

Katsutulemusi ja järeldusi nendest.

Autoril on olnud võimalus läbi töötada üle 230 müüritud samba katsusaabed, mis on võetud literatuurist ning Zürichi Materjalide Proovimise Ametis [1]) aastate jooksul tehtud töödest. Neist saavetest oli võimalik teatavasse süsteemi viia ainult teatav osa katsusaabeid telliskividest ja tellise formaadile ligikaudu vastavatest kunstkividest sammastega. Need saabed on toodud tabelites nr. 1 ja 2 (kokku 138 samba ja seina katsusaabed).

[1]) Hiljem tähistan lühendatult EMPA.

Tabel nr. 2. Müüride survekatsu saabeid.

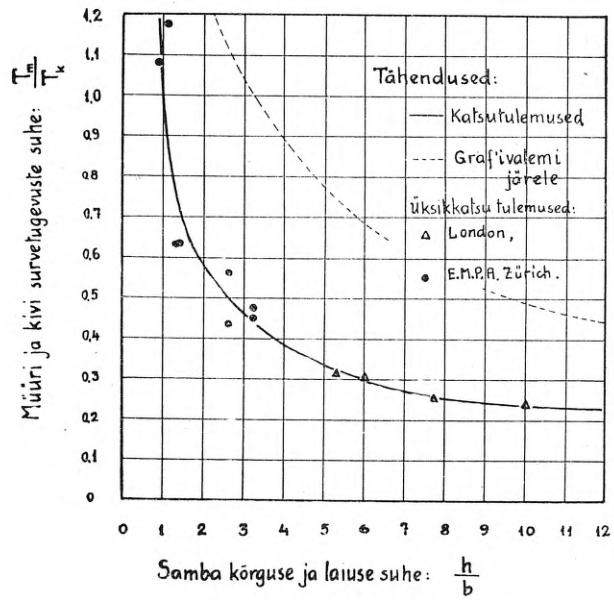
Järjekorra nr.	Surutugevused kg/cm²			Vahekorrad		Valemi järgi arvutatud	Viga %	Märkusi
	Kivi T_k	Mörtel T_v	Müür T_m	$\frac{T_v}{T_k}$	$\frac{T_m}{T_k}$	suhe $\frac{T_m}{T_k}$		
1	73	11,5	24,5	0,158	0,336	0,249	−26	Andmed nr. 1÷16 on igaüks kolme müüritud samba keskmine tulemus. Nr. 1÷5 ja 13÷16 on 30×90×300 cm suuruste sammaste ja nr. 6÷12 on 43×90×300 cm suuruste sammaste katsutulemused. Proovid on teostatud: Göteborgi Materjalide Proovimise Ametis. Avaldatud: Tonindustrie-Zeitung Nr. 4, 5, 1938. O. Hanson: „Festigkeitsuntersuchung an grossen Mauerwerkspfeilern."
2	91	„	27,1	0,126	0,298	0,237	−20	
3	61	„	25,4	0,189	0,416	0,259	−38	
4	134	„	32,7	0,086	0,244	0,216	−11	
5	152	„	34,7	0,076	0,228	0,209	− 8	
6	323	„	47,7	0,036	0.147	0,168	+14	
7	257	„	42,7	0,045	0,166	0,180	+ 9	
8	193	„	37,3	0,060	0,194	0,196	+ 1	
9	155	„	32,7	0,074	0,211	0,207	− 2	
10	193	24,8	51,2	0,128	0,266	0,238	−11	
11	155	„	39,4	0,160	0,254	0,250	− 2	
12	490	19,1	78,0	0,039	0,159	0,172	+ 8	
13	171	12,0	27,7	0,070	0,162	0,204	+26	
14	171	30,5	45,0	0,180	0,263	0,256	− 2	
15	171	37,3	48,1	0,220	0,281	0,267	− 5	
16	171	102,6	53,4	0,605	0,312	0,331	+ 6	
17	275	184	64,8	0,670	0,235	0,340	+45	Andmed nr. 17 kuni 51 on avaldatud: W. H. Glauville a. P. W. Barnett: „Mechanical Properties of Bricks and Brickwork Masonry". Department of Scientific and Industrial Research, Building Research. Special Report Nr. 22. London 1934. Andmed nr. 17 kuni 46 on 46×46××245 cm suuruste sammaste proovimistulemused ning andmed: nr. 49 — 46×46×275 cm, nr. 47, 50 — 46×46×350 cm ja nr. 48, 51 — 46×46×460 cm suuruste sammaste proovimistulemused.
18	177	189	59,2	1,068	0,335	0,389	+16	
19	1170	193	224	0,165	0,192	0,251	+31	
20	377	223	123	0,591	0,326	0,329	+ 1	
21	241	205	79,5	0 851	0,330	0,363	+10	
22	177	212	61,7	1,200	0,349	0,404	+16	
23	369	226	153	0,613	0,415	0,332	−20	
24	725	193	173	0,266	0,239	0,277	+16	
25	330	181	103	0,550	0,313	0,323	+ 3	
26	206	160	87,5	0,778	0,425	0,354	−17	
27	211	212	72,5	1,000	0 344	0,381	+11	
28	174	208	75,3	1,200	0,434	0,404	− 7	
29	628	209	184,2	0,333	0,294	0,290	− 1	
30	132	202	59,8	1,510	0,453	0,440	− 3	
31	117	188	59,3	1,610	0,508	0,451	−11	
32	130	211	97,5	1,620	0,750	0,452	−40	
33	130	279	56,6	2,140	0,435	0.510	+17	
34	970	265	200	0,273	0,206	0,279	+35	
35	540	269	180	0,498	0,334	0.317	− 5	
36	215	161	68,0	0,750	0,316	0,350	+11	
37	386	133	105,8	0,345	0,274	0,293	+ 7	
38	177	164	56,2	0,927	0,318	0,372	+17	
39	182	141	69,3	0,778	0,380	0,354	− 7	
40	216	188	70,4	0,870	0,327	0,365	+12	
41	174	281	79,8	1,62	0,459	0,452	− 2	
42	174	135	73,7	0,778	0,423	0,354	−16	
43	174	6,3	34,3	0,036	0,198	0,168	−15	[1]) kui erandjuhtumid on need keskmise kõrvalekaldumise arvutusest välja jäetud.
44	215	4,2	18,5	0,0195	0,086	0,138	+60[1])	
45	215	5,5	20,0	0,0256	0,093	0.151	+62[1])	
46	386	0,85	39,4	0,0022	0,102	0,088	−14	
47	130	221	81,8	1,70	0,630	0,461	−27	
48	130	228	86,5	1,76	0,666	0,468	−30	
49	215	172	64,8	0,80	0,302	0,356	+18	
50	215	128	53,4	0,594	0,249	0,330	+33	
51	215	151	51,0	0,702	0,237	0,344	+45	
52	241	3,2	45	0,013	0,186	0,122	−34	Andmed nr. 52 kuni 83 on avaldatud: Ins. H. Amos'e poolt VDI — Zeitschrift, 1934. Nr. 52÷61 käsitavad väikeste aukudega topelt-formaatkivist sambaid, nr. 62÷73 tellis-õõnesplaatidest sambaid ja nr. 74÷83 eriformaadilisi telliskive.
53	255	94	93	0,369	0,365	0,297	−19	
54	330	3,2	37	0,010	0,112	0,114	+ 2	
55	264	70	78	0,266	0,297	0,277	− 7	
56	240	43	68	0.179	0,284	0,256	− 9	
57	158	78	71	0,494	0,450	0,316	−30	
58	207	85	70	0,411	0,338	0,303	−10	
59	189	3,5	42	0,019	0,222	0,137	−38	
60	256	44	82	0,172	0,320	0,254	−21	
61	225	3,2	40	0,014	0,178	0,125	−30	
62	63	26	22	0,413	0,349	0,303	−13	
63	73	78	31	1,07	0,425	0,389	− 9	
64	232	54	33	0,233	0,142	0,270	+90[2])	[2]) kui erandjuhtumid on keskmise kõrvalekaldumise arvutusel välja jäetud.
65	232	54	27,5	0,233	0,118	0,270	+129[2])	
66	74	26	19,3	0,351	0,260	0,294	+13	
67	63	78	29	1,24	0,460	0,408	−11	
68	92	78	23	0,848	0,250	0,362	+45	
69	96	78	32	0,811	0,333	0,357	+ 7	
70	96	54	30	0,561	0,312	0,326	+ 5	
71	67	78	22	1,16	0,329	0,399	+21	
72	81	70	36	0,863	0,445	0,364	−18	
73	59	78	24	1,49	0,406	0,437	+ 8	

Järjekorra nr.	Surutugevused kg/cm²			Vahekorrad		Valemi järgi arvutatud suhe $\frac{T_m}{T_k}$	Viga %	Märkusi
	Kivi T_k	Mörtel T_v	Müür T_m	$\frac{T_v}{T_k}$	$\frac{T_m}{T_k}$			
74	129	11,3	33	0,088	0,256	0,218	−15	
75	116	11,3	20	0,097	0,172	0,223	+30	
76	94	3,1	16	0,033	0,170	0,164	— 4	
77	60	78	26	1,300	0,433	0,416	— 4	
78	106	78	53	0,737	0,500	0,348	−30	
79	76	3,2	20	0,042	0,263	0,177	−33	
80	113	36	53	0,319	0,470	0,288	−39	
81	307	89	75	0,290	0,244	0,283	+16	
82	108	4,6	19	0,043	0,176	0,177	+ 1	
83	67	67	26	1,00	0,388	0,381	— 2	
84	410	412	214	1,005	0,521	0,381	−27	Andmed nr. 84÷98 on EMPA katsude tulemused.
85	„	437	155	1,065	0,378	0,388	+ 3	
86	„	390	120	0,950	0,293	0,375	+28	
87	„	395	155	0,962	0,378	0,376	— 1	
88	„	501	194	1,225	0,473	0,406	−14	
89	„	512	96,2	1,250	0,235	0,409	+74[3])	[3]) kui erandjuhtumid on keskmise kõrvalekaldumise arvutusel välja jäetud.
90	„	500	97,9	1,220	0,238	0,406	+71[3])	
91	480	135	82	0,281	0,171	0,281	+65[3])	
92	298	121	91	0,407	0,305	0,303	— 1	
93	298	121	114	0,407	0,382	0,303	−21	
94	480	135	100	0,281	0,209	0,281	+35	
95	431	201	142	0,466	0,330	0,312	— 5	
96	509	453	256	0,891	0,504	0,367	−27	
97	287	135	90	0,470	0,314	0,313	0	
98	248	135	55	0,543	0,221	0,323	+46	

Üldine kõrvalekaldumine —1,6%, keskmine positiivne kõrvalekaldumine +17,6%, keskmine negatiivne kõrvalekaldumine —15,6%.

Samba kõrguse ja laiuse vahekorra mõju uurimiseks oli võimalik ühendada laialdast ala haaravaks üldpildiks Zürichis ja Londonis teostatud katsude saabeid (tabel 1 ja joon. 1), millistel katsudel kivi ja mörtli tugevused (keskmiselt $T_k = 261$ kg/cm² ja $T_v = 218$ kg/cm²) ja samba põiklõike mõõtmed (38×38 cm ja 46×46 cm) olid suurtes joontes ühedes ja samades piirides ja oluliselt muutuva suurusena esines vaid samba kõrgus. Nagu näha joonisest 1, on samba kõrguse ja laiuse suhtel eriti suur mõju kui h:b<6, kuna piirides h:b = 8 kuni 10 ei ole selle mõju praktiliselt märgata.

Kuna need katsud haaravad ainult teatavat kivi ja mörtli tugevuse piirkonda, siis on loobutud nende najal mingisuguse empiirilise valemi ülesseadmisest, kuna see ei saaks olla üldise kehtivusega. Joonis 1 annab aga siiski umbkaudse pildi proovimüüri kõrguse mõjust.



Joon. 1.

Millega säärast suurt tugevuse muutumist seletada; miks on katsukeha kõrguse ja laiuse suhtel nii suur mõju müüri ja kivi tugevuse vahekorrale? Nagu teada, oleneb ühtlasest materjalist katsukeha purustav koormis kahel põhjusel katsukeha kõrguse ja laiuse vahekorrast: esiteks katsumasina metallplaatide ja katsukeha kokkupuute pinnas esineva hõõrdumise ja katsukeha põikipikenemise tõttu tekivad nihkpinged proovikehas, mis põhjustavad ruumpingulolekut (sellest hoolimata et välisjõud mõjuvad ainult ühes sihis); see ruumpingulolek aga mõjutab tuntavalt purustava koormise suurust. Teiseks olenevad suuremast katsukeha kõrgusest nõtkumise võimalused, mis omakorda võivad mõjutada maksimaalset koormist.

Et nende mõjude arvulisest tähtsusest aru saada, olgu toodud vastavaid näiteid betooni alalt. Betooni puhul näiteks ei avalda katsukeha otspindade hõõrdumine enam praktiliselt märgatavat mõju purustavale koormisele, kui on h:b>3 kuni 4. Nõtkuse mõju aga ei ole betooni puhul praktiliselt märgata, kuni saledustegur on i⩽35, millele vastab h:b⩽10. Seega betooni puhul peaksid sambad piirides h:b = 4 kuni 10 olema praktiliselt vabad kõrguse mõjust tugevusele.

Kui nende arvudega võrrelda tellisseinte kohta toodud tulemusi (joon. 1), selgub, et puudub sarnus. Tellisseina tugevuse ja kõrguse vahekord näib peale nõtkumise ja otspindade hõõrdumise olenevat veel muudestki teguritest.

Positiivse järeldusena mainitud uurimusest võiks ütelda järgmist: praktiliselt ei ole müüri ja kivi tugevuse vahekord märgatavalt olenev müüri

kõrguse ja paksuse vahekorrast, kui viimane asub piirides h:b = 8 kuni 10 (seda piiri võiks teatava ligikaudsusega laiendada kuni h:b = 6 kuni 12). See järeldus on väga oluline, kuna enamjagu kõrgehitistes ette tulevaid tellismüüre kande-seinte või -sammastena on umbes neis piires. Eelmist arvesse võttes piisab praktiliseks otstarbeks, kui leida just selle piirkonna jaoks müüri surutugevuse arvutamiseks kohane valem.

Suuremate kõrguste puhul (h:b>12) tuleks juba rakendada nõtkumise võimalusi haaravaid arvutusviise, mida seni tellismüüride kohta kahjuks ei ole antud laialdastele katsudele toetuvalt; esiotsa tuleks piirduda vastavate ligikaudsete valemitega.

Tellisseinte surutugevus kõrguse ja paksuse vahekorra olemisel piirides **h:b = 6 kuni 12.** Tabelis nr. 2 on toodud 130 sellele tingimusele ligikaudu vastavate katsukehade surukatsu tulemused. Kuna nendes piirides, nagu eelpool on leitud, ei ole müüri kõrgusel otsest tuntavat mõju müüri tugevusele, siis on püütud leida sidet müüri tugevuse ja sel puhul müüri tugevusele peamist mõju avaldavate tegurite, kivi ja mörtli tugevuste, vahel. Kuna kasutada olid ainult kivide surutugevuse andmed (kahjuks puudusid paindtugevuse andmed), siis tuli tahes-tahtmata leppida vaid surutugevusega kui kivi tugevuse näituriga.

Seadusepära leidmiseks on kõik katsutulemused (tabelist nr. 2) kantud vastavate suhetena joonisele nr. 2. Suhete kaudu katsusaavete esitamine võimaldas kõik kolm olulist suurust omavahel lihtsalt siduda ühes graafikus; pealeselle säärane esitamine evib ka teatavat teoreetilist põhjendust (sellest lähemalt allpool peatükis „Müüri purunemise põhjused").

Joonisel nr. 2 on tõesti märgata teatavat seadusepära müüri ja kivi ning mörtli ja kivi surutugevuse suhete sõltumuse vahel, mida võib haarata järgmise empiirilise valemiga:

$$T_m = 0{,}28\ T_k + 0{,}11\ T_v - \frac{T_v}{5+100\,\frac{T_v}{T_k}} \quad . \quad . \quad (3)$$

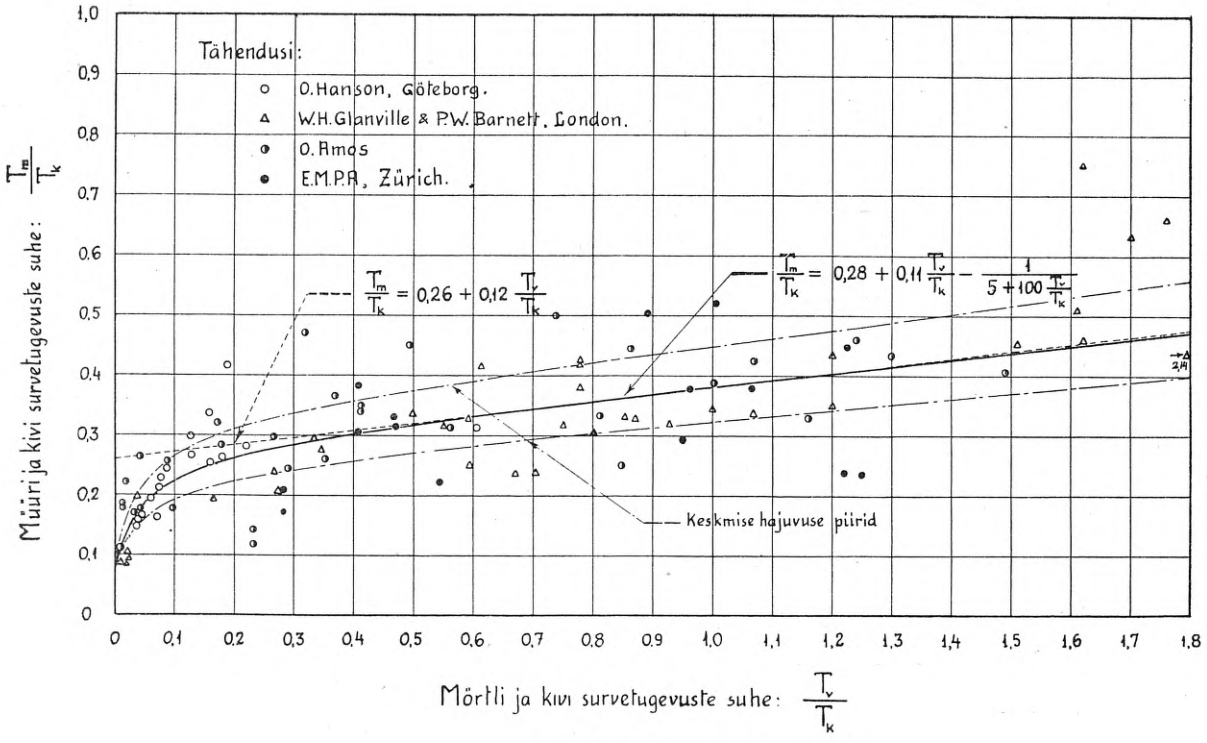
Seda valemit võib asendada lihtsamaga, kui mörtli ja kivi surutugevuse suhe asub piirides $T_v : T_k \geqslant 0{,}20$, ja nimelt:

$$T_m = 0{,}26\ T_k + 0{,}12\ T_v \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Valemi (3) järgi arvutatud tulemused annavad võrreldes katsude tulemustega kõrvalekaldumisi keskmiselt ligikaudu ±16% suuruses, sealjuures esineb äärmisi kõrvalekaldumisi kuni ±45% (mõned üksikud päris juhuslikud kõrvalekaldumised küündisid kõrgemalegi).

Valemeid (3) ja (4) saab kasutada täis- ja aukudega kividest tellismüüride ja tellise formaadile ligikaudu sarnastest kunstkividest müüride puhul, kui need on müüritud 1 kuni 2 cm paksuste vuukidega ning kui seina või samba kõrguse ja paksuse vahekord asub piirides h:b = 6 kuni 12. Sealjuures on valem (3) kehtiv kõigi praktikas ettetulevate kivi ja mörtli tugevuste puhul, kuna valem (4) on kehtiv vaid teatavates piirides, s. o. kui $T_v : T_k \geqslant 0{,}20$. Sealjuures ei tule neilt valemeilt oodata suuremat täpsust, kui ülal on tähistatud. Kuigi täpsus just väga suur ei ole, siiski võib neid valemeid edukalt tarvitada tegeluses ja nad annavad teatava õiglasema ettekujutuse müüri tegelikust tagavarast purunemiseni.

Tellismüüri survekatsu tulemusi.



Joon. 2.

Müüri purunemise põhjuseid.

Materjalide purunemist põhjustava pinguloleku kohta on ajajooksul üles seatud mitmesuguseid teooriaid. Katsusaavetega kooskõlas on neist kaks: vanem Mohr'i ja uuem Huber-Mises-Hencky' teooria (viimast on Roš ja Eichinger interpreteerinud üldistatud Mohr'i teooriaks [2]). Mõlemad mainitud teooriad näevad purunemise põhjust nihkpingetes. Lineaarpinguloleku puhul, nagu lihtne tõmme ja surve, taanduvad mõlemad teooriad üheks ja samaks; sel puhul on purunemist (või suuri jäävaid deformatsioone) põhjustav suurim nihkpinge (max t_{uv}) avaldatav otse normaalpinge (t_{xx}) läbi. Normaalpinge kõrgeimat keskmist suurust purunemise eel (või suurte jäävate deformatsioonide eel) nimetatakse tõmb- või surutugevuseks T (ka voolavusepiiriks). Kui aga peaks esinema mitmeteljeline pingulolek (tasapindne või ruumiline pingulolek), siis ei ole purunemist põhjustav nihkpinge enam olenev ühestainsast normaalpingest, vaid üldjuhtumil (Huber-Mises-Hencky teooria järgi) kõigist peapingetest (ehk suurimast nihkpingest ruumi pinguloleku puhul). Kuna kivimaterjalid ei evi homogeensust ega isotroopsust nagu metallid (mida eeldab Huber-Mises-Hencky teooria), isegi mitte ligikaudu, siis ei ole nende purunemisnähtuste arvutamine puhteoreetiliselt tuletatud teooria abil võimalik. Prof. M. Roš'i uurimused [3]) näitavad aga, et praktilise täpsusega võib kivimaterjalide purunemisjuhtumeid ruumpinguloleku puhul ligikaudu haarata Mohr'i tugevusteooriaga. Lihtsamal juhtumil purunemist põhjustav nihkpinge on väljendatav kahe peapinge abil järgmiselt:

$$\max\ t_{uv} = \frac{t_1 - t_3}{2}$$

kus arvesse tuleb muidugi absoluutselt suurim peapingete diferents.

Nagu alul on mainitud, tekib müüris, kui kahest erisugusest materjalist liitkehas ruumpingulolek; seega ei ole säärase keha purunemistugevus avaldatav ainult materjali ühe või teise lihttugevuse (suru- või tõmb- ehk paindtugevuse) kaudu ilma ruumpinguloleku arvessevõtuta.

Peale eeltoodud enam-vähem teoreetilise kaalutluse võiks veel mainida juhuslikke tegureid ja neist tingitud ning arvutuse kaudu mittehaaratavaid täiesti juhuslikke pingeid, mis erijuhtumeil võivad müüri purunemist isegi otsustavalt põhjustada. Sellised juhuslikud tegurid on: kohalik ebaühtlus kivide või mörtli tugevus- või elastsusomadustes, ebaühtlus kivide vormis või vuugi paksuses jne.

Katsude puhul müüri purunemisnähtusi jälgides võib tähele panna, et purunemine teostub peamiselt kahel erineval viisil. Ühel juhtumil (enamasti tugeva mörtli või pehmete kivide puhul) tekivad peamiselt kaldpraod, mis on nihkpurunemise tunnuseks. Teisel juhtumil (enamasti nõrga mörtli või tugeva ja vähe deformeeruva kivi puhul) tekivad peamiselt vertikaalpraod, mis võib olla segapurunemise nähtus tõmb-peapingete ja suurimate nihkpingete koosmõjust või võib olla purunemine enam-vähem juhuslike pingete mõjul (paine üksikutes kivides).

Kui jätta kõrvale juhuslike pingete mõju ja vaadata kaht kirjeldatud purunemisnähtust ruumpinguloleku vaatekohalt käsikäes vastava tugevusteooriaga, siis selgub, et tõesti on võimalik leida sidet müürimaterjalide (kivi ja mörtli) omaduste, purunemisnähtuste ja müüri tugevuse vahel. Alljärgnev arutlus püüab anda vaid sisulist seletust neist nähtustest, mis esinevad müüris suruproovil, loobudes küsimuse täpsest arvutamisest elastsusteooria alusel.

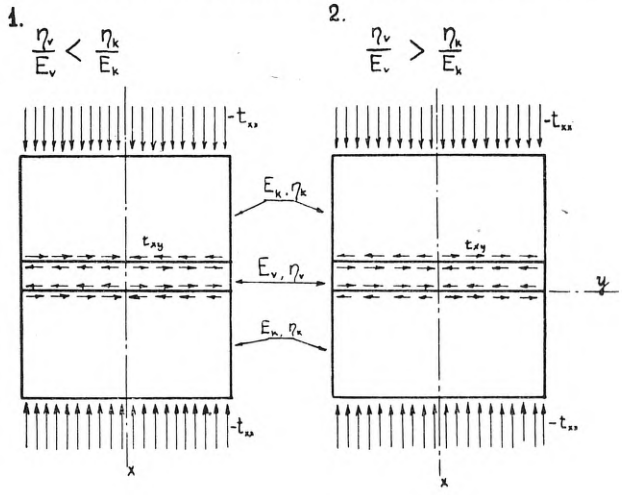
Vuugi- ja kivimaterjalide erinevate elastsusmodulite (E_v ja E_k) ja põikipikinemise (ehk Poisson'i) teguri (η_v ja η_k) tõttu tekivad mõlemas materjalis nende puutepindades nihkpinged [4]). Kui kumbki materjal saaks vabalt pikeneda põiksuunas, siis osutuksid nende põikipikenemised võrdsete normaalpingete mõjul (kokkupuutepinnas) järgmisteks:

$$\Sigma_y^{(v)} = \frac{\eta_v \cdot t_{xx}}{E_v}; \quad \Sigma_y^{(k)} = \frac{\eta_k \cdot t_{xx}}{E_k};$$

Kui mõlema materjali elastsusomadused on erinevad, siis oleksid need põikipikenemised tõesti ka erinevad sel juhtumil, kui puuduks hõõrdumine ning ühendus mõlema materjali vahel. Kui see ühendus aga on küllalt tugev, siis pikenevad mõlemad materjalid võrdselt, ning põikipikenemiste suuruste vahe ületamiseks tekivad lisapinged: nihkpinge mõlema materjali puutepinnas ning põiksihilised normaalpinged mõlemas materjalis. Tähendatud põikipikenemiste suuruste vahe (märgi ja suuruse poolest) ongi tekkiva ruumpinguloleku iseloomustajaks:

$$\Sigma_y^{(v)} - \Sigma_y^{(k)} = t_{xx}\left(\frac{\eta_v}{E_v} - \frac{\eta_k}{E_v}\right).$$

Joonisel 3 on toodud kaks võimalikku kombinatsiooni tähendatud põikipikenemiste mõttes. Neid kahte kombinatsiooni jälgides selgub, et:



[2]) M. Roš, Statische Bruchgefahr bei normaler und hoher Temperatur. Zürich. 1937.

[3]) M. Roš & Eichinger „Versuche zur Klärung der Frage der Bruchgefahr" II. Nichtmetallische Stoffe. Zürich. 1928.

[4]) E ja η mõisteid tuleb siin lugeda üldisteks deformatsiooni iseloomustavateks suurusteks ka väljaspool tegelikku elastsusepiiri.

esimesel juhtumil on põik-normaalpinge surupinge; seega suurima nihkpinge avaldises mõlemad mõõduandvad peapinged on surupinged ja nihkpinge suurus oleks nende kahe suuruse absoluutne vahe;

teisel juhtumil on põik-normaalpinge tõmbpinge; seega üks mõõduandvatest peapingetest (absoluutselt suurem) on surupinge ja teine tõmbpinge ja suurim nihkpinge võrdub seega mõlema suuruse absoluutsele summale.

Juhtumil, kui mõlemal võimalusel normaalpinged oleksid võrdsed, oleks viimasel juhtumil suurim nihkpinge absoluutselt suurem kui esimesel juhtumil; või võrdse suurima nihkpinge puhul peaks viimasel juhtumil normaalpinged olema väiksemad kui esimesel juhtumil.

Seega on selgunud, et suurim nihkpinge, mis purunemisel on mõõduandev, on olenev mõlema materjali elastsuslike (või plastilikkuslike) omaduste erinemusest ning piki-normaalpingetest ehk survejõust ja selle kaudu arvutatavast survepidavusest ehk surutugevusest.

Võib ümberpöördult ütelda, et arvutatav müüri surutugevus (purustav survejõud jagatud müüri katsukeha põiklõike suurusega) on sõltuv kivi ja mörtli elastsuslike (või plastilikkuslike) omaduste erinemusest ja nende nihktugevusest (osalt vahest tõmbtugevusestki, kui esinevad tõmbpinged, kuna säärasel juhtumil võib esineda nõrga tõmbtugevuse tõttu vastu üldisele tugevusteooriale nn. tõmbpurunemine). Kuna nihkpurunemine esineb üksikute materjalidegi, nii kivi kui ka mörtli, suruproovil, siis võib selliseid üksikmaterjalide surukatsu tulemusi, nn. surutugevust, võtta nende nihkpurunemispidavusegi mõõdupuuks müüritises (muidugi sel puhul, kui müüritis tõesti näitab purunemisel nihkpurunemise tunnuseid).

Millisel määral siin segapurunemise nähtuste puhul võiks müüri tugevust siduda kivi tõmb- või paindtugevusega, ei ole võimalik seni kindlalt ütelda, kui ei ole läbi viidud laialdasi süstemaatilisi uurimisi sel alal. Kuna sellised saabed veel puuduvad, siis on püütud käesolevas töös tõmb- ja paindtugevustki haarata vaid üksikmaterjalide surutugevuste kaudu.

Kuna literatuuris puuduvad müüri katsuandmete juures andmed tarvitatud materjalide elastsuslike või plastilikkuslike omaduste kohta, siis ei olnud võimalik müüritugevusi otseselt võrrelda. Kaudselt aga on see siiski ligikaudselt võimalik, kui rakendada oletust, et üldiselt kujumuutusi iseloomustavad omadused on sõltuvad tugevusest; näiteks suuremale tugevusele vastab suurem elastsusemoodul ning ümberpöördult (betooni puhul on see sõltuvus laialdaste katsutulemustega tõendatud ja võib arvata, et see suurtes joontes tellisegi puhul nii on). Samuti võib suurtes joontes oletada, et põikipikenemise tegur suures ulatuses ei muutu või kui muutub, siis vist ühemõisteliselt elastsusemooduli muutumisele, s. o. kui pikideformatsioon on väiksem, siis on ka põikdeformatsioon väiksem ja ümberpöördult.

Eelmist arvesse võttes saab jälgida müüri ja mörtli tugevuste mõju müüri tugevusele, muidugi üldjoontes, kuna üksikud erijuhtumid võivad kõrvale kalduda eeltoodud oletustest.

Juhtumil kui mörtli omadused ei muutu ja kui mörtel on küllaldase tugevusega, oleks k i v i t u g e v u s e m õ j u järgmine:

a) Nõrga kivi puhul, $\frac{\eta_k}{E_k} > \frac{\eta_v}{E_v}$, tekib kivis põiksurve ja mörtlis põiktõmme; kas mörtel katkeb tõmbpingest või ei, mõlemal juhtumil puruneb kivi nihkpinge mõjul. Nihkpingete ja normaalpingete vahekorra tõttu (eelpool selgitatud) peaks müüri tugevus võrreldes üksiku kivi proovimistulemustega sel juhtumil olema võrdlemisi kõrgem, s. o. vastavalt suhte $T_v : T_k$ kasvamisega peaks kasvama ka suhe $T_m : T_k$.

b) Tugeva kivi puhul, $\frac{\eta_k}{E_k} < \frac{\eta_v}{E_v}$, tekib kivis põiktõmme ja mörtlis põiksurve; nihkpinge on varemtoodud arutluse põhjal võrreldes normaalpingetega tuntavalt suurem kui eelmisel juhtumil; kui kivi katkeb nihkest või tõmb-peapingetest, mõlemal juhtumil peaks suhe $T_m : T_k$ olema väiksem kui eelmisel juhtumil.

Järeldusena eelnevast võiks väita, et kivitugevuse mõju keskmise mörtlitugevuse puhul peaks müüri ja kivi tugevuste suhet mõjutama pöördsuunas, s. o. ühe ja sama mörtlitugevuse puhul saab nõrgema kivi tugevus müüri tugevuses paremini ära kasutatud kui tugevama kivi oma.

Juhtumil kui kivi omadused ei muutu ja kui kivi on keskmise tugevusega, oleks m ö r t l i t u g e v u s e m õ j u järgmine:

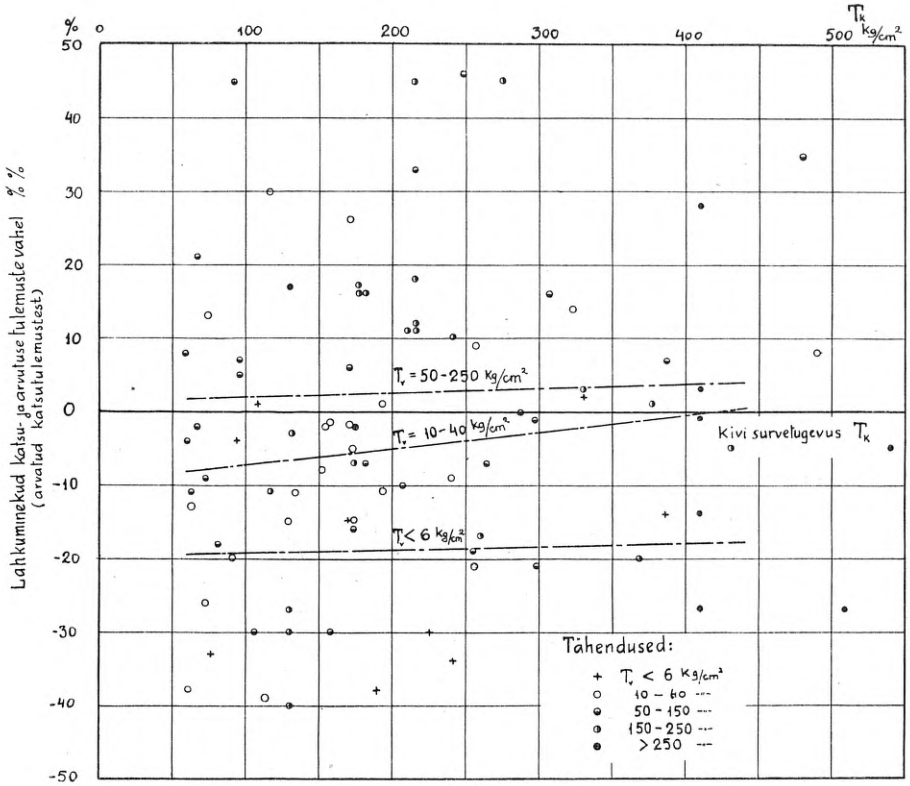
a) nõrga mörtli puhul, $\frac{\eta_k}{E_k} < \frac{\eta_v}{E_v}$, tekib tõmme kivis ja surve mörtlis põiksihis; mörtel ei purune, olles kõigekülgse surve all, ning kivitugevus on samaselt mõõduandev kui eelmise arutluse punkt b puhul; suhe $T_m : T_k$ peaks osutuma võrdlemisi väikseks;

b) tugeva mörtli puhul $\frac{\eta_k}{E_k} > \frac{\eta_v}{E_v}$, tekib tõmme mörtlis ja surve kivis põiksihis; esmalt katkeb mörtel tõmbest ja müür puruneb kivide nihkpurunemise tõttu; suhe $T_m : T_k$ peaks olema suurem kui eelmisel juhtumil.

Järeldusena eelmisest võiks mainida, et mörtli tugevus omaette mõjutab otseselt müüri ja kivi tugevuste vahekorda, s. o. tugevamale mörtlile vastab täielikum kivi omaduste kasustamine müüri tugevuses.

Mõlemaid järeldusi kokku võttes võib eelnenud teoreetilisest arutlusest järeldada, et mörtlitugevusel ja kivitugevusel on vastupidine mõju müüritugevuse ja kivitugevuse vahekorrale. Seda arvesse võttes ongi mõlema teguri mõju eelpool arvesse võetud nende suhte näol. Joonisest 2 selgub, et eelpooltoodud teoreetiline arutlus tõesti peab paika ja et katsutagajärgede säärase esitamise läbi tuleb nähtavale vastav seadusepärasus.

Juhuslike pingete mõju selgitamiseks vaatleme veel kord joonisel 2 esitatud katsutulemuste keskjoonest (ehk valemi 2 järele arvutatud tulemustest) esinevaid kõrvalekaldumusi eraldi sõltuvalt



Joon. 4.

kivitugevuse ja sõltuvalt mörtlitugevuse absoluutsetest väärtustest. Need kõrvalekaldumused on kantud joonisele 4. Kuna kõrvalekaldumused on väga juhuslikku iseloomu (teisiti ei võidudki seda oodata), siis ei ole õige neist teha mingeid arvulisi järeldusi. Aga siiski neist saab kvalitatiivseid järeldusi teha mörtli kui ka kivi mõjude kohta mainitud kõrvalekaldumistele keskjoonest; see on teostatud määrates üksikutele mörtlitugevuse rühmadele vastavate punktide peatsentraalteljed joonisel 4 (analoogiliselt tasapinnalise kujundi või liitpõiklõike telgedele). Joonisest 4, kus on kujutatud kolmele mörtlitugevuse rühmale vastavate punktide peatsentraal-telg, selgub, et kivitugevusel ei ole omaette mõju vaadeldavatele hajumustele keskjoonest (kõik vaadeldavad peateljed on peaaegu paralleelsed kivitugevust kujutavale teljele). Sellest järgneb, et eelmainitud empiiriline valem haarab küllalt õigelt kivitugevuse mõju müüritugevusele, ning et see on ühtlasi kooskõlas toodud teoreetilise ettekujutusega. Samal ajal on aga märgata, et mörtlitugevusel on mõju vaadeldavatele hajumustele, eriti just nõrgemate mörtlite puhul. Nimelt annavad väiksemad mörtlitugevused suhteliselt suuremaid müüritugevusi kui keskmised mörtlitugevused (arvutuse kõrvalekaldumine on negatiivne, s. o. arvutus keskmiste tulemuste järgi koostatud empiirilise valemi järgi annab väiksemaid saabeid kui katsud). Säärane järeldus on vastuolus eeltoodud teoreetilise arutlusega, mis ongi lomulik, kuna siin tulevad arvesse juhuslike pingete mõjud. Siit järgneb, et nõrgemad mörtlid pisut paremini tasandavad juhuslike ebaühtluste ja sellest tingitud lisapingete mõju. Absoluutset mõju sellel aga ei ole müüri tugevusele, kuna samal ajal nõrk mörtel oma väikese tugevuse tõttu palju enam alandab müüri üldtugevust, nagu see on väljendatud valemis 2 ning on näha joonisest 2.

Viimane asjaolu väljendab koos eelmainituga, et täpne kõigi mõjude arvesse võtmine on raske ja et paljude juhuslike mõjude tõttu tuleb arvestada võimalike hajumustega, mille täpseks arvesse võtmiseks puuduvad küllaldased andmed.

Kokkuvõte.

1) Müüri tugevust mõjutavad arvutu hulk tegureid, mille kõigi arvesse võtmine üldiselt kehtiva arvutusviisiga on väga raske, võiks ütelda peagu võimatu.

2) Sellepärast tuleb piirduda igal eri juhtumil müüri tugevuse määramisega vastavate katsude abil.

3) Teatavate ligikaudsete empiiriliste arvutusviiside ülesseadmine on võimalik, kuid ainult toetudes õige suurele arvule katsudele, kuna üksikkatsu tulemuste hajumus võib juhuslike kõrvalmõjude tõttu olla õige suur. Säärased empiirilised valemid on kehtivad muidugi ainult neis piires, milles on korraldatud nende ülesseadmiseks teostatud katsud.

4) Praktiliselt tavaliselt ettetulevate tellismüüride ja tellistele kujult sarnastest kunstkividest müüride surutugevuste arvutamiseks kivitugevuse ja mörtlitugevuse abil võib kasutada valemit 3, mis toetub võrdlemisi suurele arvule katsudele.

H. OENGO: ÜBER DIE FESTIGKEIT DES BACKSTEINMAUERWERKS.

Im vorliegenden Artikel wird ein Überblick über die Festigkeitsprobleme des Backsteinmauerwerks gegeben. Es wird dargelegt, dass die Probleme sehr kompliziert sind und eine allgemeine theoretische Lösung unter Berücksichtigung aller Fakotren kaum möglich ist. Eine empi-

rische Berechnungsweise der Festigkeit oder Bruchlast des Mauerwerks ist dann möglich, wenn sich diese auf eine grosse Anzahl Versuchsresultate stützt.

Derartige empirische Formeln (3) und (4) sind aufgestellt, gestützt auf Versuchsresultate von 130 Mauerwerksprobekörper (siehe Abb. 2). Die Formeln (3) und (4) sind gültig für Wände und Säulen aus Backsteinmauerwerk, deren Höhe 6 bis 12 mal grösser ist als die Dicke. Formel (3) ist gültig für alle praktisch brauchbaren Stein- und Mörtelfestigkeiten, dagegen Formel (4) nur wenn $T_v : T_k \geqslant 0{,}20$ ist.

Die im vorliegenden Artikel gebrauchten Bezeichnungen:

T_m = Druckfestigkeit des Mauerwerks,
T_k = Druckfestigkeit des Steines,
T_v = Druckfestigkeit des Mörtels,
h = Höhe der Wand oder Säule,
b = Breite oder Dicke der Wand oder Säule.

Mõnda telliskivide valmistamisest ja valmistamise abinõudest.

Ins. O. Uritam, IK.

Juba aastatuhandete eest olid telliskivid tuntud soliidseima ehitusmaterjalina, ja nende tarvitamise levik käis iga kultuuri õitseajaga paratamatult kaasas.

Telliskivide valmistamine toimus läbi aastatuhandete peagu muutmatult käsitsi, kuna materjali segamine ja ettevalmistamine toimus jalgadega sõtkumise teel inimjõul, kui ka loomadega ringiveetavate rataste abil. Sellest hoolimata annavad isegi kõige vanemast ajast säilinud telliskivid ja tellisetükid tunnistust heast tööst ja iseäranis hoolikast toormaterjali ettevalmistusest.

Alles möödunud aastasaja alul leiutati püstsegistid, mis on veel praegugi peagu muutmatul kujul kasutamisel väiksemates käsitööstustes. Veidi hiljem ehitati sellele külge kivi press.

Mitmesugustest savi omadustest tingituna ilmusid hiljem turule eraldi masinad savi ettevalmistamiseks ja pressimiseks: valtsid ja pressid.

Väga tähtis savi ettevalmistuseks oli kõige vanemail ajul ja on ka tänapäeval selle läbikülmutamine talvel, august sügisel väljavõetuna, või jälle soojemas kliimas kuivatamine suvel päikese käes. Asetamatu tähtsust evivad mõlemad ettevalmistusviisid kvaliteetkauba valmistamisel, nagu katusekivid, fassaadi- ja korstnakivid, mis selle läbi omandavad erilise vastupidavuse ilmastikuoludele. Seda ettevalmistust võivad mitmesugused masinad küll täiendada, kuid mitte kunagi asendada. Samane tähtsus on välismail eriti kõrgeväärtuseliste saaduste valmistamisel praktiseeritaval märja savi pikemat aega ladus hoidmisel. Ettevalmistustööde hulka kuulub savi väljavõtminegi august, mis sünnib vastavalt savi omadustele kas labida või lõhkeaine või viimasel ajal ikka enam ja enam bagerite abil. Majandusliku tootmise eeltingimistena tuleb eriti tähelepanu juhtida järgmistele tootmisprotsessi lülidele:

1. Transporditeed tuleb tööstuse osade otstarbeka paigutuse teel kujundada võimalikult lühikesteks ja sirgjoonelisteks; tarvilikud laduplatsid tuleb paigutada õigetesse kohtadesse. Põhimõtteliselt tuleb vältida üleliigseid transportvahendeid, vaid tuleb ette näha ainult kõige vajalikumad ja vähem keerukad.

2. Toormaterjali ettevalmistus peab toimuma võimalikult ühes töökäigus ja minimaalse, ainult tingimata vajaliku masinate arvu abil.

3. Kõige suuremat rõhku tuleb panna savi omadustele ja neile vastavate masinate valikule. Eriti tuleb väga nõudlik olla masinate valmistamiseks kasutatud materjalide omaduste suhtes.

Praktika näitab, et eriti viimane asjaolu võib kergesti kujuneda kogu ettevõttele saatuslikuks.

Oli aeg, kus kõrgete ja kallite ehituste vältimiseks savimasinad paigutati kõrvuti ja ühest väljuv savi toimetati teise eriliste transportööride abil. Praegu tohiks nende aeg olla jäädavalt möödunud, kuna nende eluiga küünib vaevalt kolmandikule teiste masinate omast; need annavad alati põhjust tööseisakuteks ja kalliteks remontideks. Otstarbekalt ehitatakse praegu ruumid niivõrd kõrged, et masinad ülestikku ära mahuvad. Peagu ainsaks otstarbekaks tõstevahendiks on osutunud kaldtee vintsi abil tõmmatavate vagonettidega.

Savimasinate kohta on juba eelpool märgitud, et neid tuleb üles seada ainult nii palju, kui seda antud savi omadused tingimata nõuavad. Iga üleliigne „ületöötamine" võib kujuneda savi omadustele väga kahjulikuks, muutes selle ebaplastiliseks, „väsitades" savi ära. Niisugusest savist valmistatud esemete vastupidavus ilmastikuoludele osutub pärast nõrgaks.

Enamvähem otstarbeka organisatsiooni puhul kõigub Saksamaal savi väljavõtmise ja transpordi maksus august kuni masinateni 2 kuni 6 riigimarga vahel 1000 kivi kohta, ja läbitöötamine kuni kivipressini 4 kuni 12,50 riigimarga vahel tuhandelt. Meil tohiksid kõikumised veelgi suuremad olla.

Tarvilike masinate arvu ja liigi valimine vastavalt antud savi omadustele on tihti väga raske ja vastutusrikas ülesanne ja toimub kõige paremini praktilistel katsetel erilistes saviuurimise instituutides, nagu seda on kuulus Seegeri instituut Berliinis. Masinate komplektidest võiks näitena tuua järgmised otstarbekad kombinatsioonid:

Hea savi puhul väikeses tööstuses — ainult valts ja press. Suuremates tööstustes — ülestõmbaja, täitekast, valts ja press. Raskemate savide puhul, iseäranis kui töötatakse ületalveseisnud saviga, jaguneb valts kahte ossa: eelvalts ja peenvalts.

Keskmises kõvaduses mitteületalvitanud savi ümbertöötamisel tuleb eelvaltsi asemel arvesse kollerveski.

Eriti kõvade ja mittelebutatud savide puhul tuleb peale eelloendatud masinate peenvaltsi järel, enne pressi, veel eriline segisti; eriti raskete savide puhul selle järel veelkord peenvalts.

Tähtsamate savitööstusemasinate kohta võiks lühidalt märkida järgmist. Väike ümmargune täitekast võimaldab ainult materjalide etteandmist, mitte aga nende segamist mingis kindlas vahekorras. Suur, ümmargune täitekast seisab harilikult koos 3-est osast ja võimaldab ainete segamist soovitud vahekorras; ei evi linte ega kette ega muid kiiresti kuluvaid või rikkiminevaid osi, on väga vastupidav ja töötab väga ökonoomselt, on kõiblik ka väga raskete ja plastiliste savisortide puhul, missuguste juures teised täitekastid, iseäranis aga allpool nimetatav kandiline täitekast ei suuda oma otstarvet täita. Suur, kandiline täitekast on kõige enam levinud; kuigi ta evib palju liikuvaid osi, nagu lülidest koosnev lint, rullid, laagrid, mis palju määrimist nõuavad ja kuluvad, on ta kergete ja keskmiste savisortide puhul peagu ideaalne täiteaparaat, annab ühtlaselt ette ja võimaldab ühtlast segu koostist. Ainult väga raskete ja plastiliste savisortide puhul tekib selle aparaadiga raskusi, kuna need enam ei jookse vaheseinte alt ühtlase kihina läbi, mispärast vaheseinad tuleb asendada eriliste valtsidega.

Kollerveskid on möödapääsetamatud kõvemate savisortide puhul. Varemal ajal ehitati need keerlevate taldrekutega, kuna viimasel ajal neid ehitatakse peagu ainult paigalseisvate taldrekutega ja ringikäivate ratastega; viimane ehitusviis tagab kindlamat ja julgemat töötamist. Ka tarvitatakse savitööstuses eranditult kaheteelisi veskeid, s. o. niisuguseid, kus kummalgi rattal on keskteljest ise kaugus; nendega on materjalide läbitöötamine väga põhjalik. Kollerveski rullid ei tohi olla ülemäära rasked, kuna sellised võivad savi „surnuks" pigistada, mille läbi viimane oma nidumisvõime võib kaotada.

Kollerveskist väljuv materjal satub harilikult peenvaltside vahele. Soovitav on igat valtsi ringi ajada iseseisvalt, ilma omavaheliste ühendusratasteta, kuna viimaste rikked võivad põhjustada tööseisakuid. Väga soovitav on valtside laagreid topenditega tolmu vastu kaitsta, kuna harilikud rõngasmäärdelaagrid on tolmu ja liiva vastu väga tundlikud. Siiski saavutatakse häid tagajärgi lihtlaagritegagi, kuhu aegajalt rasva juurde pressitakse; paks määrdeaine ei lase laagri sisse tungida tolmu ja määrdeaine iga juurdesurumine eemaldab laagri otsadelt sissetunginudki võõrained.

Presse valmistatakse silindriliste ja keeglitaoliste kehadega. Silindrilised pressid on enam kohased lahjadele savisortidele. Siin on pressi keha algusest lõpuni ühtlaselt täidetud saviga, ja raskete savisortide puhul ei pääse kokkusurutud õhk, mis saviga on kaasa kistud, enam pressist välja, vaid tekitab valmismaterjalis kihilisust ja struktuuri. Keeglitaoliste presside kehad on alul hoopis hõredamalt täidetud, mille tõttu rasvastegi savide puhul õhk pääseb kergemalt välja; seetõttu tuleb struktuuri esinemist valmismaterjalis väga harva ette.

Edasi mõni sõna savimasinate vastupidavusest ja nende remondikuludest. Vaevalt mõnes teises tööstusharus on masinate kulumine ja sellega ühenduses olev remondi- ja uuenduskulu nii suur ja mõjuv tööstuse majanduslikule küljele kui savitööstuses. Sellest tuleb teha kaks järeldust: 1) tuleb eelistada võimalikult aeglase käiguga masinaid, ja 2) tuleb valmistada kuluvad osad võimalikult kõrgeväärtuselisest materjalist.

Savimasinate materjalina tarvitatakse malmi, kõva malmivalu ja valatud terast. Kahjuks ei ole nende materjalide headuse üle võimalik nende välimuse järgi otsustada. Sealjuures tõstavad mitmesugused lisandid nende hinda 20÷30%, nende vastupidavust aga 100% võrra, mõjutades peale selle veel väga soodustavalt masinate produktiivsust. Siin oleneb kõik firmade soliidsusest ja kogemustest ja ostja asjatundlikkusest. Väga palju savimasinate osi valmistatakse kõva malmvaluna, nn. „kokillvaluna". Selle valu headuse poolest on väga suured kõikumised võimalikud. Meie leiame valatud esemeid, mille kõva kihi paksus ulatub 5÷10 mm-ni, mille kulumisel alt pehme malm välja tuleb, ja esemeid, mille kõva kiht on vähemalt poole paksem, pehmenedes sissepoole aeglaselt. Kõval malmil ehk „kokillvalul" on kaks halba omadust, milliste tõttu see viimasel ajal ikka enam ja enam kõrvale heidetakse ja asendatakse terasvaluga, nimelt:

1) See materjal on väga habras ja isegi väikesedki kivid põhjustavad tihti sellest valatud valtside killunemist ja murdumist äärtest.

2- Kokillvalust valtsid muutuvad juba paari nädala töötamise järele niivõrd siledaks, et nad vaevu veel savi vahele kisuvad, mistõttu vahelekistud savi nende peal jääb kauemaks püsima ja hõõrutakse asjatult soojaks. Selle tagajärjel langeb tuntavalt valtside produktiivsus, tõuseb asjata jõukulu tooteüksuse kohta ja liialt hõõrutud savi kaotab oma plastilised omadused. Kivikesed, sattudes valtside peale, ei kista mitte kohe nende vahele ega peenendata seega, vaid jäävad kauemaks ajaks nende peale, hõõruvad valtside sisse sügavad sooned, mille kaudu hiljem ümbertöötamata savi valtside vahelt läbi läheb. Nagu juba tähendatud, asendatakse viimasel ajal kõva malmvalu kõigil neil põhjusil enam ja enam terasvaluga. Aga selleks on harilik terasvalu oma 40 kuni 50 Brinelli kõvadusarvuga liiga pehme; nende masinate jaoks kõlbavad ainult eriti selleks leiutatud terasesordid, nn. „keraamikateras", missugust valmistati alul ainult Ameerikas, nüüd aga Euroopaski juba mitmes tehases. Üks kõigeenam esirinnas sammuv firma keraamikaterase alal Saksamaal on Th. Groke A/G. Merseburgis, kelle terasesortide kohta siin toome mõningad andmed.

Kuna hariliku terasvalu kõvadus kõigub 40÷50 Brinelli ümber ja omas koosseisus sisaldab süsinikku umbes 0,3%, räni — 0,15÷0,18%, mangaani 0,6%, sisaldab nimetatud firma keraamikateras süsinikku 0,5÷0,7%, räni 0,7÷0,8%, ja mangaani 1,2÷1,6%, ja evib kõvadust vastavalt otstarbele Brinelli arvudes kuni 200. Sealjuures jääb selle terase pind igasugusest hõõrumisest hoolimata koredaks, võtab savi ja kivikesi kergesti vahele ja evib kaks korda suuremat eluiga kui kokillvalu malmist.

Lõpuks veel mõni sõna savitööstuste jõuallikatest.

Väiksemates tööstustes, kus plonne kuivatatakse ainult välisõhu käes, on teoreetiliselt kõlblik iga jõuallikas. Tegelikult aga suudab mõõduka ostuhinna, vähenõudlikkuse, käigukindluse ja suure ülekoormatavuse tõttu siin vaevalt mingi teine jõuallikas aurumasinaga võistelda. Puidu- ja turbagaas on küttekulude poolest aurujõust küll tun: tavalt odavam, kuid see jõumasin on hinna poolest meil vähem kättesaadav, ja koormatuse suure kõikuvuse tõttu savitööstuses tuleks gaasimootori võimsus vähemalt kolmandiku võrra suurem valida kui aurumasinal, kuna mootorit võib vaevaltvaevalt 10% üle koormata, aurumasinat aga 3÷5 korda enam. Vähe on lootust, et ülemaalised elektrijõujaamad tulevikuski nende jõuallikatega odavuses võistelda suudaksid.

Kui kavatsetakse plonne kuivatada ka kunstlikult, siis tuleb kõne alla ainult aurujõud. Selpuhul kasutatakse kuivatises kõik masinast väljuv aur, ja tihtigi tuleb veel katlast värsket auru juurde lisada. Sellepärast tuleb selleks otstarbeks valida madalama algrõhuga ja suurema aurutarvitusega lihtsaid ja odavaid aurumasinaid. Moodsad, väikese aurutarvitusega kõrgrõhumasinad enamasti ei ole siin kohased, kuna nende hind on asjatult kallis ja ikkagi tuleb katlast värsket ja kallist auru plonnide kuivatamiseks juurde lisada. Siin võivad vanemat tüüpi pruugitud aurumasinad veel hästi oma otstarvet täita ja odava hinna tõttu isegi osutuda majanduslikult kasulikekski.

O. URITAM: ÜBER BACKSTEINHERSTELLUNG UND DAZU GEHÖRIGE HILFSMITTEL.

Verfasser weist auf eine zweckentsprechende Wahl der Backsteinindustriemaschinen hin, wobei von den Eigenschaften des Rohmaterials auszugehen ist. Bei leichteren Lehmen genügen meist Walzen und Pressen, bei schwereren sind zur Vorbereitung des Rohmaterials noch Kollergänge erforderlich, sowie Vor- und Feinwalzen. Pressen sind zweierlei Art gebräuchlich: für magere Lehme — zilindrische, für fettere — kegelförmige.

Für die Wirtschaftlichkeit der Backsteinindustrie sind von Bedeutung die Unterhaltungskosten der Maschinen. Es sind deshalb Maschinen einfacherer Konstruktion, aber aus hochwertigem Material vorzuziehen. Zu empfehlen ist Stahlguss, insbesondere Keramikstahl.

Als Kraftmaschinen sind bei kleineren Betrieben und, wo eine künstliche Trocknung erforderlich ist, Dampfmaschinen vorzuziehen.

Ehitustehnikas asfaldi kasutamise võimalusi.

Ins. A. Toss, IK.

(Lõpp.)

Asfaldi kasutamise võimalus vesi- ja raudteeehitistel.

Asfalt on leidnud vesiehitusasjanduses viimastel aastatel ikka suuremat kasutamist. Peale eelpool nimetatud võimaluste — igasuguste isoleerimistööde läbiviimiseks — tarvitatakse asfalti paismüüride tihendamiseks teda kuumalt pressides müüri sisse või täites müüritise vuugid 3÷5 cm sügavuselt erilise asfaltpastaga asfaldi ja asbesti segust.

Muldpaisudes kasutatakse asfalt-emulsiooni muldkeha kõvendamiseks ja kõik betoonehitiste osad kaitstakse asfaldikihiga. On ka juba tehtud katseid ehitada muldpaisudel terve tihendus-vahekiht (Dichtungskern) betooni asemel asfalt-mineraalsegust.

Kanalite ja jõgiehitiste juures on juba asfalti kasutatud suurel määral jõeäärte ja tammide seinte (Dammböschungen) katmiseks sarnaselt, nagu teda kasutatakse teedeehituseski.

Sadamate ja meriehitiste juures evib asfalt samuti suurt tähtsust nii ehitiste puit-, raud- ja betoonosade kaitses kui ka kaitsemuulide, tammide ja sadamamüüride tihendamises.

Viimasel ajal on hakatud suuremal määral ehitama asfaldiga ujumis-, jahutus- jne. basseine. Asfaltkatete kasutamisel on siinjuures järgmised paremused:

1) Asfaltkatet võib ehitada igasugusele alusele, kuigi see pole küllalt vastupidav ja peab kõvendatama killustikukihiga, mis tihendatakse asfaldiga.
2) Korralikult ehitatud asfaltkate on igal juhul ja pidevalt veetihe.
3) Oma elastsuse ja plastilisuse tõttu asfaltkate ei rebene aluspinna liikumisel.
4) Asfaltkate ehitatakse vuukideta.
5) Alusbetooni ei ole tarvis.

Tavaliselt kasutatakse valuasfaltkatteid 2,5 cm paksuselt väiksemate veesügavuste puhul (kuni 1,20 m) ja 4÷5 cm paksuselt suuremate veesügavuste puhul (üle 1,20 m). Alumiiniumpulbri sissehõõrumisega katte pealispinnale saavutatakse hele-valge pealispind.

Suuremate ehituste puhul, nagu kanalite tihendamisel asfaltkatetega, kasutatakse viimasel ajal juba erilisi masinaid nii segu laotamiseks kui ka tihendamiseks. Katete ehitusviisid on üldjoontes samasugused nagu teede katetel, s. o. asfaltbetoonid, valuasfaldid ja tihedad asfalt-makadamid. Kuna siin kate enam ei komprimeeru liiklemise mõjul ja ka parandused vee all on tülikad, tuleb katted kohe ehitamisel nii koostada ja tihestada. et soovitav tihedus oleks saavutatud.

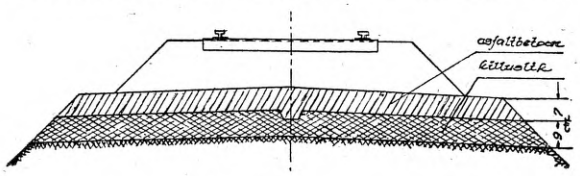
Raudteede ehitamisel on asfalti heade tagajärgedega kasutatud raudteetammide tihestamiseks iseäranis kohtades, kus alus-muldkeha koosneb pehmest savist või muust sellesarnasest materjalist, mis sissetungiva vee mõjul liiklemise all pehmub ja siis imbub üles rööbastiku kandekihti.

Tihedusasfaltkatted ehitatakse samadel printsiipidel kui teedekattedki, nimelt need peavad olema veetihedad asfaltbetoonkatted.

Aluseks ehitatakse tavaliselt 9 cm paksune killustikukiht 30÷55 mm jämedusest killustikust, mille paksusest $^2/_3$ täidetakse liivaga ja viimane kolmandik tihendatakse sõelmetega 15÷25 mm (ca 25 kg/m²). Asfaltkate ehitatakse 7 cm paks ja võimalikult kahes kihis (3+4 cm). Asfalti tarvitatakse 0,5÷1% rohkem, kui on tarvilik tühemete täitmiseks, mis omakorda võimaldab kergemat komprimeerimist kergete rullidega. Pealis-

pind pinnatakse asfaldiga (1 kg/m²) ja pealiskihi libisemise ärahoidmiseks kaetakse sõelmetega (15 kg/m²), mille terasus on 8÷12 mm. Väiksemate tööde puhul kasutatakse ka valuasfalt-killustiku immutamise meetodit, mis on soovitatav seal, kus ei ole lähedal asfaltbetooni masinaid.

Eelpooltooduga on antud mõned näpunäited asfaldi kasutamise võimalustest ehitustehnikas. Sellega ei ole aga veel kaugeltki loendatud kõik need



Joon. 20. Raudteetammi isoleerimine asfaltbetoonkattega.

võimalused, mida pakub asfaldi kasutamine igal ehitustehnilisel alal, sest leitakse ju igapäev jälle uusi meetodeid ja võimalusi selle aine kasutamiseks.

Aga just selle suure tähtsuse tõttu, mida asfalt evib igasuguste ehituste läbiviimisel, ja ta selliste funktsioonide tõttu, millest oleneb tihtigi suure ehitise püsivus ja vastupidavus, peab ta käitlemisel nõudma äärmist asjatundlikkust, hoolsust ja parimate omadustega materjale. Ka väiksemadki hooletused, olgu töö või materjali suhtes, võivad mõjutada kogu ehitise otstarbekust ja püsikust.

Asjatundlik töö kvalifitseeritud töölistega, asjatundlik ja intensiivne töö järelevalve ning olukordadele sobivate parimate materjalide kasutamine on eeltingimused korraliku ja püsika töö läbiviimiseks. Aga tarindusinsenergi peab juba projektimisel koostama projekti nii, et selles oleks arvestatud kõikide võimalustega korraliku töö läbiviimiseks.

A. TOSS: ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN VON ASPHALT IN DER BAUTECHNIK.

Verfasser gibt eine Übersicht über die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten von Asphalt in der Bautechnik. Als Strassendeckenbaumaterial findet Asphalt schon lange eine weitgehende Verwendung in Estland (im J. 1936 — 2.000 t). Ferner ist die Anwendung von Asphalt als Dachdeckungsmaterial weit verbreitet. Eine besondere Aufmerksamkeit ist aber auf die Anwendung von Asphalt als Isolation gegen Feuchtigkeit und Wasser zu richten. Zu letzterem Zwecke kann Asphalt heiss oder kalt (Emulsion) als Schutzschicht auf die einzelnen Bauteile aufgetragen werden oder man benutzt mit Asphalt getränkte Jute, auch kann mit Erfolg Gussasphalt angewandt werden. Die Anwendungsmethoden von Asphalt sind vom Verfasser durch eine Reihe von Beispielen aus dem Hoch- und Tiefbau erläutert. Zum Schluss weisst der Verfasser auf die Notwendigkeit einer sachgemässen Ausführung aus bestem Material hin, was schon beim Entwerfen der Bauten mit zu berücksichtigen ist.

Tööstuse mobilisatsiooni ettevalmistus.

Ins. K. Perler, IK. (Järg.)

Käitise suutuse kindlaksmääramise aluseid.

Et selgitada, kas mingisugune käitis on sobiv teatava sõjavarustuseseme valmistamiseks, koostatakse käitise suutuse mõõdupuu, mille aluseks on selle eseme valmistamiseks vajalikud tööoperatsioonid.

On neli peamist metalli töötlemise viisi: 1) sulatamine ja valamine, 2) vormi surumine või stantsimine, 3) lõikamine ühe või mitmeteralise riistaga ja 4) keevitamine. Neid peamisi töötlemisviise võib alaliigitella üksikasjalisemateks tehtlusteks ehk operatsioonideks, mille juures aga pikemalt siin peatuda ei ole tarvet. Igale metallist esemele antakse lõplik kuju ühe või mitme peamise töötlusviisi abil, vajades selleks ühte või mitmeid masinaid.

Üldiselt oleleb iga operatsiooni jaoks teatav kõige sündsam masinaliik või tüüp: lihvimiseks lihvimasin, treimiseks treipink jne. Mõnedeks operatsioonideks ei saa üldse kasutada teissuguseid masinatüüpe peale teatava ühe tüübi, kuid teissuguse suurusega sama tüübi masinaid saab sagedasti kasutada üheks ja samaks otstarbeks.

Järelikult, kui mingi töökoja masinate komplektiga on jõutud teatavate tagajärgedeni sõjaliste esemete valmistamisel, on saadud teatavad kogemused, võib neid kohaldada samalaadilistes töökodades või tehastes, mis on varustatud sama tüüpi masinate komplektiga, kuigi nende suurus ning töövõime võib olla eelmise omadest erinev. Võib olla, et ühe töökoja kogemused kohaldamisel teises kohas ei ole tululikult kõige paremad, kuid sõja esimestel kuudel, et rahuldada ettenähtavat varustise puudujääki, on mitmevõrra tähtsam varajane tootmise algus kui tootmise maksus. Kokkuhoidu tootmisel peab silmas peetama, kuid mitte varajase tootmise alguse kulul.

Sellest järgneb, et valitud valmistusviis võib olla mitte kõige parem, kuid tema tähtsus põhjeneb tegelikel valmistuse kogemustel. Pärastisel tootmisel võib ju välja jõuda nii arvuliselt kui tululiselt kõige otstarbekama valmistusviisini.

Kokku võttes: mobiliseeritavate ettevõtete ettevalmistuse aluseks olgu sõjaliste esemete valmistamisel tegelikult saadud kogemused, mida tuleb kasustada tähtsuse järjekorras: tootmise varajane algus, maksimaalne ettevõtte võimsusele vastav toodang ning tulusaim valmistamisviis.

Iga sõjaliselt vajaliku esemete kohta koostatakse töötlustehtluste loend, kus peale eseme nimetuse ja otstarbe märgendatakse ka valmistamiseks vajalikud masinad ja valmistatava üksuse peale vajaline masintundide arv.

Töötlustehtluste loendis tuleb iga operatsiooni kohta märgendada seda tööd teha suutev väikseim masin viimast iseloomustavate andmetega. Operatsioonide arusaadavamaks tegemiseks on vaja tuua ka eseme skits, mis kujutab eset operatsiooni lõpul. Iga operatsiooni kohta tuleb märgendada ka selle läbiviimiseks vajalike abinõude (mõõtmis- ja kinnitusriistade, kaliibrite, šabloonide, mat-

Tabel nr. 5. **Gaasikaitsemaski kurna kere töötlustehtluste loend**

Materjalid: Valge inglise plekk, $\delta = 0{,}5$ mm, jootmistina.

Nr. Nr.	Tehtlused	Skits	Masin	Masin-tunde üksuse peale	Tööabinõu joon. nr. nr.	Riistategija tunde ühe komplekti tööabin. valmistam.
1.	Pleki lõikamine ribadeks.	h=	Käärid, pleki meh., teralaius	0,001		
2.	Pleki seibideks stantsim.	∅	Ekstsenterpress Nmin =	0.0025		
3.	Kere surumine külmalt I operats.		Friktsioonpress, meh. surve = tõus =	0,0178		
4.	Kere surumine külmalt II operats.		Friktsioonpress, meh. surve = tõus =	0,0134		
5.	Äärte tagasikeeramine.		Treipink, tippudevahe = mm kõrgus = mm	0,0333		
6.	Ristsõela soonte tegemine.		Sikemasin, käsi- N min =	0,0182		
7.	Äärte mahalõikam.		Treipink, tippudevahe = kõrgus =	0,0333		
8.	Äärte mahasurumine.		Treipink, tippudevahe = kõrgus =	0,0333		
9.	Keresse aukude stantsim.		Käsispindelpress, ∅ = tõus =	0,0067		
10.	Augu äärte paenutamine I operats.		Käsispindelpress, ∅ = tõus =	0.0067		
11.	Augu äärte paenutamine. II operats.		Käsispindelpress, ∅ = tõus =	0.0067		
12.	Kruvitorude külgevaltsimine ühes k. t. äärte keeramisega		Treipink, tippudevahe = kõrgus =	0.0067		
13.	Kruvitorude külgesurumine keredele.		Käsispindelpress, ∅ = tõus =	0,025		
14.	Kruvitorude kurna kerede külge jootmine.		Käsitsi	0,067		

Tabel nr. 6. **G. K. maski kurna kruvitoru töötlustehtluste loend.**

Nr. Nr.	Tehtlused	Skits	Masin	Masin-tunde üksuse peale	Tööabinõu joon. nr. nr.	Riistategem. tunde ühe kompl. tööabin. peale
1.	Pleki lõikamine ribadeks	h =	Plekikäärid, meh.	0,001		
2.	Seibide stantsimine	∅ =	Press, ekstsenter-N min. =	0,0025		
3.	Kuju väljasurumine		Press, käsi-. spindel-, suur. ∅ = l =	0,0125		
4.	Vindi pealesurumine		Treipink, tippudekaugus = kõrgus =	0.0333		
5.	Äärte sirgekspaenutamine		Käsispindel-press, suur ∅ = l =	0,0025		
6.	Äärte tagasikeeram. I operats.		Treipink, tippudekaugus = kõrgus =	0,0333		
7.	Äärte tagasikeeram. II operats.		Treipink, tippudekaugus = kõrgus =	0,0333		
8.	Äärte lõikamine		Treipink, tippudekaugus = kõrgus =	0,0067		
9.	Kruvitoru aukude stantsimine jne.		Press, spindel-, käsi-,	0,0067		

Kokku 1 kompl. riistade teg. tunde.

riitside jne.) numbrid joonestiste kaustas, mis eseme tehtlusteloendile kaasa lisatakse, samuti ka abinõude ühe komplekti valmistamiseks vajalikud riistategija töötunnid.

Näitena on siin toodud gaasikaitsemaski kurna kere tehtlusteloend (tab. 5).

Ühesuguste masinate vajadused võetakse kokku ning tehakse kindlaks teatava eseme valmistamiseks vajalikud teatava masina masinatunnid, nagu on näidatud tabelis nr. 6. Nendest saadakse eseme valmistamiseks tarvilike tööabinõude komplekti tegemiseks vajalikud tööabinõudetegija töötunnid.

Tabel nr. 7.

Ese: Gaasikaitse maski kurna kere ja kruvitoru. Tehas: N Kuupäev

Masinad	Olemas				Rohkem (+) või vähem (—)			Märkmed
	Masintundide arv üksuse peale	Masinate arv	Üldine masintundide arv	Valmistab üksusi	Valmistab üksusi	Üldine masintundide arv	Masinate arv	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
1. Plekikäärid	0,002	1	600	300000	+293000	585	+ 0,977	
2. Press, ekstsenter- . .	0,0050	1	600	120000	+113000	565	+ 0,95	
3. Press, friktsioon- . .	0,0312	1	600	19250	+ 12250	382	+ 0,64	
4. Press, spindel-, käsi- .	0,0452	2	1200	26700	+ 19700	885	+1,45	
5. Treipingid, väiksed .	0,2132	2	1200	5630	— 1370	292	— 1/2	Tuleb muretseda
6. Sikemasin, käsi- . . .	0,0182	0	0	0	— 7000	127	— 1/5	„
7. Käsitsitöö tunde . . .	0,067	2 meest	600	8950	+ 1950	264	0	
8. Tööabin. tegijate töötunde	—"	„	—"	—"	—"	—"	—"	

Töötunde kahe vahetusega on kuus 600. Valmistusele tulev arv kuus on 7000. Vajalike tööabinõude tegemise tunde on „n". On olemas üks tööabinõudetegija — töötunde kuus 300. Töö algus materjalide kohaloleku puhul: $\frac{n \cdot 25}{300}$ päeva järele.

Puuduvate masinate muretsemine ei sünnita raskusi.

Käitise jõudluse mõõdupuu koostamise juhtnöörid.

Tabelis nr. 7 on masinad ja masintunnid üksuse peale märgitud lahtrites 1 ja 2. Kolmandas lahtris on märgitud suuruselt vähemalt nõutavale vastavate masinate arv. Neljandas lahtris on olelevate masinate võimalikud masintunnid kuu kohta, mis on ühe kuu töötundide — 600 — ja masinate arvu korrutis. Viiendas lahtris on käitise jõudlus, s. o. kuu jooksul valmistatavate esemete arv, mis saadakse neljanda lahtri andmete jagamise teel teise lahtri andmetega.

Võtame järelevaatusele N plekitööstuskäitise seadistu ning valmistame tema jaoks jõudluse tollipulga, nagu on tabelis nr. 7 näidatud. Selle järele on tal masinaid tabeli kolmandas lahtris näidatud arvul. Nende abil võib ettevõte valmistada gaasimaski kurni ühes kruvitoruga viiendas lahtris näidatud arvul. Kui ülesande aluseks võtta 7000 kurna valmistamise kuus, siis puudujääk on treipinkides ja käsi-sikemasinates. Kuuendas lahtris on näidatud palju olemasolevate masinatega on võimalik kurni valmistada rohkem või vähem nõutavast. Andmed selles on saadud 5. lahtri andmetest lahutades 7000. Seitsmendas lahtris on toodud liigsed või puuduvad masintunnid: teise lahtri andmete korrutis kuuenda lahtri omadega. Kaheksandas lahtris on toodud olelevate masinate ülejääk või vajak: seitsmenda lahtri andmed jagatud 600. Mis puutub treipingi ja käsi-sikemasina vajakuarvusse, siis nende muretsemine sisetulult töö ettevalmistuse ajajärgul ei tekita raskusi.

Töö algus oleneb tööabinõude komplekti valmistamiseks vajalikest riistategija töötundidest ja riistategijate arvust käitises. Need arvud tehakse kindlaks tabelite nr. 5, 6 ja 7 alusel.

Oletame, et 1) tööabinõudetegija töötunde vajatakse n, 2) töötunde ühes kuus on 300, 3) tööabinõude tegijaid on käitises üks. Säärasel juhusel kurnade valmistustöö võib alata $\frac{n \cdot 25}{300}$ päeva järele, kui on olemas valmistamiseks vajalik materjal.

(Järgneb.)

Kroonika.

EKS-i TEATED.

„Tehnika Ajakirja" 1938. a. keemia erinumbri (ilmub novembri kuu numbrina) valiti EKS'i juhatuse poolt mag. chem. A. Väärismaa, Tehnikaülikool, Tallinn, kelle poole pöörata kõigis erinumbriga seotud küsimusis.

EKS-ile saabus kutse võtta osa XVIII-dast tööstuskeemia kongressist, mis peetakse 22. sept. — 2. okt. s. a. Nancy's, Prantsusmaal. EKS-i juhatusel ei läinud korda organiseerida osavõttu Eesti poolt sellest kongressist.

KEEMIKUTE TEENISTUSALALINE LIIKUMINE.

EKS-i liige K. Veisberg lahkus Kartuliühingute liidu Rakvere piirituspuhastuse tehase juhataja kohalt, astudes teenistusse Maksudevalitsuse aktsiisibüroo laboratooriumi juhataja kohale Tallinnas.

EKS-i liige P. Lindvers muutis teenistuskohta A/S „Telliskivitehased" juures, siirdudes Aseri tehasest Kopli tehasesse.

EKS-i liige J. Pervik astus teenistusse Mõisaküla tööstuskooli juhataja kohale.

TELLIMISE HIND: aastas — Kr. 5.—, ½ aastas — Kr. 2.50. Välismaale 50% kallim. Üksiknumber 45 senti.
KUULUTUSTE HINNAD: 1 lehekülg 40 kr., ½ lk. 20 kr., ¼ lk. 10 kr. Kaantel ja tekstis 50% ja vastu teksti 25% kallim. Peatoimetaja dr. ins. **E. Leppik**, tel. 483-08. Vastutav toimetaja ins. **V. Vöölman**, tel. 483-04, 301-80.
Kaastoimetaja mag. chem. **A. Sossi**, tel. 415-60.
Väljaandja Eesti Inseneride Ühing.

Ilmus trükist 30. septembril 1938. a. Trükikoda J. Roosileht & Ko. Tallinnas, Lühike jalg 4.