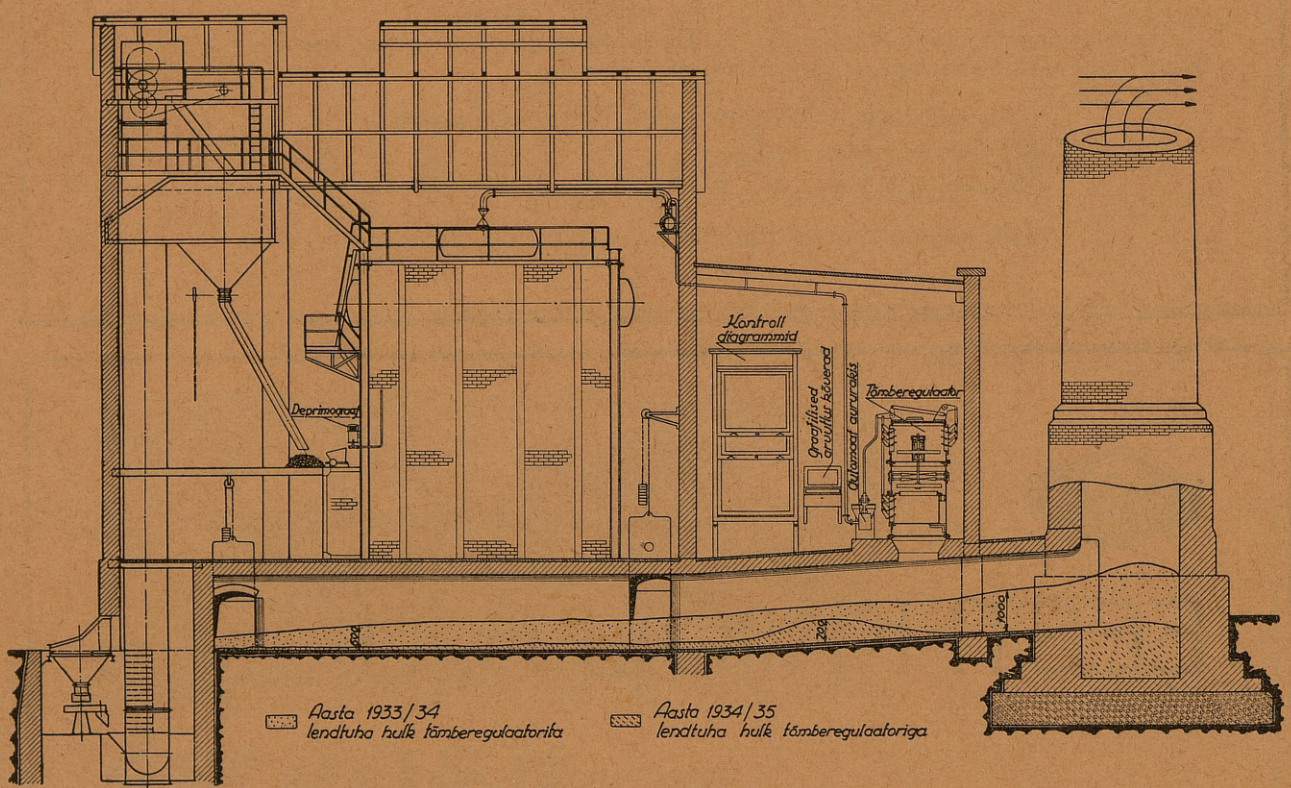
TEHNIKA AJAKIRI

EESTI INSENERIDE ÜHINGU
EESTI KEEMIKUTE SELTSI JA
INSENERIKOJA HÄÄLEKANDJA



Automaatne tõmbereguleerimine ja põlemiskontroll katlaseadmes (vt. art. lk. 144).

MAI/JUUNI 1940 **5/6** 19. AASTAKÄIK

EESTI INSENERIDE ÜHINGU VÄLJAANNE

K/K. ü. „Töökool"

Pärnu mnt. 28, tel. 462-56.

N. S. V. Liidu kirjanduse keskladu Eestis.

Soovitame suures valikus tehnilist kirjandust.

Meie lattu saabuvad järjekindlalt kõik uued raamatud.
1939. a. N. S. V. Liidu Kirjanduse Koda on registreerinud üle 30.000 uue raamatu.
Kui Teie soovite jälgida uusimat kirjandust, mis on ilmunud Teie erialal, teatage meile oma aadress ja Teid huvitav spetsiaalala. Meie informeerime Teid tasuta kõigist uus st raamatuist.

Tellimiste vastuvõtmine kõigile N. S. V. Liidu perioodilistele väljaannetele.
Eriti juhime Teie tähelepanu järgmistele ajakirjadele:

За торфяную индустрию,	12 №№	aastas,	hind	kr.	16.—
Отопление и вентиляция	,,	,,	,,	,,	,,	20.—
Теплосиловое хозяйство	,,	,,	,,	,,	,,	28.—
Топливное машиностроение	,,	,,	,,	,,	,,	32.—

EESTI KIVIÕLI A.-Ü.

Müügil MOOTORBENSIIN: kvaliteedilt tugevajõuline ja ökonoomne, asendamatu neis mootoreis, millised ei tööta korralikult mootor-petrooleumiga. Hind 20 senti kg franko sihtjaam ostja vaatides.

TEHASED: KIVIÕLIS, tel.: Sonda 15

MÜÜGIBÜROO: Tallinn, Pärnu m. 19, tel. 478-66

„ELIN“ A/G — WIEN: elektrijõujaamad, trafojaamad ja lülitusseadmed, mutaatorjaamad, täielikud jõuseadmed tööstustele, keevitusagregaadid.

„BAMAG-DESSAU“ — DESSAU: jõuülekande seadmed, võllid, laagrid, sidurid, elektromagneetilised masinad, elektrotalid ja vintsid.

END. HAENNI & CIE. — WIEN: manomeetrid, vedelikuseisumõõtjad, termomeetrid, hügromeetrid igaks otstarbeks.

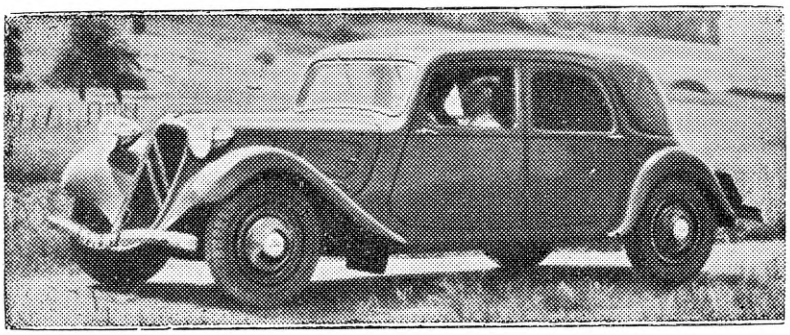
C. & E. FEIN — STUTTGART: elektrilised puurmasinad, vindilõikajad, kruvikeerajad, freeserid, lihvimismootorid, plekikäärid, haamrid, puutöötlusmasinad ja kivipuurid.

SCHIESS & DEFRIES A/G — DÜSSELDORF: tõstetalid, vintsid, kangid ja kraanad.

KARL WÖRWAG (end. FRISCHAUER) — **ASPERG:** roostekaitse-, metall-, betoon- jm. värvid ja lakid. Vedel-alumiinium „Frico“.

O-Ü. TILGA & Ko

Tallinn, Harju 23, tel. 467-98 ja 482-83.



CITROËN

prantsuse autokonstruktorite suurim saavutus

CITROËN-autode eriomaduseks on: Aerodünaamiline kuju ● Ruumikas auto sisemus ● Pikk telgede vahe ● Lai rataste vahe ● Väike auto omakaal ● Ideaalne raskuskeskpunkti asetus ● Sõltumatu ees- ja tagarataste vedrutus ● Eesrataste vedu ● Hüdraulilised pidurid ● Hüdraulilised amortisaatorid ● Käändvedrutus ● Teraskonstruktsioon-kere ● Neli ust ● Tuulekaitseklaas ja kõik aknad killunematust Securit-klaasist ● Erilised Michelin Pilote uudiskummid, mis eriti kurvidel on teekindlad ● Kütteseadeldis ● Ökonoomne, neljasilindriline, võimas mootor rippuvate klappidega ●

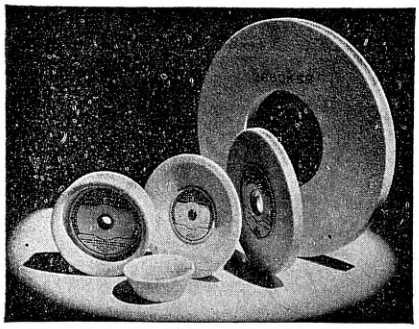
HINNALT ODAVAD, VASTUPIDAVUSES ÜLETAMATUD!

ESINDAJA **O.-Ü. „TARMO“**

TALLINN, Narva mnt. 6, kõnetr. 306-50.

OSAKONNAD: TARTUS, Gildi 14, RAKVERES, Pikk 5.

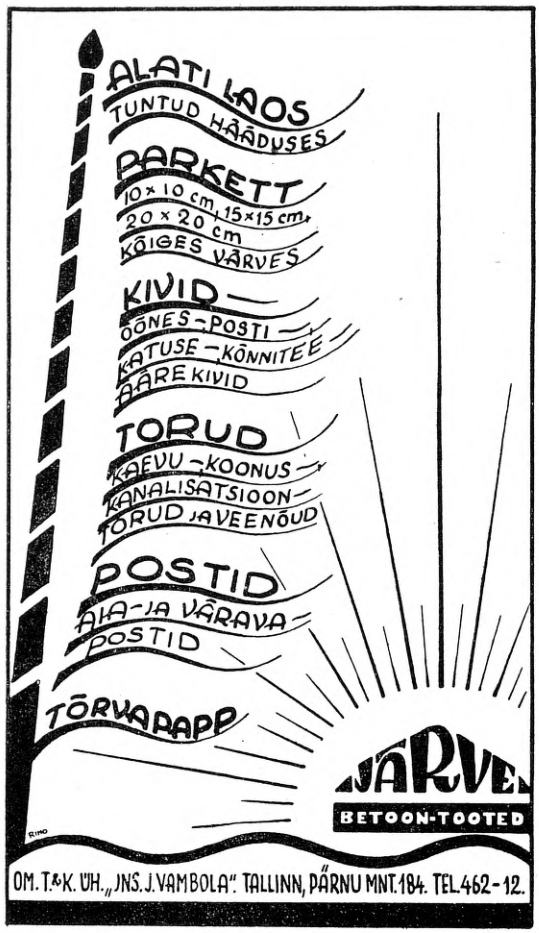
GEBR. BÖHLER & Co. A.-G.
Terased igasugused. BÖHLERIT plaadid ja tööriistad
ST. EGYDYER EISEN- und STAHL-INDUSTRIE GESELLSCH.
Terastraat. Trossid. Terastorud. Viilid. Terasvill jne.
CARL MAHR — MÕÕTMISRIISTAD.
DEUTSCHE NORTON GESELLSCHAFT M.B.H.
NORTON lihvkettad Alundum ja Crystolon igasugusteks lihvimisteks ja teritamisteks
INDIA ÕLIKIVID.
LANGBEIN-PFANHAUSER-WERKE A.-G.
Galvanitehnilised seadised ja tarbed.
KLÖCKNER & Co. Raud ja teras.



Lihvimistarbed ja tööriistad
TEHNILISTE KAUPADE LADU JA ESINDUSED
W. Greker
TALLINN, LAI 21.
TEL.: 437-94 ja 437-96

EHITUSMATERJALIDE LADU
A. P. MIETENS
MEREPUIESTEE 15, TEL. 306-46, 305-00

Kohale jõudnud
Rootsi šamott-telliskivid
Alati saadaval
KÕIK EHITUSMATERJALID (peale puidu), isoleer-roogplaadid „roliit", eterniit, tihendusained, terasmatid j. m.



Lahustajad, kasepuusüsi,
kasetohutõkat, bakeliitlakid,
bensiini fraktsioonid

Keemiatehas

„EESTI DESTILLAAT"

DAS REICH

die große deutsche Wochenzeitung

sieht die Welt
von hoher Warte

und gibt ein umfassendes Bild
deutschen Lebens und Wirkens

„DAS REICH" BRINGT AUF 32 SEITEN:

I. Überblick über das Weltgeschehen
In Leitaufsätzen, Erläuterungen und Glossen, in Rückblicken und Ausblicken mit zahlreichen Bildern und große Karten zeichnet es ein bis in die Einzelheiten verständliches Bild vom dramatischen Geschehen unserer Zeit

II. Blick in die politischen Kulissen
Die Gründe und Hintergründe der politischen Ereignisse und ihre Wirkungen werden untersucht und lebendig dargestellt

III. Zusammenhänge des Krieges mit den Augen von Fachleuten gesehen
Die Ereignisse auf den Kriegsschauplätzen werden von militärischen Sachverständigen erörtert und eingehend gewürdigt

IV. Briefe aus dem Reich
schildern die Lebensgesetze, Eigenarten und Verschiedenheiten der deutschen Landschaften

V. Briefe ins Reich
erzählen vom kleinen und vom großen Leben in Berlin, von den künstlerischen Ereignissen in dem großen politischen Geschehen

VI. Wichtiges aus Kultur und Literatur
Kulturelle Leistungen — von der Volkskunst bis zur großen Kunst — werden verständnisvoll gewertet

VII. Sorgfältige Untersuchung der Rohstoffmärkte
Wirtschaftsprobleme des Krieges, Wirtschaftsverhältnisse des Auslands, Handelsbeziehungen und Währungsfragen stehen Vordergrund der Betrachtungen

VIII. Unterhaltung und Mode für die Frau
Gute Erzählungen, Modisches Allerlei und wichtige Beiträge über die Stellung der Frau im Staat

IX. Plaudereien und Berichte vom Sport
Eine Um- und Ausschau auf das, was sich im Sport ereignet

Für 35 Sent überall zu haben

AZ 6 C

Saksa ajaleht

„Ostsee-Zeitung“

aastal 1860 asutatud „Revalsche Zeitung'i“ järglasena.

Ajaleht ilmub igal äripäeval ja levitatakse EESTIS, LÄTIS, SOOMES, SAKSAMAAL j. t. riikides.

Väljaandja: Tallinna Kirjastus-Ühisus
Toimetus ja talitus: Tallinn, Rataskaevu 12.

Telefonid:

Peatoimetaja	431-78.
Päevauudised ja sport	432-29.
Üldine osak. ja majandus	470-42.
Kunst ja kultuur	432-94.
Talitus	430-31.

Mispärast kolm võtet ühe asemel?

Paljud fotosõbrad pildistavad värvivõtetel üht ja sama motiivi kolm või isegi neli korda erinevate säritlusaegadega. Sel viisil püütakse saavutada, et värvifilmi väikese säritlustoimeala juures vähemalt üks võte oleks säritletud õieti. Hulga lihtsam on selles suhtes **ZEISS IKONI CONTAX III** omanikul. Sisseehitatud fotoelektriline särimõõdik näitab värvi- kui ka must-valge-foto jaoks õiget säritlusaega. Valgusjõulised **ZEISS SONNARID** 1:1,5 ja 1:2 sobivad tänu oma heledusjaotusele suurepäraselt värvifotodele

Meistrivõtteiks:

ZEISS IKON-kaamera
ZEISS-objektiiv
ZEISS IKON-film

PROSPEKTID SAADAVAL TASUTA

Lähemaid teateid annavad fotoärid ja

EESTI A-S. C. SIEGELI ZEISS-OSAKOND

Tallinn, Lai 29, telefon 419-87

TEHNIKA AJAKIRI

EESTI INSENERIDE ÜHINGU, EESTI KEEMIKUTE SELTSI JA INSENERIKOJA HÄÄLEKANDJA

Ilmub üks kord kuus

TOIMETUS ja TALITUS Tallinnas, Vene tän. 30, sissekäiguga Uus tän. nr. 19, kõnetraat 431-35.

Nr. 5/6 Mai/Juuni 1940 19. aastakäik

SISU: V. V.: Märgendusi III üleriigiliselt ehituspäevalt. — H. E. Riikoja: Aseühendus teletehnikas. — P. Volmer: Metallide kasutusea pikendusest korrosioonikaitse teel. — L. Jürgenson: Miks mitte neljakordsed aknaklaasid? — E. Leja: Asbest-tsementtorud. — J. Tammsaar: Korsten käitisinseneri huviobjektina. — Tehnika teated. — Kroonika.

INHALT: V. V.: Berichte von der III Bau-Tagung. — H. E. Riikoja: Eichleitungen in der Teletechnik. — P. Volmer: Korrosionschutz der Metalle. — L. Jürgenson: Über die Anwendung von drei- und vierfachen Fenstern. — E. Leja: Herstellung und Verwendung der Asbest-Zementröhren. — J. Tammsaar: Schornstein als Interessenobjekt des Betriebsingenieurs. — Technische Nachrichten. — Chronik.

Märgendusi III üleriigiliselt ehituspäevalt.

Ehitusasjanduse Ühingu poolt korraldati 28. mail k. a. Tallinnas III üleriigiline ehituspäev, kus refereerisid ins. E. Hansen teemal: „Hoonete küttesüsteemid ja nendest sõltuv küttematerjalide sääst", prof. L. Jürgenson: „Puidu säästust ehitistes" ja ehitusettevõtja A. Martin: „Ehitusturu korraldamise päevaprobleemidest".

Ins. E. Hansen selgitas oma referaadi alguses jooniste varal neid tingimusi, mis on vajalikud, et inimene tunneks end teda ümbritsevas ruumis mugavana. Sellest selgus, et mitte ainult ruumi õhutemperatuur pole oluline mugavustunde saamiseks, vaid peale õhutemperatuuri on sama oluline õhuniiskus, õhu liikumise kiirus, ümbritsevate seinte pinna temperatuurid jne. Referent leidis, et küttesüsteem tuleb valida vastavalt ruumide otstarbele, kasutamisviisile ja ehitusosade konstruktiivsele iseloomule. Üle minnes ahjude juurde, mainis referent nende kohta järgmisi peanõudeid:

1) ahju küttekolle tuleb välja arendada vastavalt küttematerjalile;

2) ahju soojatääravus olgu valitud sõltuvalt ruumi otstarbest, kasutamisviisist ja ruumi ümbritsevate ehitusosade soojustehnilistest omadustest;

3) ahju asukoht ruumis määratagu olenevalt ruumi kujust ja ruumi pindu moodustavate ehitusosade kaudu kulgevate soojakadude suurusest.

Referent juhtis veel tähelepanu sellele, et meie ahjude tõhutegur on keskmiselt kõigest 40÷50%, pliitide tõhutegur isegi vaid 30%. Laboratoorsed katsed on näidanud, et ahjude tõhuteguri saab tõsta isegi üle 90%.

Peatudes keskkütte abil ruumide kütmise probleemil, referent leidis, et tuleb rohkem rõhku panna nii küttesüsteemi valikule, selle otstarbekale ehitamisele, kui ka asjatundlikule kütmisele, silmas pidades sealjuures ka seda, et soojaülekanne küttepindadelt toimuks võimalikult takistusteta ja et katlad vastaksid valitud küttematerjalile.

Kokku võttes referent leiab, et küttematerjali sääst on võimalik ja et selleks tuleks peale ülalloetletud algnõuete täitmise teha järgmist:

1. Välja töötada meie olude ja küttematerjalide kohased ahju- ja pliiditüübid.

2. Konstrueerida ja tarvitusele võtta meie küttematerjalidele sobivad keskkütte-katlatüübid.

3. Valida ahjud ja muud küttekehad vastavalt ehitusiseloomule ja paigutada nad nii, et soojaülekanne oleks maksimaalne.

4. Isoleerida korralikult kõik kütteseadme osad, mille kaudu leiab aset kasutu soojakadu.

5. Olemasolevatel ahjudel, pliitidel, soemüüridel ja keskkütteseadmetel ette võtta järgmised korrastamistööd:

a) kontrollida ahjud kui ka muud kütteseadmed ja nende üksikosad nagu küttekolded, restid, uksed, siibrid, lõõrid, korstnad, isolatsioon jne. ja teha neile tarvilik remont;

b) vabastada küttekehade pinnad soojaülekande takistustest, tehes, näiteks, lahti kinnimüüritud ahjutagused õhuringvoolu võimaldamiseks, kõrvaldades tihedad radiaatorite katted jne.;

c) puhastada katlad kivist, korda seada katla armatuur ja vajaduse korral täiendada.

Lõpuks kandis referent ette andmeid välismaade kohta, kus küttesäästu alal on saavutatud suuri tulemusi ja on loodud vastavad sel alal tegutse-

vad asutused, leides, et meilgi küttesäästuprobleemi kiireks ja tõhusaks lahendamiseks tuleks luua vastav kontroll- ja nõuandeasutis.

Prof. L. Jürgenson, kõneldes puidusäästust ehitistes, käsitles peamiselt hoonete püstitamisel võimalikku puidusäästu, juhtides ühtlasi tähelepanu sellele, et peame puitu hoidma paberi- ja tarbepuiduks, samuti ka vahetuskaubaks teiste maadega. Tänavusest erakordsest aastast tingitud põletise puudujääki hinnatakse meil ümmarguselt ühele ja veerandile miljonile ruumimeetrile, samal ajal kui meie metsade normaalne raielank on kolm miljonit tihumeetrit aastas. Referent asus seisukohale, et meie elamute soojapidavus on madal ja et seda tuleks tõsta. Mis puutub seina soojajuhtivusse, siis tuleks seda alandada, ka kiviseinte puhul võiks soojajuhtivus olla 0,80 või isegi 0,60 kcal/m² h°C. Elamuaken peaks olema vähemalt niisama soojapidav kui kolmekordse klaasiga aken, mida võib ehitada kolmekordsete raamidega või tavaliste kahekordsete raamidega, kus teine raam on õhuvahega kahekordse klaasi vahel. Lõpuks juhtis referent tähelepanu sellele, et tõhusaimaks vahendiks puidusäästu saavutamiseks oleks sellekohane ulatuslikum selgitustöö. (Täielikum referaadi kokkuvõte on avaldatud TK nr. 6 — 1940. a.)

Järgnevalt refereeris Aleksander Martin „Ehitusturu päevaprobleemidest", esildades koosolijaile ettekande kokkuvõttena järgmised teesid:

1) Sõja ja blokaadi tõttu rahva varandus väheneb, erakapitalid hävinevad, seejuures aga ehituskulud suurenevad, tekitades olukorra, kus üksikisikute säästsummadest ei jätku elamute ehitamiseks. Tuleks organiseerida ehituskapitale laenufondide ja riikliku abistamise abil.

2) Mõnesuguste materjalide saamine on raskendatud. Raskelt saadavate või kallinenud materjalide tarvitamist tuleks piirata. Ehitusmäärusi ja ehitusviise peaks selles suunas muudetama.

3) Ehitustööde teostamisega seoses olevaid tööde väljaandmise tingimusi tuleks revideerida ja ajakohastada. Ehituste väljaandmisel seada kvaliteedinõue odavusest kõrgemale ja leida võimalusi asjatundmise ja soliidsuse hindamiseks.

4) Uutes olukordades leida teid ehitustegevuse korraldamiseks ja jätkamiseks.

5) Tööde teostamisel tööandjate ja tööliste vahekorrad tuleksid korraldada meie üldise palgataseme ja õigusest arusaamise kohaselt.

6) Paluda Teedeministeeriumi algatada puudutatud küsimuste, määruste ja seaduste revideerimist ja tarbekorral muutmist.

Referaatidele järgnesid läbirääkimised, milliseil kiideti ettekandeis väljendatud põhimõtted heaks ja avaldati soovi, et need leiaks kõige lähemas tulevikus üldkasulikku rakendust.

*

Ehituspäeva puhul oli veel kavas arh. J. Ostrat'i loeng teemal: **„Uued ehituslikud probleemid"** Riigi Ringhäälingus, mis ettenägemata takistuste tõttu tuli pidamisele alles 3. juunil. Toome ka sellest lühikese kokkuvõtte.

Referent juhtis alul tähelepanu sellele, et ehitustegevuses leiavad üha enam kasutamist uued ehitusmaterjalid ja nendest sõltuvad ehitusviisid ja ehituskonstruktsioonid. Peale tehniliste eemuste, mida nad võimaldavad, on nende leiutamise peamiseks tõukejõuks olnud tahe ehitada võimalikult odavalt ja kiiresti. Odavuse ja headuse mõisteid aga tihti ei saa ühendada.

Asudes soojustehnilise probleemi juurde, tõi referent kahe neljakordse, kahe kolmekordse ja kolme kahekordse elamu soojakadude kokkuvõtte, millest selgus, et ahju pandud põletise soojasisaldusest läheb keskmiselt kaduma kütteseadmes 50%, akende kaudu 17%, seinte kaudu 12%, lagede kaudu 11%, põrandate kaudu 5% ja ventilatsiooni kaudu 5%.

Referendi arvates on võimalik ja tarvilik tõsta esmajoones kütteseadme tõhutegurit. Pottkividest ahjudel oleks see võimalik järgmiselt: ahi varustatakse tavalisest väiksema restipinnaga, nimelt kuni $^1/_{50}$ küttekolde sisepinnast; küttekolle ehitatakse lehtrikujuline, et põletis põledes vajuks omal raskusel restile kokku; ahju minev õhk eelsoojendatakse, juhtides õhk kuuma ahjuukse kaudu resti alla; põlemisprotsessi ahjus soodustatakse eelsoojendatud lisaõhu abil; ahi ehitatakse jalgadele, kasutades seega soojenduspinnana ka ahju põhja; kuumad gaasid juhitakse esimese lõõri kaudu küttekolde alla; kuna ruumides laealune on põrandalähedusest tavaliselt kaunis tuntavalt soojem, siis selle vältimiseks ehitatakse säärased ahjud, mille alumine osa kuumeneb rohkem kui ülemine. Keskkütteseadme ehitamisel katsutakse samuti tõsta esmajoones katla tõhutegurit, vähendatakse soojakindlama isolatsioonikihiga torustike kaudu kaotsiminevat soojahulka jne.

Käsitledes akende probleemi, leidis referent, et siin tuleb arvestada peale puhtarhitektuurilise peamiselt kolme küsimust: tervishoiulist, valgustehnilist ja soojustehnilist. Tervishoiuliselt seisukohalt peaksid aknad olema võimalikult suuremad ja klaaside arv väiksem, kuna mitmekordne klaas ei lase tervishoiuliselt tarvilikke kiiri üldse läbi. Valgustehniliselt seisukohalt lähtudes tarvitab inimene mitmesuguste tööde jaoks erinevat valgustustugevust. Kuivõrd kahekordne aken valgustustugevust vähendab, selle kohta tõi referent vastava näite. Võttes välisvalgustuse tugevuseks 3000 luksi ja akna suhteks põrandapinnaga 1 : 8, saame ruumis töölaual 1 m kõrgusel põrandast ja 2 m kaugusel aknast 45-luksise valgustuse. Nagu näitavad meil toimetatud mõõtmised, vähendab kolmas aknaraam ühes klaasiga valgustustugevust ruumis ümmarguselt 22% võrra. Sel puhul saame töölaual mitte 45-, vaid 35-luksise valgustuse.

Ea 3072

Referent juhib tähelepanu sellele, et tõstes akende soojustehnilisi omadusi, tuleks arvestada esmajoones tervishoiulise ja valgustehnilise küljega ja ehitada kolmekordsed aknad ainult seal, kus need nõuded on täidetud, samuti inimeste poolt alaliselt mitte kasutatavais ruumes nagu trepikodades, klosettides, sahvrites, vannitubades jne.

Peatudes välisseinte ehitamisküsimusel, loetles referent need nõuded, millele välisseinad peavad vastama. Välisseinte konstrueerimisel tuleb arvestada mitte ainult soojaläbilaskvust ja staatilist tugevust, vaid ka paljusid muid asjaolusid. Ei ole ükskõik seinte konstrueerimise seisukohalt, kas hoone asub tuulte käes või tuulevarjus, niiskes või kuivas kohas, linnas või maal, kas hoones on ahiküte, soevesiküte, aurküte või õhkküte, kas ruume köetakse pidevalt või teatavate vaheaegade järele, kas ruume kasutatakse alaliselt või ainult üksikutel puhkudel, kas ruumides viibib vähe või palju inimesi, kas ruumides keedetakse, pestakse pesu ja tekitatakse muul viisil niiskust, kas ruumid on ette nähtud kasutamiseks inimestele, loomadele, taimede kasvatamiseks, saunadeks vmm. Vastavalt sellele loetelule ja muudele ülesseatud nõuetele määratakse kindlaks ehitatava seina tüüp. Mõnelt poolt väljendatud arvamus odava standardseinatüübi võimalusest ei pea sel põhjusel paika. Referendi arvates tuleks tõsta meie elamute seinte kui ka lagede ja põrandate soojustehnilisi omadusi.

Käsitades kõlaisolatsiooni probleemi, kriipsutas referent alla tuntud algtõde: mida raskem ehitusosa on, seda kõlakindlam ta on. Mitmekihilise seina ehitamisel tuleb silmas pidada, et kihid poleks seotud omavahel sidekivide, sideraudade, krohvitükkide, kõvade isoleeraineste jne. kaudu. Kõlakindlus sõltub veel ehitusosa tihedusest ja töö headusest.

Lõpuks seadis referent üles küsimuse: missugustele põhimõtetele baseerub uuemal ajal hoone ehitusosade konstrueerimine ja ehitamine? Referent leidis, et põhjapanevamad neist on kaks:

1) iga ehitiseosa peab olema konstrueeritud sääraselt, et oleksid välditud töö juures esineda võivad vead ja lohakus;

2) ehitamiseks tarvitatagu materjale, mille omadusi on võimalik juba enne ehitisse asetamist laboratoorsel teel kindlaks määrata ja normida.

Referent jõudis otsusele, et praegu on ehitusalane teadus sedavõrd edenenud, et nii üht kui teist üleskerkinud küsimust on suutelised lahendama ainult sellekohase eriharidusega isikud.

V. V.

Eesti Vabariigi Tallinna Tehnikaülikooli Ehitus- ja Mehaanikateaduskonnakogu otsusel ja rektori kinnitusel kuulutatakse vabaks

1) elektrotehnika (nõrkvoolu) professuur ja

2) arhitektuuri professuur.

Neile kohtadele kandideerijail tuleb pöörduda Tehnikaülikooli Ehitus- ja Mehaanikateaduskonna dekaani poole ülesandmissooviavaldusega, millele juurde lisatud kandidaadi curriculum vitae, kandidaadi teaduslikud tööd ja kandidaadi tööde nimekiri.

Kandidaatide ülesandmissooviavalduste sissseandmise viimaseks tähtpäevaks on

1. september 1940. a.

Prof. O. Martin,
Ehitus- ja Mehaanikateaduskonna Dekaan.

Eesti Vabariigi Tallinna Tehnikaülikooli Ehitus- ja Mehaanikateaduskonnakogu otsusel ja rektori kinnitusel kuulutan vabaks:

1) **Jõumajanduse ja soojusmajanduse professuuri,**

2) **Mehaanilise tehnoloogia professuurid I ja II,**

3) **Plahvatusmootorite, auto- ja lennuasjanduse professuuri.**

Neile kohtadele kandideerijail tuleb pöörduda Tehnikaülikooli Ehitus- ja Mehaanikateaduskonna dekaani poole ülesandmissooviavaldustega, millele juurde lisatud kandidaadi curriculum vitae, kandidaadi teaduslikud tööd ja kandidaadi tööde nimekiri.

Kandidaatide ülesandmissooviavalduste sisseandmise viimaseks tähtpäevaks on

1. september 1940. a.

Prof. O. Martin.
Ehitus- ja Mehaanikateaduskonna Dekaan.

Aseühendus teletehnikas.

Ins. Helm. E. Riikoja, IK.

Teletehnikas sageli esineb vajadust ülekandeühenduste asendamiseks kunstlike lülitustega. Niisugune vajadus tekib mitmesuguste laboratoorsete katsetamiste, ühenduste ülekande mõõtmiste jne. puhul. Selleks kasutatakse nn. aseühendusi. Vanimad aseühendused moodustati takistustest ja kondensaatoritest. Selleks ühendati ahelasse järjestikku nii suur takistus ja paralleelselt nii suur mahtuvus, kui suurt takistust ja mahtuvust evis mõõteühikuks kasutatav liin, nn. standardkaabel, s. o. kaabel, mis sisaldas ühes inglise miilis 20 inglise naela vaske. Kuigi niisuguste aseühenduste jaotuste kohta puuduvad otsesed andmed, lubavad kasutamiseeskirjad järeldada, et nende vähim ühik vastas elektriliste omaduste poolest maksimaalselt standardkaabli ühele miilile, mille takistus oli 88Ω ja mahtuvus 0,054 μF. Vastava lülitusseadise abil ühendati mainitud ühikuid nii palju järjestikku, et saavutati asendatava liini sumbumine. Sumbuvuse suurus avaldati [1]) standardkaabli miilide arvuga. Leiti, et võrdlusmeetodil mõõtes leitud miilide arv — eriti aparaadiga suletud lühemate liinide puhul — ei olnud proportsionaalne ühenduse pikkusele. See erinevus avaldati graafiliselt määratud „sulgemiskaotusega" teatavas miilide arvus vastavalt sulgemisolukorrale. Ameerika ja inglise teletehnikas on veel praegugi kasutamisel mõõtmine standardkaabliga. Teistes maades aga sünnib käesoleval ajal mõõtmistel ja muil katsudel ühenduste asendamine eelnimetatust erinevate kunstlike lülitustega, nn. aseühendustega (Eichleitung)[2]).

Literatuuris leidub mitmesuguseid andmeid ja arvutamisvalemeid aseühenduste koostamiseks. Sageli aga need valemid esinevad väga erineval kujul ning puuduvad selgitused nende koostamise aluste kohta. Arvestades aseühenduste suurt osatähtsust teletehnikas, on allolevas selgitatud nende teoreetilist alust, arvutusviise, kasutamist ja ehitusviise ja on toodud võrdlusi üksikute, literatuuris erinevail kujudel antud valemite kohta; lõppeks on antud mõningate aseühenduste andmeid sisaldav tabel.

Teatavasti nimetatakse kahe sisenemis- ja kahe väljumisnäpsi vahel olevat mingisugust seadet nelinäpsiks [3]) (Vierpol, četõrehpoljusnik). Tavalisimat nelinäpsi kujutab kahejuhtmeline teleühendus. Juhul kui sellise ühenduse elektrilised omadused ei sõltu pingest ega voolutugevusest, muutuvad viimased ühenduse pikkusel lineaarselt. Kui vool ja pinge muutuvad siinusseaduse järele, siis sissevõnkunud olukorras väljendavad seda muutuvust ühtlaste omadustega ühenduses järgmised esimese astme võrrandid:

$$\mathfrak{U}_a = \mathfrak{A}\mathfrak{U}_1 + \mathfrak{B}\mathfrak{J}_1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1.\ [4])$$

$$\mathfrak{J}_a = \mathfrak{A}\mathfrak{J}_1 + \mathfrak{C}\mathfrak{U}_1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2.$$

kus

$\mathfrak{U}_a$ = pinge algnäpsidel (V)
$\mathfrak{U}_1$ = „ lõppnäpsidel (V)
$\mathfrak{J}_a$ = voolutugevus algnäpsidel (A)
$\mathfrak{J}_1$ = „ lõppnäpsidel (A)

$$\mathfrak{A} = \mathfrak{Cof}\,\gamma l \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3.$$

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{Z}\,\mathfrak{Sin}\,\gamma l \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4.$$

$$\mathfrak{C} = \frac{1}{\mathfrak{Z}}\,\mathfrak{Sin}\,\gamma l \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5.$$

γ = lainelevimisetegur
l = ühenduse pikkus (km)
γl = lainelevimise määr
$\mathfrak{Z}$ = lainetakistus (Ω)

Suurused $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$ ja $\mathfrak{C}$ on omavahel järgmises seoses:

$$\mathfrak{A}^2 - \mathfrak{B}\mathfrak{C} = 1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 6.$$

Seega esineb tegelikult ainult kaks muutumatut suurust.

Nelinäpsi üksikelementide kaudu väljendatuna

$$\gamma = \sqrt{(R+i\omega L)(G+i\omega C)} = \beta + i\alpha \quad \ldots \quad 7.$$

ja

$$\mathfrak{Z} = \sqrt{\frac{R+i\omega L}{G+i\omega C}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 8.$$

kus

R = ühenduse ühe km takistus (Ω)
L = —do— induktiivsus (H)
C = —do— mahtuvus (F)
G = —do— isolatsiooni juhtivus (S)
$\omega = 2\pi f$ = ringsagedus
f = sagedus $\left(\frac{P}{s}\right)$
i = imaginaarsuse tunnus
β = ühenduse ühe km sumbuvus ehk sumbuvusetegur (neper)
$\beta l = b$ = sumbuvus (neper)
α = nurgategur

Nagu nähtub valemeist 7 ja 8 sõltuvad suurused γ ja $\mathfrak{Z}$ ja järelikult ka tegurid $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$ ja $\mathfrak{C}$ sagedusest.

Nelinäpsi all üldiselt tuleb mõista, nagu eespool on tähendatud, igasugust sisenevate ja väljuvate

---

[1]) Sakslastel kui ka venelastel on „Ausdruck" ja „võraženje" nii kõnes kui ka matemaatikas. Meie matemaatikud ei ole sellega leppinud: väljendada saavat ainult kõnes, aga matemaatikas avaldatakse, kuigi harilikus kõnes avaldama hoopis midagi muud tähendab. Käesolevas on jäetud „avaldama" kui ka „väljendama" kõrvu, nii kuidas autor neid on tarvitanud. J. R.

[2]) Võiks olla ka taatlusühendus; pealegi hiljem on Ersatzleitung ka nimetatud aselülituseks. Viimast võiks küll nimetada ka kõrvuslülituseks.

[3]) Näps = Klemme, zažim; näpits = Pinzette, štšiptšiki.

[4]) Vektorsuuruste kui ka hüperbool-funktsioonide tähistamiseks on kasutatud gooti tähti. Kuna loetletud literatuuris on kasutatud erisuguseid sümboleid, siis käesolevas kirjutises toodud valemite võrdlemisel literatuuris leiduvatega peetagu silmas, missugust sümbolit ühe või teise suuruse tähistamiseks on eri allikais kasutatud.

näpside vahel olevat seadet. Teletehnikas esinevaist nelinäpsidest võiks nimetada peale tähtsaima, s. o. teleühenduse, veel mitmeid kohalikke lülitusi nagu: võimendid, transformaatorid, ahelühendused jne. Nimetatuis esinevad elektrilised suurused R, L, C ja G on, vastandina teleühendusele kitsamas mõttes, koondatud teatavaisse piiratud ruumaladesse: nad esinevad koondatud poolide ja kondensaatorite kujul. Eeltoodud valemite kasutamisel kohalikes lülitusis esinevate nähtuste selgitamiseks tuleb suurus γl asendada suurusega g, mis väljendab tervikuna võetud kohaliku lülituse lainelevimise määra.

Oma koostiselt jagunevad nelinäpsid ühtlasteks ja ebaühtlasteks. Ühtlast nelinäpsi kujutab ühendus, mille elektrilised omadused kogu ta pikkusel on ühesugused, s. o. mistahes pikkuseühiku kohta need suurused on võrdsed vabalt valitud eri kohtades.

Praktikas esineb rida lülitusi, kus üksikud nelinäpsid on omavahel kokku lülitud. Niisugused nn. ebaühtlased nelinäpsid võivad koosneda üksikuist, teatavaid eemalasuvaid punkte ühendavaist teleülekande-ühendusist kui ka kohalikest lülitusist. Ebaühtlaste nelinäpside alg- ja lõppnäpside vahel tekivad samasugused nähtused kui pikkades tõelistes ühendusteski. Ebaühtlaste nelinäpside hulgas esineb ka niisuguseid, mis koosnevad ühesugustest osadest, kutsudes seega aste-astmelt esile samasuguseid elektriliste suuruste muutusi nagu tegelikud ühendusedki. Esineb aga ka selliseid, mis avaldavad ühesuguseid omadusi tegelike ühendustega ainult teatavais kohtades, näit. algnäpsidel.

Eeltodud ühtlase nelinäpsi kohta antud põhivalemid ja nende abil elektriliste suuruste muutuvuse määramine nelinäpsis on rakendatavad ka ebaühtlastes nelinäpsides esinevate nähtuste selgitamiseks.

Ebaühtlasist nelinäpsidest tüüpilisimatena võiks nimetada: isesuguste ühtlaste ühenduste kokkulülimisel saadud ühendused, kunstlikud ühendused nagu ahelühendus, aseühendus, võimendite tasakaal jne.

Igasuguse üksikuist osadest koosneva ebaühtlase nelinäpsi võime jagada osadeks, mis omaette on ühtlased. Seega eeltoodud võrrandid on iga osa kohta maksvad. Iga osa lõpul olevad pinge ja voolu väärtused on lineaarvõrrandite kaudu seotud vastavate väärtustega sama osa algul. Eri osade kohta kehtivais võrrandeis esinevad küll erisugused tegurid $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$ ja $\mathfrak{C}$, kuid võrrandid jäävad igal juhul esimeseastmelisteks. Järelikult ka igasuguse mistahes osadest koosneva liitlülituse alg- ja lõppnäpside vahel olevad pinge ja voolu väärtused on seotud esimese astme võrranditega. Eeldades, et liitnelinäpsi võrrandid sisaldavad neli muutumatut tegurit, eviksid need võrrandid järgmist kuju:

$$\mathfrak{U}_a=\mathfrak{A}_1\mathfrak{U}_1+\mathfrak{B}\mathfrak{J}_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 9.$$
$$\mathfrak{J}_a=\mathfrak{A}_2\mathfrak{J}_1+\mathfrak{C}\mathfrak{U}_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 10.$$

On võimalik tõestada, et ka kõige üldisemail juhtudel on nende tegurite vahel side olemas [5]).

Allolevas võtame vaatluse alla niisuguse erijuhu, kus nelinäps on keskkohast poolitamisi eraldatav kaheks elektriliselt võrdseks osaks. Niisugust nelinäpsi nimetatakse sümmeetriliseks.

Kui sümmeetrilisel nelinäpsil saatja ja vastuvõtja vastamisi ümber vahetada, siis lõppnäpsile ühendatud saatja saadaks nelinäpsisse pingega $\mathfrak{U}_a$ voolu $\mathfrak{J}_a$. Algnäpsidel olev vastuvõtja saaks pingega $\mathfrak{U}_1$ voolu $\mathfrak{J}_1$. Seega võrrandeis 9 ja 10 suurused $\mathfrak{U}_a$ ja $\mathfrak{U}_1$ vahetaksid omad kohad ja $\mathfrak{J}_a$ asemele tuleks $-\mathfrak{J}_1$ ning $\mathfrak{J}_1$ asemele $-\mathfrak{J}_a$. Nii saame:

$$\mathfrak{U}_1=\mathfrak{A}_1\mathfrak{U}_a-\mathfrak{B}\mathfrak{J}_a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 11.$$
$$-\mathfrak{J}_1=\mathfrak{A}_2\mathfrak{J}_a+\mathfrak{C}\mathfrak{U}_a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 12.$$

Pannes võrranditega 11 ja 12 saadud suurused võrrandeisse 9 ja 10 vastavalt asemele ja lugedes $\mathfrak{U}_a$ ja $\mathfrak{J}_a$ tegurid mõlema otsa suhtes võrdseiks, leiame, et $\mathfrak{A}_1$ ja $\mathfrak{A}_2$ peavad olema võrdsed:

$$\mathfrak{A}_1=\mathfrak{A}_2=\mathfrak{A}$$

Edasi leiame, et

$$\mathfrak{A}^2-\mathfrak{B}\mathfrak{C}=1$$

Järelikult keskkoha suhtes sümmeetrilises, muidu aga mistahtese koosseisuga nelinäpsi võrrandeis on muutumatute tegurite arv võrdne kahega, s. o. sama suur kui ühtlase nelinäpsi võrrandeis.

See järeldus annab väga tähtsa tulemuse. Nimelt võib keskkoha suhtes sümmeetrilist, muidu aga mistahtese koosseisuga nelinäpsi asendada teatava sageduse jaoks ühtlase nelinäpsiga, mis evib samad tegurid $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$ ja $\mathfrak{C}$ kui ebaühtlane nelinäps. Niisugust nelinäpsi nimetatakse ühtlaseks aselülituseks (gleichmässige Ersatzleitung) [6]).

Üht niisugust ühtlast aselülitust kujutavad ahelühendused. K. W. Wagner'i järele kannavad sellist nimetust lülitused, mis on moodustatud järjestikku lülitud omavahel sarnastest ja omaette sümmeetrilistest lülidest.

Olgu ahelühenduse ühe lüli lainelevimise määr g ja lainetakistus $\mathfrak{Z}$; siis on selle lüli alul oleva pinge $\mathfrak{U}_1$ ja voolu $\mathfrak{J}_1$ ning lõpul oleva pinge $\mathfrak{U}_2$ ja voolu $\mathfrak{J}_2$ vahel (võrrandite 1 . . . 5 kohaselt) järgmine side:

$$\mathfrak{U}_1=\mathfrak{U}_2\,\mathfrak{Cof}\,g+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_2\,\mathfrak{Sin}\,g \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13.$$
$$\mathfrak{J}_1=\mathfrak{J}_2\,\mathfrak{Cof}\,g+\frac{\mathfrak{U}_2}{\mathfrak{Z}}\,\mathfrak{Sin}\,g \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 14.$$

Kui selle lõppu lülida samasugune lüli ja tähistada viimase lõpul olevad suurused $\mathfrak{U}_3$ ja $\mathfrak{J}_3$, siis saame:

$$\mathfrak{U}_2=\mathfrak{U}_3\,\mathfrak{Cof}\,g+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Sin}\,g \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 15.$$
$$\mathfrak{J}_2=\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Cof}\,g+\frac{\mathfrak{U}_3}{\mathfrak{Z}}\,\mathfrak{Sin}\,g \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 16.$$

Asendades võrrandeis 13 ja 14 suurused $\mathfrak{U}_2$ ja $\mathfrak{J}_2$ võrrandite 15 ja 16 kaudu avaldatud väärtustega, saame:

---

[5]) F. Breisig, Theoretische Telegraphie, lk. 353. K. Buttler, Die Ausbreitung . . ., lk. 92.

[6]) Vt. alamärge 2.

$$\mathfrak{U}_1=(\mathfrak{U}_3\,\mathfrak{Cof}\,g+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Sin}\,g).\,\mathfrak{Cof}\,g+\mathfrak{Z}(\mathfrak{J}_3\mathfrak{Cof}\,g+\frac{\mathfrak{U}_3}{\mathfrak{Z}}\mathfrak{Sin}\,g)\,.\,\mathfrak{Sin}\,g$$

$$\mathfrak{J}_1=(\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Cof}\,g+\frac{\mathfrak{U}_3}{\mathfrak{Z}}\mathfrak{Sin}\,g).\,\mathfrak{Cof}\,g+\frac{1}{\mathfrak{Z}}(\mathfrak{U}_3\mathfrak{Cof}\,g+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Sin}\,g)\,.\,\mathfrak{Sin}\,g$$

$$\mathfrak{U}_1=\mathfrak{U}_3\,\mathfrak{Cof}^2g+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Sin}\,g\,.\,\mathfrak{Cof}\,g+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Sin}\,g\,.\,\mathfrak{Cof}\,g+\mathfrak{U}_3\mathfrak{Sin}^2\,g$$

$$\mathfrak{J}_1=\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Cof}^2\,g+\frac{\mathfrak{U}_3}{\mathfrak{Z}}\,\mathfrak{Sin}\,\,g\,.\,\mathfrak{Cof}\,g+\frac{\mathfrak{U}_3}{\mathfrak{Z}}\mathfrak{Sin}\,g\,.\,\mathfrak{Cof}\,g+\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Sin}^2\,g$$

$$\mathfrak{U}_1=\mathfrak{U}_3(\mathfrak{Cof}^2\,g+\mathfrak{Sin}^2\,g)+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_3\,2\mathfrak{Sin}\,g\,.\,\mathfrak{Cof}\,g$$

$$\mathfrak{J}_1=\mathfrak{J}_3(\mathfrak{Cof}^2\,g+\mathfrak{Sin}^2\,g)+\frac{\mathfrak{U}_3}{\mathfrak{Z}}\,2\mathfrak{Sin}\,g\,.\,\mathfrak{Cof}\,g$$

Kuna hüperbool-funktsioonidest on teada, et

$$\mathfrak{Cof}^2\,g+\mathfrak{Sin}^2\,g=\mathfrak{Cof}\,2g$$

ja

$$2\,\mathfrak{Sin}\,g\,.\,\mathfrak{Cof}\,g=\mathfrak{Sin}\,2g,$$

saame

$$\mathfrak{U}_1=\mathfrak{U}_1\,\mathfrak{Cof}\,2g+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Sin}\,2g\quad\ldots\ldots\quad 17.$$

$$\mathfrak{J}_1=\mathfrak{J}_3\,\mathfrak{Cof}\,2g+\frac{\mathfrak{U}_3}{\mathfrak{Z}}\mathfrak{Sin}\,2g\quad\ldots\ldots\quad 18.$$

Leitud võrrandid 17 ja 18 on sarnased võrrandeile 15 ja 16; ainult esineb nüüd argumendis g asemel 2g. Lülides juurde veel kolmanda või neljanda lüli saaksime analoogiliselt eelmisele tuletusele argumendi 3g või 4g. Üldiseks tõestuseks tuleks eeldada, et n−1 lülist koosneva ühenduse võrrandsüsteem on määratud lainetakistusega $\mathfrak{Z}$ ja argumendiga (n−1)g. Kui sellele ühendusele on juurde lülitud veel üks lüli, peab argumendina esinema ng. Selle tõestuse läbiviimine analoogiliselt eeltoodule on väga lihtne.

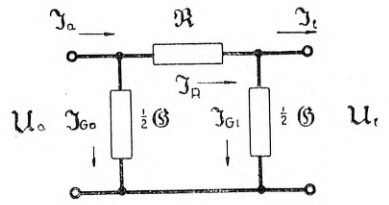
Ühendus, mis koosneb n ühesugusest ja omaette sümmeetrilisest lülist, on seega iga sageduse kohta iseloomustatav kahe muutumatu teguriga. Selle ühenduse lainetakistus võrdub üksiku lüli lainetakistusega, kuna pinge ja voolu muutuvust väljendavais valemeis esineb argumendina trigonomeetrilistes, hüperbool- või eksponentsiaalfunktsioonides (vastavalt sellele, mis funktsiooni kaudu muutuvad suurused on avaldatud) üksikule lülile vastava argumendi n-kordne.

Pinge ja voolu muutuvust n lülist koosneva ahelühenduse alg- ja lõppnäpside vahel väljendab seega järgnev võrrandite paar:

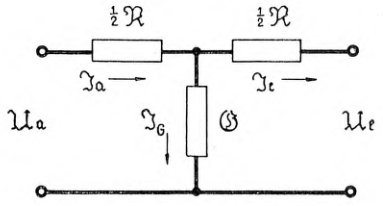
$$\mathfrak{U}_a=\mathfrak{U}_1\,\mathfrak{Cof}\,ng+\mathfrak{Z}\mathfrak{J}_1\,\mathfrak{Sin}\,ng\quad\ldots\ldots\quad 19.$$

$$\mathfrak{J}_a=\mathfrak{J}_1\,\mathfrak{Cof}\,ng+\frac{\mathfrak{U}_1}{\mathfrak{Z}}\mathfrak{Sin}\,ng\quad\ldots\ldots\quad 20.$$

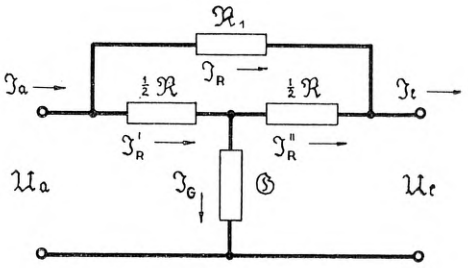
Teletehnikas leiavad ahelühendused väga laialdast kasutamist. Tüüpilisimaiks ahelühendusiks tuleb pidada filtreid, mis leiavad peamist rakendust kandevoolu-teleseadmeis üksikute kõnepaelte eraldamiseks, samuti võimendite juures võimenduskõvera sobitamisel ühenduste sumbuvuskõveraga, ka mõõtmiste juures kõne- ja kõrgsagedusvooludega — mõõtmisvoolu puhastamiseks kõrgemaist harmoonilisist — jne.; vähemal määral telefoniaparaatides ja -keskjaamades. Ahelühendust kujutavad endast ka pupiniseeritud ühendused ja aseühenduse nime all tuntud kunstlikud lülitused. Ahelühenduse lüli moodustamiseks on tarvitusel kuus lülitusviisi: π-lülitus (joon. 1), T-lülitus (joon. 2) ja sild- ehk Γ-lülitus (joon. 3).



Joon. 1.

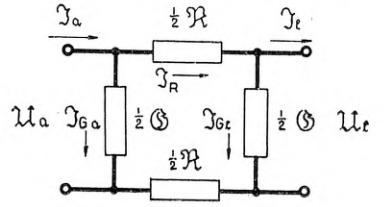


Joon. 2.

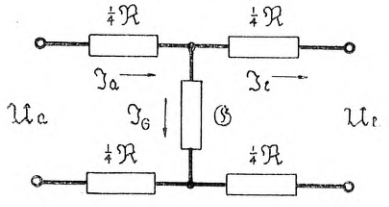


Joon. 3.

Kui on nõutav juhtmetevahelise sümmeetria alalhoidmine, kasutatakse nn. nelinurk- ehk □-lülitust (joon. 4), H-lülitust (joon. 5) või sümmeetrilist sildlülitust ehk ⧖-lülitust (joon. 6).

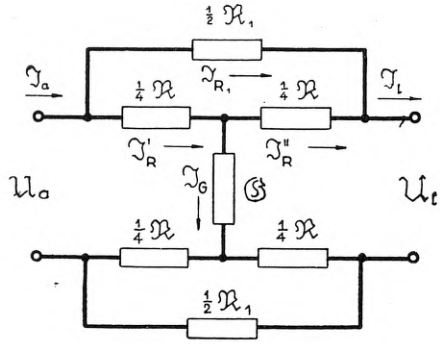


Joon. 4.



Joon. 5.

Nimetusi Γ- ja ⧖- lülitus on siin esmakordselt tarvitatud, kuna nende jaoks literatuuris ei leidu märknimetusi. Need kreekakeelsed tähed (gamma ja ksi) olen valinud nende lülituste skeemide ligi-



Joon. 6.

kaudse sarnasuse tõttu nende tähtedega. On ju literatuuris üldiselt tarvitatavad nimetused π-, T- ja H-lülitus samuti antud nende lülituste skeemide (küll silmatorkavama) sarnasuse tõttu vastavatele tähtedele.

Jooniseil 1 . . . 6 kujutavad $\mathfrak{R}$ ja $\mathfrak{R}_1$ järjestikku harudesse lülitud komplekstakistusi ja $\mathfrak{G}$ paralleelharu kompleksjuhtivust.

π- ja $\square$-lülitused on literatuuris tuntud ka esimese liigi ahelühenduse, T- ja H- lülitused teise liigi ahelühenduse ja Γ- ja $\exists$-lülitused sildlülitus-ahelühenduse nimetuse all.

Nüüd leiame võrrandid, mis seovad elektrilisi suurusi ahellüli alg- ja lõppnäpsidel. Esimese liigi ahellüli kohta (π-lülitus, joon. 1, ja $\square$-lülitus, joon. 4) saame:

$$\mathfrak{U}_a=\mathfrak{U}_1+\mathfrak{R}\left(\mathfrak{J}_1+\frac{\mathfrak{G}}{2}\mathfrak{U}_1\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 21.$$

$$\mathfrak{J}_a=\mathfrak{J}_1+\frac{\mathfrak{G}}{2}\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{G}}{2}\mathfrak{U}_a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 22.$$

Võtnud samased liikmed kokku ja asendanud võrrandis 22 $\mathfrak{U}_a$ tema jaoks võrrandist 21 leitud avaldisega, saame:

$$\mathfrak{U}_a=\mathfrak{U}_1\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)+\mathfrak{J}_1\mathfrak{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 23.$$

$$\mathfrak{J}_a=\mathfrak{J}_1\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)+\mathfrak{U}_1\,.\,\mathfrak{G}\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{4}\right) . \quad 24.$$

Nagu näeme, on leitud võrrandid 23 ja 24 sarnased võrranditega 1 ja 2, kusjuures

$$\mathfrak{A}=\mathfrak{Cof}\,g=1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 25.$$

$$\mathfrak{B}=\mathfrak{Z}\,\mathfrak{Sin}\,g=\mathfrak{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 26.$$

$$\mathfrak{C}=\frac{1}{\mathfrak{Z}}\,\mathfrak{Sin}\,g=\mathfrak{G}\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{4}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 27.$$

Kontrolliks

$$\mathfrak{A}^2-\mathfrak{B}\mathfrak{C}=\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)^2-\mathfrak{R}\mathfrak{G}\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{4}\right)=$$

$$=1+\mathfrak{R}\mathfrak{G}+\frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}^2}{4}-\mathfrak{R}\mathfrak{G}-\frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}^2}{4}=1.$$

Järelikult esimese liigi ahellülis

$$\mathfrak{Cof}\,g=1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 28.$$

$$\mathfrak{Z}=\sqrt{\frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{G}}\cdot\frac{1}{1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{4}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 29.$$

Valem 29 on saadud jagades võrrand 26 võrrandiga 27 ja jagatisest võttes ruutjuur.

Viies läbi analoogiline arvutus teise liigi ahellüli jaoks (T-lülitus, joon. 2 ja H-lülitus, joon. 5), leiame:

$$\mathfrak{U}_a=\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}\mathfrak{J}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}\mathfrak{J}_a$$

$$\mathfrak{J}_a=\mathfrak{J}_1+\mathfrak{G}\left(\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}\mathfrak{J}_1\right)$$

$$\mathfrak{U}_a=\mathfrak{U}_1\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)+\mathfrak{J}_1\mathfrak{R}\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{4}\right)$$

$$\mathfrak{J}_a=\mathfrak{J}_1\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)+\mathfrak{U}_1\mathfrak{G}$$

$$\mathfrak{Cof}\,g=1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 30.$$

$$\mathfrak{Z}=\sqrt{\frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{G}}\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{4}\right)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 31.$$

Sildlülituse (joon. 3 ja 6) jaoks saame:

$$\mathfrak{J}_a=\mathfrak{J}_R'+\mathfrak{J}_{R_1}=\mathfrak{J}_G+\mathfrak{J}_R''+\mathfrak{J}_{R_1}$$
$$=\mathfrak{J}_G+\mathfrak{J}_R''+\mathfrak{J}_1-\mathfrak{J}_R''=\mathfrak{J}_G+\mathfrak{J}_1$$
$$=\mathfrak{G}\left(\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}\mathfrak{J}_R''\right)+\mathfrak{J}_1$$

Kuna

$$\mathfrak{J}_R''=\mathfrak{J}_1-\mathfrak{J}_{R_1}=\mathfrak{J}_1-\frac{\mathfrak{U}_a-\mathfrak{U}_1}{\mathfrak{R}_1},$$

siis

$$\mathfrak{J}_a=\mathfrak{J}_1+\mathfrak{G}\left[\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}\left(\mathfrak{J}_1-\frac{\mathfrak{U}_a-\mathfrak{U}_1}{\mathfrak{R}_1}\right)\right]=$$

$$=\mathfrak{J}_1+\mathfrak{G}\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\mathfrak{J}_1-\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\mathfrak{U}_a+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\mathfrak{U}_1=$$

$$=\left(1+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)\mathfrak{J}_1+\left(\mathfrak{G}+\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\right)\mathfrak{U}_1-\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\mathfrak{U}_a \quad . \quad 32.$$

$$\mathfrak{U}_a=\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}\mathfrak{J}_R'+\frac{\mathfrak{R}}{2}\mathfrak{J}_R''$$

$$=\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}(\mathfrak{J}_R'+\mathfrak{J}_R'')$$

$$=\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}(\mathfrak{J}_a-\mathfrak{J}_{R_1}+\mathfrak{J}_1-\mathfrak{J}_{R_1})$$

$$=\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}(\mathfrak{J}_a+\mathfrak{J}_1-2\mathfrak{J}_{R_1})$$

$$=\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}\left(\mathfrak{J}_a+\mathfrak{J}_1-2\frac{\mathfrak{U}_a-\mathfrak{U}_1}{\mathfrak{R}_1}\right)$$

$$=\mathfrak{U}_1+\frac{\mathfrak{R}}{2}\mathfrak{J}_a+\frac{\mathfrak{R}}{2}\mathfrak{J}_1-\frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}_1}\mathfrak{U}_a+\frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{R}_1}\mathfrak{U}_1$$

Siit

$$2\mathfrak{R}_1\mathfrak{U}_a = 2\mathfrak{R}_1\mathfrak{U}_1 + \mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{J}_a + \mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{J}_1 - 2\mathfrak{R}\mathfrak{U}_a + 2\mathfrak{R}\mathfrak{U}_1$$

$$(2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R})\mathfrak{U}_a = (2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R})\mathfrak{U}_1 + \mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{J}_a + \mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{J}_1$$

$$\mathfrak{U}_a = \mathfrak{U}_1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\mathfrak{J}_1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\mathfrak{J}_a \quad 33.$$

Pannes see väärtus vastavalt asemele võrrandisse 32, saame:

$$\mathfrak{J}_a = \left(1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)\mathfrak{J}_1 + \left(\mathfrak{G} + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\right)\mathfrak{U}_1 - \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\cdot\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\mathfrak{J}_a - \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\cdot\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\mathfrak{J}_1$$

Siit

$$\left(1 + \frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}\right)\mathfrak{J}_a = \left(1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2} - \frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}\right)\mathfrak{J}_1 + \mathfrak{G}\mathfrak{U}_1$$

$$\mathfrak{J}_a = \frac{1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2} - \frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}}{1 + \frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}}\mathfrak{J}_1 + \frac{\mathfrak{G}}{1 + \frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}} =$$

$$= \frac{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + 2\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G} + 2\mathfrak{R}^2\mathfrak{G} - \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}\mathfrak{J}_1 + \frac{\mathfrak{G}(4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R})}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}\mathfrak{U}_1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 34.$$

Pannes võrrandis 32 leitud $\mathfrak{J}_a$ väärtus vastavalt asemele võrrandisse 33, saame:

$$\mathfrak{U}_a = \mathfrak{U}_1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\mathfrak{J}_1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\left(1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)\mathfrak{J}_1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\left(\mathfrak{G} + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\right)\mathfrak{U}_1 - \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\cdot\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2\mathfrak{R}_1}\mathfrak{U}_a$$

$$\left(1 + \frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}\right)\mathfrak{U}_a = \left[1 + \frac{\mathfrak{R}(2\mathfrak{R}_1\mathfrak{G} + \mathfrak{R}\mathfrak{G})}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}\right]\mathfrak{U}_1 + \left[\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\left(2 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)\right]\mathfrak{J}_1$$

$$\mathfrak{U}_a = \frac{1 + \frac{\mathfrak{R}(2\mathfrak{R}_1\mathfrak{G} + \mathfrak{R}\mathfrak{G})}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}}{2 + \frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}}\mathfrak{U}_1 + \frac{\frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1}{2\mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}}\left(2 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{G}}{2}\right)}{1 + \frac{\mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}}}\mathfrak{J}_1$$

$$= \frac{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + 2\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}\mathfrak{U}_1 + \frac{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}^2\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}}\mathfrak{J}_1 \quad \ldots\ldots\ldots \quad 35$$

Võrrandeist 34 ja 35 saame lõplikult

$$\mathfrak{U}_a = \left(1 + \frac{2\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}\right)\mathfrak{U}_1 + \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1(4 + \mathfrak{R}\mathfrak{G})}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}\mathfrak{J}_1 \quad 36$$

$$\mathfrak{J}_a = \left(1 + \frac{2\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}\right)\mathfrak{J}_1 + \frac{4\mathfrak{G}(\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R})}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}\mathfrak{U}_1 \quad 37$$

Võrrandid 36 ja 37 jällegi on sarnased võrrandeile 1 ja 2, kusjuures

$$\mathfrak{A} = \mathfrak{Cof}\, g = 1 + \frac{2\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}} \quad \ldots \quad 38$$

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{Z}\,\mathfrak{Sin}\, g = \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1(4 + \mathfrak{R}\mathfrak{G})}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}$$

$$\mathfrak{C} = \frac{1}{\mathfrak{Z}}\,\mathfrak{Sin}\, g = \frac{4\mathfrak{G}(\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R})}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}}$$

$$\mathfrak{A}^2 - \mathfrak{B}\mathfrak{C} = 1 + \frac{4\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}}{4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G}} + \frac{(2\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G})^2}{(4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G})^2} - \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1(4 + \mathfrak{R}\mathfrak{G})4\mathfrak{G}(\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R})}{(4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R} + \mathfrak{R}^2\mathfrak{G})^2} =$$

$$= 1 + \frac{4\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}\cdot 4\mathfrak{R}_1 + 4\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}\cdot 4\mathfrak{R} + 4\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}\cdot\mathfrak{R}^2\mathfrak{G} - 4\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\cdot 4\mathfrak{R}_1\mathfrak{G} - 4\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\cdot 4\mathfrak{R}\mathfrak{G} - \mathfrak{R}^2\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}\cdot 4\mathfrak{G}\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}^2\mathfrak{R}_1\mathfrak{G}\cdot 4\mathfrak{G}\mathfrak{R}}{} = 1$$

$$\frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{C}} = \mathfrak{Z}^2 = \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1(4 + \mathfrak{R}\mathfrak{G})}{4\mathfrak{G}(\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R})}$$

Kui sildlülituses nelinäpsi osad valida, nii et

$$\left(\frac{\mathfrak{R}}{2}\right)^2 = \frac{\mathfrak{R}_1}{\mathfrak{G}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 39$$

kust

$$\mathfrak{G} = \frac{4\mathfrak{R}_1}{\mathfrak{R}^2}$$

siis

$$\mathfrak{Z}^2 = \frac{\mathfrak{R}\mathfrak{R}_1\left(4 + \mathfrak{R}\frac{4\mathfrak{R}_1}{\mathfrak{R}^2}\right)}{4\cdot\frac{4\mathfrak{R}_1}{\mathfrak{R}^2}(\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R})} = \frac{\mathfrak{R}_1(4\mathfrak{R} + 4\mathfrak{R}_1)}{\frac{4\mathfrak{R}_1}{\mathfrak{R}^2}(4\mathfrak{R} + 4\mathfrak{R}_1)} = \left(\frac{\mathfrak{R}}{2}\right)^2$$

Seega niisugusel juhul

$$\mathfrak{Z} = \frac{\mathfrak{R}}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 40$$

Kui on täidetud 39. võrrandis antud tingimus, siis sildlülitus-ahellüli lainetakistus võrdub haru $\frac{\mathfrak{R}}{2}$ takistusega. Võttes $\frac{\mathfrak{R}}{2}$ puht-oomiline takistus, siis ka sildlülitus-ahellüli lainetakistus on puht-oomiline ja sõltumatu sagedusest. See sildlülitus-ahellüli eriomadus leiab väga mitmekülgset kasutamist, näit. võimendite võimenduskõvera ühtlustamiseks

ühenduse sumbuvuskõveraga kasutatavais ühtlustuslülitusis, reguleeritavais aseühendusis jne.

Hüperbool-funktsioonidest on teada, et

$$\mathfrak{Cof}\, g = \mathfrak{Cof}^2 \frac{g}{2} + \mathfrak{Sin}^2 \frac{g}{2}$$

$$1 = \mathfrak{Cof}^2 \frac{g}{2} - \mathfrak{Sin}^2 \frac{g}{2}$$

Lahutades esimesest võrrandist teise, saame

$$\mathfrak{Cof}\, g - 1 = 2\mathfrak{Sin}^2 \frac{g}{2}$$

Seega võime kirjutada esimese ja teise liigi ahellüli kohta

$$2\mathfrak{Sin}^2 \frac{g}{2} = \frac{\Re\mathfrak{G}}{2} \quad \ldots\ldots\ldots 41$$

$$2\mathfrak{Sin}^2 \frac{g}{2} = \sqrt{\Re\mathfrak{G}}$$

ja sildlülitus-ahellüli kohta

$$2\mathfrak{Sin}\, \frac{g}{2} = 2\sqrt{\frac{\Re\Re_1\mathfrak{G}}{4\Re_1 + 4\Re + \Re^2\mathfrak{G}}} \quad \ldots 42$$

Eestpoolt on teada, et g, mis vastab ühtlase teleühenduse lainelevimise määrale γl, on komplekssuurus. Ka suurused $\sqrt{\Re\mathfrak{G}}$ ja $2\sqrt{\frac{\Re\Re_1\mathfrak{G}}{4\Re_1 + 4\Re + \Re^2\mathfrak{G}}}$ kujutavad komplekstakistusi; sellepärast võime need suurused lahutada reaal- ja imaginaarosadeks:

$$2\mathfrak{Sin}\frac{g}{2} = 2\mathfrak{Sin}\frac{ia+b}{2} = ia_1 + b_1 \quad \ldots 43$$

Siin a_1 ja b_1 on määratud $\Re$, $\Re_1$ ja $\mathfrak{G}$ kaudu. Nende sõltuvus suurustest a ja b sõltub sagedusest. Leiame imaginaarosa teguri a_1 ja reaalosa teguri b_1 väärtused.

$$ia_1 + b_1 = 2\mathfrak{Sin}\,\frac{ia+b}{2}$$

Hüperboolsiinuse definitsiooni järgi kirjutades saame

$$ia_1 + b_1 = 2\left(\frac{e^{\frac{ia+b}{2}} - e^{-\frac{ia+b}{2}}}{2}\right)$$

$$= e^{\frac{ia+b}{2}} - e^{-\frac{ia+b}{2}}$$

$$= e^{\frac{ia}{2}} \cdot e^{\frac{b}{2}} - e^{-\frac{ia}{2}} \cdot e^{-\frac{b}{2}}$$

Teades, et

$$e^{ix} = (\cos x + i \sin x)$$

$$e^{-ix} = (\cos x - i \sin x),$$

võime kirjutada

$$ia_1 + b_1 = e^{\frac{b}{2}}\left(\cos\frac{a}{2} + i \sin\frac{a}{2}\right) - e^{-\frac{b}{2}}\left(\cos\frac{a}{2} - i \sin\frac{a}{2}\right) =$$

$$= e^{\frac{b}{2}} \cdot \cos\frac{a}{2} + e^{\frac{b}{2}} \cdot i \sin\frac{a}{2} - e^{-\frac{b}{2}} \cdot \cos\frac{a}{2} + e^{-\frac{b}{2}} \cdot i \sin\frac{a}{2} =$$

$$= \cos\frac{a}{2}\left(e^{\frac{b}{2}} - e^{-\frac{b}{2}}\right) + i \sin\frac{a}{2}\left(e^{\frac{b}{2}} + e^{-\frac{b}{2}}\right),$$

kust leiame, et

$$b_1 = \left(e^{\frac{b}{2}} - e^{-\frac{b}{2}}\right)\cos\frac{a}{2} \quad \ldots\ldots 44$$

$$a_1 = \left(e^{\frac{b}{2}} + e^{-\frac{b}{2}}\right)\sin\frac{a}{2} \quad \ldots\ldots 45$$

Siin b on ahellüli suubuvus ja a tema nurgamäär, kuna a_1 väljendab lainetakistuse nihet.

Järgnevas on rakendatud eeltoodud arutlusi ühele ahelühenduse liigile, nimelt aseühendusele, ja on leitud selle üksikosade arvutamiseks kergesti käsitletavad valemid.

Aseühendus on lülitus, millega asendatakse tegelikke teleülekande-ühendusi kui ka kohalikke lülitusi sumbuvuse, lainetakistuse ja erijuhtudel ka moonutuse mõttes. See kujutab endast lülitust, mis, evides asendatava nelinäpsiga võrdset lainetakistust, tekitab oma alg- ja lõppnäpside vahel niisama suure võimsusevähenemise nagu asendatav nelinäpsik. Seda on võimalik saavutada, moodustades aseühendus vaid oomilistest takistustest. Kasutades neile lisaks veel kondensaatoreid ja induktiivpoole, on viimaste sobiva valikuga võimalik moodustada aseühendust, mis evib asendatava nelinäpsiga ühesugust moonutust kas ühe või mitme sageduse juures. Seega evib aseühenduse sageduskõver asendatava ühenduse kõveraga peamises kasutamispiiris kaks või enam ühist punkti. Ka on võimalik kujundada aseühendusi, mis on teatava kindla sõltuvusega sagedusest. Neid kasutatakse selleks, et määrata kindlaks, millist mõju ülekandele avaldab kõne piirkonnas teatavate sageduste eelistamine või allasurumine. Neiks otstarbeiks kasutatakse peamiselt H-lülitust, kus järjestikku on lülitud oomilised takistused ja paralleelharusse teatavad näivtakistused.

(Järgneb.)

Metallide kasutusea pikendusest korrosioonikaitse teel.

Ins. metallurg P. Volmer, IK.

Ratisonaliseerimise Komitee ja Insenerikoja poolt korraldatud loengutesarjas „Metallide sääst ja ratsionaalne kasustamine" 12. aprillil 1940. a. toimunud ettekande kokkuvõte.

Metallide säästmine osutub Eestis probleemiks, mis pälvib pidevat suurimat tähelepanu, kuna meil ei leidu maake, mis osutuksid kõlvulisteks metallide tootmiseks. Seepärast on loomulik, et meie sisseveos (1938. a. andmeil) 405 tuh. tonni hulgas esineb metalle ja metallkaupasid (kaasa arvatud masinad ja seadistud) 56 tuh. tonni. Sellest suremal hulgal toimub vaid põletiste (kivisöe, koksi, petrooli ja bensiini) sissevedu Eestisse koguses 96 tuh. tonni. Väärtuse poolest aga metallkaup püsib esimesel kohal 44 milj. krooniga, kuna eespoolmainitud põletised evivad vaid ca 4-milj.-kroonist väärtust.

Et kogu sisseveo väärtus (1938. a.) on 107 milj. krooni, siis moodustavad metallid ja metallkaubad sellest 41%.

Järgnev tabel (nr. 1) pakub ülevaadet 1938. a. sisseveetud metallidest ja metallkaubast:

Tabel nr. 1. **Metallide sisevedu 1938. aastal.** („Väliskaubandus" 1938. a.)

Metalli nimetus	Kogus tonnides	Väärtus 1000 kr.	Keskmine hind kr./kg
Rauasulamid (malm, teras jne.)	34975	7543	0,2
Muud metallid	1398	1409	1,0
Kokku	36373	8952	0,25
Mitmesuguseid metallist või metallosadega masinaid, seadistuid ja aparaate	19666	35227	1,8
Üldse	56039	44179	0,8

Eesti Statistika Keskbüroo andmeil võib arvestada viimase 15 aasta jooksul sisseveetud rauasulameid koguselt umb. 500 tuh. tonnile ja teisi metalle ning metalltooteid umbes 150 tuh. tonnile. Hävineb rauasulameist esemeid korrosiooni tagajärjel aastas umbes 3%, nagu seda tagasihoidlikult hinnatakse Lääne-Euroopa asjatundjate poolt. Korrosiooni tõttu Eestis kahanevat rauasulamite kogust võiks hinnata umbes 10 tuh. tonnile aastas, mille väärtus metallina 2 milj. krooni, kuid kadu metallitooteis ulatab umbes 8 milj. kroonini.

1938. a. sisseveetud metallide ja metallsaaduste kogusest kulub seega ligi 25% korrosioonikao asendamiseks ja 75% uuteks ehitisteks, seadmeteks, tootmisvahenditeks ja tarbimisesemeteks. Eespooltoodud arvutlust kinnitab kaudselt see asjaolu, et Eestist iga aasta vanametalli välja veetakse umbes 7 tuh. tonni.

Välismaal on korrosioonikaitsele pööratud rohkesti tähelepanu. Ainuüksi Saksa riigiraudtee kulutab 48 milj. rm. roostekaitsevahenditele ja kogu maailma kulutused roostetõrjele ulatuvad miljarditesse. Suurimas ulatuses rakendatakse korrosioonikaitsevahendeid praegu, kus metallide nõudmine sõja tõttu on eriti terav.

Hädatarvilikku metalli ja metallkaupa tuleb meilgi Eestis kasutada ainult sellisel kujul ja viisil, et võimalikult pikema ea kestel seda ei tuleks uuega asendada. Et aga korrosiooni vastu võitlemisel võidakse vaid kestvate vaatluste najal hinnata tulu, mis saavutatakse korrosioonikaitsevahendite kasutamisest, siis ollaksegi tööstarite kui ka tarbijate ringkondades väga tagasihoidlik korrosioonikindlamate materjalide kasutamise suhtes.

Metallide korrosioonikaitse osutub pidevaks probleemiks, sest metallidel, mis taandatud maakidest, on tung niiskuse, õhuhapniku ja muude tööstusis esinevate tegurite tõhul suurema või vähema kiirusega uuesti moodustada kas endisi või uusi stabiilsemaid ühendeid. Küsimus seisneb vaid korrosiooni kiiruses, mis niiskuse või mõne muu elektrolüüdi osavõtul sõltub metallide elektropotentsiaalist, metallidesse tõhuvate elektrolüütide kontsentratsioonist ja gaaside diffusiooni kiirusest (seitimiskiirusest) elektrolüüdis, kuid igal juhul ka temperatuurist. Ainult täiesti veevabas keskkonnas toimub korrosioon vahetult metalli pinnal reaktsiooni astudes sööbiva ainega ning siis korrosiooni kiirus on sõltuv harilikest keemilise reaktsiooni suunda, kiirust ja tasakaalu määravaist tegureist.

Sageli hinnatakse metallide korrosioonikindlust ainult üldtuntud metallide normaalpotentsiaalide järgi. Kuid tavalises olukorras, milles kasutatakse metalle, võib osutuda, et igakord kõrgema normaalpotentsiaaliga (vesiniku suhtes) metall polegi antud tingimusil korrosioonikindlam võrreldes teise metalliga, mil on madalam normaalpotentsiaal.

Joonisele 1, mis autori poolt on koostatud vastavas kirjanduses leiduvate andmete põhjal, on kantud tuntumate metallide normaalpotentsiaalid. Viimast tähistab igale metallile vastavas tulbas leiduva sirgjoonelise lõigu vasak ots, kuna parema otsaga on tähistatud sama metalli potentsiaal juhul, kui metall on suputatud elektrolüüti, milles sama metalli ioonide kontsentratsioon elektrolüüdis on vaid 10^{-15}. Vahepealse kontsentratsiooni kohta võidakse potentsiaale lugeda tabelist interpolatsiooni teel. Sääraseid madalaid kontsentratsioone esineb kõigil praktilistel juhtudel, kui väljaspool ruume kaste või tööstusruumes niiskus soodustab metallesemel elektrolüüdi tekkimist õhus leiduvate happeliste gaaside tõhul (süsihapugaas, väävlishapend, väävelvesinik), mida linnades leidub alati õhus, eriti tööstusrajooni läheduses. Diagrammist nähtub, et vasegi potentsiaal võib osutu-

da negatiivseks ja et sellest tingituna võib alata intensiivne korrosioon. Veel rohkem erinevad metallide potentsiaalid, kui nad puutuvad kokku elektrolüütidega, mis sisaldavad teisi ioone ja ühtlasi ka lahustunud gaase. Tabelis on murdjooneliste joonlõikudena tähistatud igale metallile vastavad potentsiaalid 1 normaalse kontsentratsiooniga soolhappes (H), kaaliumleelises (L) ja kaaliumkloriidi lahuses (S). Igal murdjoonel on neli tippu, mis tähistavad alates vasemast tipust metalli potentsiaali elektrolüüdis, milles on küllastuseni lahustunud esimeses hapnik, teises vesinik, kolmandas lämmastik ja neljandas heelium. Praktikas on sagedaimaks korrosiooniteguriks hapnik, mis alati võib lahustuda metallesemel madalal temperatuuril sadestunud niiskuses.

Diagrammist nähtub, et metallide potentsiaalid on eri keskkondades vägagi erinevad: vask on leelises elektronegatiivne, kuid happes ja soolalahuses positiivne; nikli potentsiaalid aga on otse vastupidised. Kroomi potentsiaal on kõrge kaaliumsoola lahuses, kroomi ioone kui ka leelisi sisaldavate elektrolüütide suhtes aga negatiivne. Raua potentsiaal on kõrgeim hapnikku sisaldavas leelises, vähem kõrge happes ja madalaim soolalahuses. Plii, tina, kaaliumi ning tsingi vastavad potentsiaalid on järjestatud otse vastupidiselt. Tsingil ja kadmiumil on madal potentsiaal happelises ning leeliseses lahuses, mispärast nad kattemetallina kaitsevad rauasulamist eset anoodina ka siis, kui kattekiht on vigastatud kas mehaanilisel töötlemisel või eseme kasutamisel.

Tavaliselt on tabelites antud metallide suhtelised potentsiaalid, kusjuures võrdluse aluseks on võetud vesiniku potentsiaal lahuse suhtes, milles vesinikuioonide kontsentratsioon on normaalne (pH=0). Enamik praktikas esinevatest korrosioonijuhtumitest toimub niiskuse tõhul, kusjuures metalli söövitavad atmosfäärilised happed või leelised on väga nõrga kontsentratsiooniga, mil puhul ka vesiniku ioonide kontsentratsioon on vähem (arv pH on suurem). Vesiniku potentsiaal keskse lahuse suhtes (pH=7) on —0,41 V ja normaalleeliseses lahuses (pH=14) koguni —0,82 V, mis diagrammi viimases lahtris on tähistatud joonega, mille vasak ots tähistab potentsiaali, 0 Volti kui lahuse pH=0. Metallide ja vesiniku potentsiaalide võrdlus näitab, et intensiivse korrosiooni tingimused, mil metalli anoodiline lahustumine võiks toimuda vesiniku eraldamise saatel, on vägagi sõltuvad elektrolüüdi happesusearvust. Ka vähendab potentsiaalivahet metalli ja elektrolüüdi vahel kas mõni keemiline reaktsioon anoodil või elektrolüüdis tekkivast kontsentratsioonivahest sõltuv polarisatsioon või ka aatomilisest adsorbtsioonist sõltuv metalli passiivsus. Kuid kõigil praktilistel juhtudel on õ h u h a p n i k u l a h u s t u m i n e metalli sööbivas elektrolüüdis teguriks, mis mitmekordselt suurendab korrosiooni. Diagrammi viimases lahtris ülal tähistatud joonlõigu vasak ots tähistab hapniku potentsiaali happelises lahuses (pH=0) vastavalt reaktsioonile

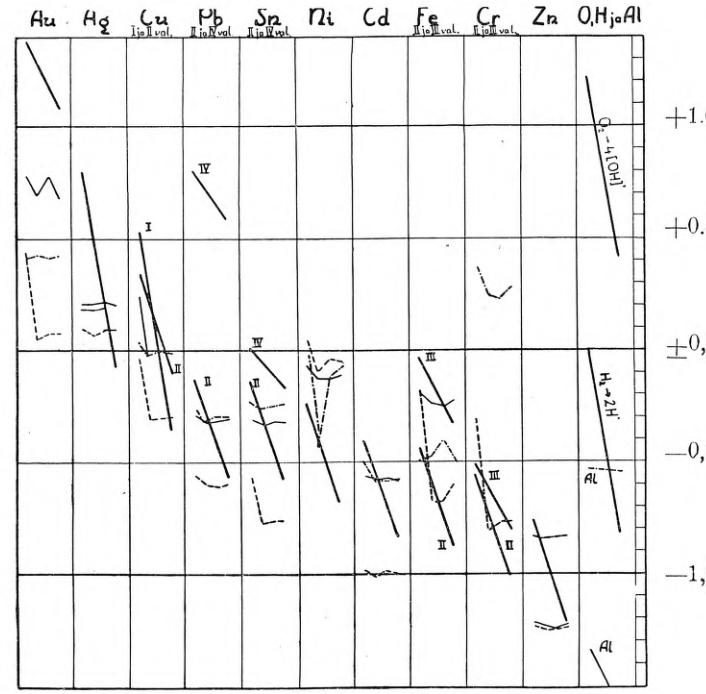
$$O_2 + 4H^{\cdot} + 4e \rightleftarrows 2H_2O$$

ja parem ots hapniku potentsiaali leelises lahuses (pH=14) vastavalt reaktsioonile

$$O_2 + 2H_2O + 4e \rightleftarrows 4(OH)^{\cdot}.$$

Diagrammist nähtub, et kui õhuhapnik pääseb tõhuma üheaegselt niiskuse või veega, siis potentsiaalivahe metalli ja hapniku vahel võib põhjustada pidevalt metalli väga intensiivset anoodilist korrosiooni. Sellejuures tuleb rõhutada, et potentsiaalivahe ja seega ka korrosioon on seda suurem, mida aeglasemalt õhuhapnik võib tungida elektrolüüdi ja metalli kaugeimasse kokkupuutepunkti. Seisvasse vette või niiskesse pinnasesse ulatuvad metallosad, kitsad sügavad praod metallkonstruktsioonide osade vahel, torude liitekohad või katla neetõmblused on eelistatavamad kohad, kus esineb säärast intensiivset korrosiooni. Toimub säärane korrosioon interkristalliinselt, mil rooste anoodilise hapendumise tõttu tungib metalli sõmerate piirjooni mööda ning põhjustab materjali kiiret hävimist. Sageli võib palja silmaga näha roostemuhke, kuna raudhapendi maht on suurem raua mahust ja paisub prao vahelt välja; teisal aga rooste painutab liitekohal kogu konstruktsiooni või torustikku, tekitades uusi ebatihedusi.

Samane nähtus kordub ka metalli siledal pinnal, kui sellele koguneb niiskust kas või piiskade näol. Kondensvesi on esialgu hapnikuvaba, kuid äärtel on õhuhapniku juurdepääs hõlpus; tekib potentsiaalivahe ja veetilga keskel algab anoodi-

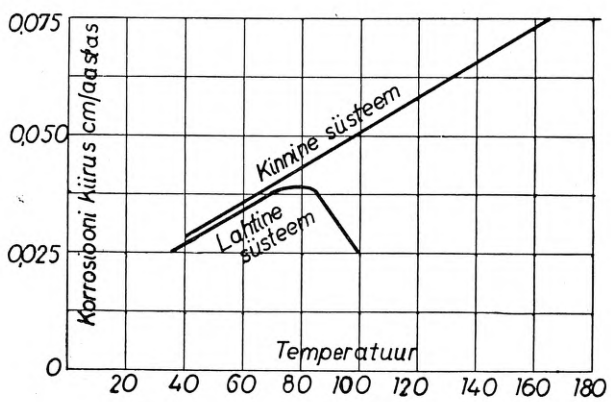


Elektrolüüdis:
sama elem. ioone . . . . . ——
norm. soolhape (H) . . . . . ——
norm. kaaliumleelis (L) . . . . . - - - -
norm. kloorkaalium lahused (S) . . - . - .
} Potentsiaal voltides

Joon. 1.

line korrosioon. Kui esialgne roostekooruke on tekkinud, siis selle all olev raud korrodeerub edasi —tekivad üldtuntud sööbeaugud. Sama nähtus tekib teissuguses variandis jahutusvee mõjul, kui selles on lahustunud hapnikku. Jahutataval esemel eralduvad gaasimullid, nende serval algab intensiivne korrosioon ja kogu gaasimulli ulatuses tekib roostekooruke, mis peale hapniku äratarvitamist ise osutub katoodiks, mille all jätkub raua anoodiline korrosioon.

Kahest viimasest näitest selgub, et kõige ebasoodsam olukord metalli korrosiooni mõttes on säärane, kus metall on osaliselt suputatud elektrolüüti või on niisutatud viimasega. Korrosioon toimub märksa aeglasemalt kõigil juhtudel, kui elektrolüüt tervenisti katab metalli. Sel juhul suurem hapniku kontsentratsioon ei tõsta korrosiooni kiirust, vaid vastupidi vähendab viimast, kuna metall kattub ühtlaselt hapendi kilega, mis korrosiooni arenemist aeglustab. Eriti on see maksev metallide kohta, mis moodustavad vastavas elektrolüüdis lahustumatuid hapendeid või soolasid, nagu tina ja vastavalt plii. Kuid ka malmist ja terasest mahutites ilmneb, et kiiresti liikuv ja õhku sisaldav vesi ei ole nii hävitav konstruktsioonile, kui seisev või aeglaselt liikuv õhuvaba vesi, mis kusagil puutub kokku õhuga. Sellepärast tekib rooste erineva läbimõõduga kinnises torustikus või mahutis alati seal, kus suurem läbimõõt sodustab vedeliku aeglasemat liikumist ja gaaside eraldumist ning kogunemist vedeliku pinnale. Temperatuuri tõus veelgi suurendab korrosiooni kinnises ruumis, kui ei ole tagatud õhuhapniku väljapääs, seepärast on korrosioon keskküttekatlais ja mitmesugustes soojendites mitu korda intensiivsem kui aurukatlais, kust hapnik lahkub kiiremini ühes auruga (vt. joon. 2).



Joon. 2.

Vastupidi, tuleb vältida suuremat voolukiirust või vedeliku tarbetut segamist igal säärasel juhul, kus elektrolüüdi mõjul tekib metalli pinnale kergesti kõrvaldatav ühend, sest viimase kõrvaldamine soodustab korrosiooni kiiremat levimist metalli sügavusse.

Eespooltoodust selgub, et otstarbeka konstruktsiooniga ja ratsionaalse hooldamisega osutub võimalikuks tõhusalt pikendada metallesemete kasutusiga ka ilma erilise metalli valikuta ja ilma korrosioonikindlate kaitsevahenditeta. Lahtistel konstruktsioonidel tuleb vältida igasuguseid nurki ja varjatuid kohti, kuhu võiks koguneda tolmu ja kus võiks kauemini püsida tööruumi või atmosfääriline niiskus. Sildade, kraanade, katuse ja muude konstruktsioonide detailides leidub lugematul hulgal näiteid sidelappide ebaratsionaalse asetuse kohta. Jõu- ja töömasinate alused ja toed, laagripukid ja konsoolid evivad sageli sääraseid kontuure, mis eriti soodustavad tolmu ja niiskuse kogunemist ning püsimist kinnistusankrute ja poltide lähemas ümbruses. Niisketes või koguni märgades tööruumides torustike ja seadistu kinnistamine vahetult seina külge ja töömasinate paigutamine külma ning niiske välisseina lähedale kiirustab märksa nende korrosiooni. Lahtises anumas või seadmes, milles tööprotsessi ajal voolab vesi või segatakse vesilahust, algab intensiivne korrosioon just töö vaheajal, kui tarbetult anum või seade jäetakse tühjendamata.

Kinnises torustikus või anumas, mille täieline tühjendamine ja puhastamine on raskendatud, osutub kasulikuks kasutada vaid gaasivaba vett ja, kui seda pole võimalik, siis konstruktiivsete abinõudega kõrvaldada süsteemist veest eralduv õhk ja muud gaasid nende lähemast tekkimise või kogunemise paigast. Töö vaheajaks jätta süsteem suletuks ja hoiduda õhku sisaldava värske vee juurdepumpamisest.

Metallide ja metallist seadmete valmistamisel, nende laos hoidmisel, vedudel, töötlemisel ja monteerimisel võib palju teha korrosiooni kaitseks, ilma et selleks tarvitseks rakendada erilisi kaitsevahendeid. Metallesemete valamisel tuleb eriti hoiduda kõrvaliste lisandite sattumisest hulka kui ka tühimike ja pingete tekimisest valatud esemetes. Metallide töötlemisel, eriti valtsimisel ja tõmbamisel tuleb vältida erinevate metallide töötlemist ühe ja sama töömasinaga järjest, kuna erineva metalli osakesed kantud töötletava eseme pinnale tekitavad viimasel korrosioonikoldeid. Karedad pinnad ja teravad servad on anoodilise lahustamise lähtekohtadeks, eriti siis kui niiskuse ja õhu tõhu alla satuvad erinevalt töötletud pinnad nagu poleeritud ja lihvitud pindade kõrval vaid eeltreitud (rupitud) pinnad või koguni lõigatud servad. Metallesemete lõõmutamisel tekkinud tagi tuleb igast kohast, ka töötlemata jäänud kohtadelt, kõrvaldada, kuna tagi ja nn. valtsimiskoorik kaitseb terast vaid lühikest aega; aga väikseimagi juusprao tekkimise järele algab selle kaudu intensiivne korrosioon just tagikooriku all, arenedes muhkudeks, mille alla tekivad sügavad roostelohud.

Karastatud esemelt õli põletamisel avatud ustega lõõmutusahjus tekib eseme pinnal tagi, tihedamalt ahju suule lähemal eseme küljel. Tagaküljel taandavas keskkonnas eseme pind jääb laiguliseks ja osutub hiljem vägagi intensiivse korrosiooni põhjuseks.

Ka esineb palju intensiivse korrosiooni juhtumeid esemetel, mis on valmistatud külmalt töötle-

mise, nagu tõmbamise, stantsimise või pressimise teel, kui pole kõrvaldatud eseme töötlemisel tekkinud sisemised pinged. Eriti sagedasti ilmnevad säärased nähtused valgevasest ja alumiiniumist toodetel.

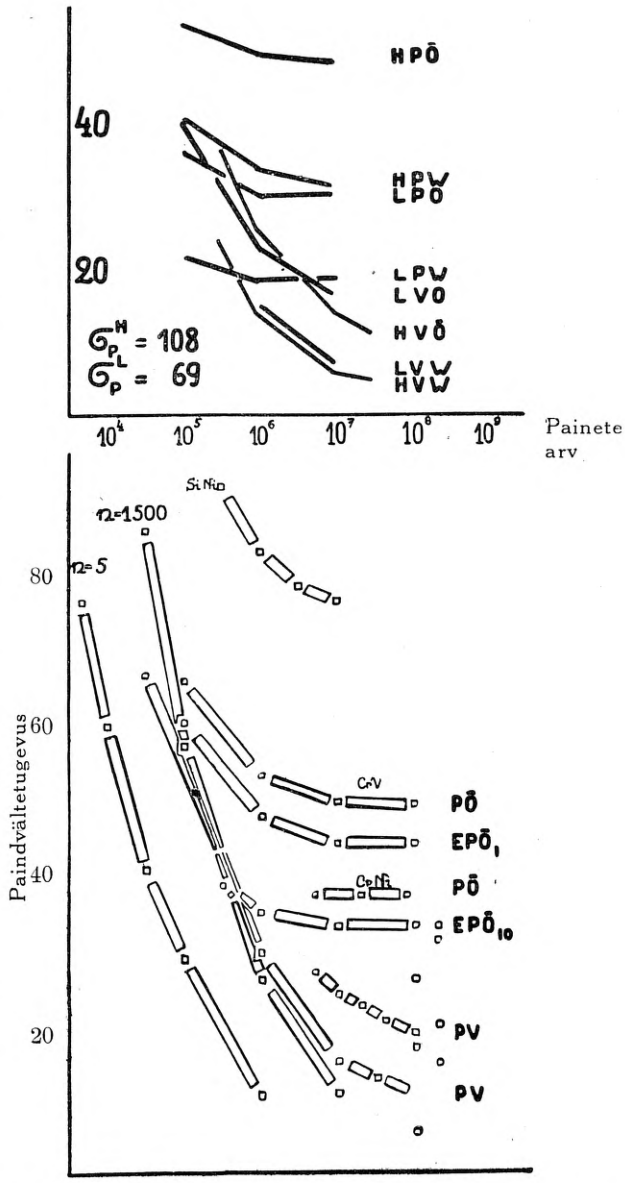
Lõppeks olgu lühidalt käsitletud ka nn. k e e m i l i n e k o r r o s i o o n, mis toimub elektrolüüdi osavõtuta. Metalliga reageeruvate gaaside ja vedelike mitte-elektrolüütide tõhul tekkiv korrosioon on aeglane vaid siis, kui metalli pinnal tekib tihe ja vastupidav keemiline ühend, mis ei lahusta gaasi ega vedelikku ega mõrane temperatuuri kõikumisel. Säärasel juhul, näiteks hapniku tõhul alumiiniumisse või selle sulamitesse, tekib metalli pinnale tihe kile, mis üsna hästi kaitseb metalli väljastpoolt tõhuva aine vastu. Kui sööbiv gaas ei diffundeeru tekkinud ainesse, siis toimub pinnaline korrosioon logaritmilise seaduse järele lähenedes piirini, mil korrosiooni kiirus langeb nullile. Vastupidi, korrosioon toimub paraboolse seaduse järele nende gaaside tõhul, mis kiiresti diffundeeruvad metalli pinnal tekkinud keemilises ühendis, näiteks halogeenide ja väävlisühendite tõhul areneb sööbimine pidevalt. Säärases olukorras on korrosiooni kaitsevahendite rakendamine hädavajalik.

K o r r o s i o o n i k a i t s e v a h e n d i valikul tuleb hinnata mitte ainult kaitsematerjali keemilisi ja mehaanilisi omadusi, vaid igal juhul, kui on kaasa tõhumas olgugi vähimal hulgal mõni elektrolüüt, tuleb arvestada nii põhimetalli kui ka kattevahendi elektrokeemilisi omadusi.

Korrosioonikaitset teostatakse kas metalli legeerimise teel või teise metalliga selle katmise teel või mõne värvi või võõbaga kattes või metalli pinna keemiliselt või elektrokeemiliselt töötlemise teel ja ühtlasi sööbiva vedeliku tõhu keemiliste vahendite abil vähendamise teel.

M e t a l l i d e l e g e e r i m i n e osutub kõige üldisemaks kaitsevahendiks ja on kõige tõhusam abinõu seepärast, et materjal igas osas suudab ühtlaselt pidurdada korrosiooni levimist. Eriti on legeeritud metallide kasutamine vajalik kõigil juhtudel, kus mehaanilised või termilised mõjutused võivad põhjustada kaitsevahendite või metalli keemiliselt töötletud pinna mõranemist või vigastumist. Metallide sulamitest võib lugeda korrosioonikindlateks vaid niisuguseid, mis evivad homogeenset struktuuri nagu tardlahundid, samuti mõningaid eriti peeneteralisi eutektilisi sulameid. Teised sulamid ja eriti säärased, mis heterogeenses koendis evivad üksikuis kristallides elektronegatiivsemat komponenti, tuleb korrosiooniohtlikes tingimusis lugeda kõlbmatuiks, kuna neis elektronegatiivne komponent põhjustab väga kiireloomulist anoodilist lahustumist ja materjali hävinemist interkristalliinse korrosiooni tõttu. Olgu näiteks mainitud jämedateralise grafiidiga malm, milles Shippley ja McHaffie järgi võivad grafiidi ja raua vahel tekkida potentsiaalivahed kuni 0,56 V.

Eriti suurt tähtsust evib k o r r o s i o o n i k a i t s e konstruktsioonide selliste osade suhtes,



H — hüvitatud. L — lõõmutatud. V — väändetugevus. P — paindetugevus. Õ — õhus. W — vees.

Joon. 3.

mis on rakendatud v a h e l d u v a l e k o o r m a t u s e l e. Harilikest tugevuskatsudest ei piisa sobiva materjali leidmiseks, kuna korrosiooni tõhul tugevusomadused langevad tunduvalt ja vägagi erinevalt. Viimasel ajal sooritatakse materjalide vastupidavuse määramiseks vahelduvatele ja kestvatele koormatustele nn. vältemurdumiskatsud. Neil katsudel määratakse paindtugevus Schenk'i aparaadil, mis lubab täpselt registreerida nii koormatuse suurust, kui ka koormatuse vaheldumise perioodide arvu. Tavaliselt korrosiooni puudumisel saavutatakse katsude seerias ligikaudu 2.10^6 kuni 10.10^6 perioodi järele koormatuse alammäär, mille juures proovikeha juba murdub. Katsude tulemuste graafilisel kujutamisel saadakse nn. Wöhler'i kõverad, mis ca $2.10^6 \div 10.10^6$ perioodil asümptootiliselt muutuvad rööbilisteks abstsissile ja tähistavad koormatuse alammäära.

Kuid õhuniiskuse, vihma, jahutusvee või mõne muu elektrolüüdi korrosiivne tõhu konstruktiivsele osale, mis on rakendatud vahelduvale koormusele, nagu teljed, kepsud, ventiilide sääred jne. vähendab materjali, näiteks terase, pidavust kaugele allapoole Wöhleri kõveraga piiratud alammäära. Joonisel nr. 3 on toodud andmed, mis McAdam'i poolt on saadud kroomvanadiin-terase (C = = 0,46%, Cr = 0,88%, V = 0,34%) kohta, mille tavaline paindetugevus 108 kg/mm². Diagrammi ülemises osas on „HPO-ga" tähistatud Wöhleri kõver hüvitatud terase paindvältetugevuse kohta õhus 48 kg/mm². Kuid vees on sama materjali paindvältetugevus 10^7 perioodi järele kõigest 32 kg/mm². Sama materjal pärast lõõmutamist evib tavalisel katsul paindtugevust 69 kg/mm², paindvältetugevust aga õhus 30 kg/mm² (joonel LPÕ) ja vees isegi vaid 18 kg/mm² (joonel LPW).

Väändekatsul korrosioonitingimusis on tulemused veelgi halvemad. Siin pole mingit kasu materjali hüvitamisest, s. o. materjali kvaliteedi tõstmisest termilise töötluse teel. Pärast 10^6 vahelduva väändeperioodi ületamist langeb hüvitatud terase tugevus (11 kg/mm²) (joonel HVÕ) allapoole lõõmutatud proovikeha tugevust (13 kg/mm² joonel LVÕ) ja vees on sama materjali väändtugevus ainult veel 5 kg/mm² (joontel LVW ja HVW).

Paindvältetugevust ei vähenda mitte ainult koormamine vee all, vaid ka „staatiline eelkorrosioon", s. o. materjali korrosioon pingetus olekus enne vahelduvat koormamist paindele. Diagrammi 3 alumises osas on toodud andmed McAdami katsutulemusist Cr-V-terasega, mille tõmbtugevus oli 105 kg/mm² ja paindvältetugevus 48 kg/mm² (joonel PÕ). Kuid pärast ühepäevast eelkorrosiooni on tugevus vaid 43 kg/mm² (joonel EPÕ) ja langeb 10-päevase eelkorrosiooni tagajärjel 32 kg/mm²-ni ning on katsu ajaks proovikeha vette suputamisel 10^8 perioodi järele ainult veel 10 kg/mm², kusjuures, nagu siin varemgi on rõhutatud, korrosioonitingimusis tüüpilist Wöhleri kõverat ei saavutata. Samuti evib prof. dr. A. Thum'i andmeil kroomnikkelteras tõmbtugevusega 45 km/mm² paindvältetugevuse (joonel Cr-Ni-PÕ) pärast 8.10^7 perioodi õhus 36 kg/mm² ja vees 18 kg/mm², kusjuures kõverjoon korrosiooni puhul langeb pidevalt ja tugevuse alammäära ei saavutata (joonel PV).

Ka on korrosioonitingimusis oluline tähtsus painete sagedusel. Joonisel 3 on alumises osas tähistatud McAdami andmeil tavalise tõmbtugevusega 176 kg/mm² hüvitatud räninikkelterase paindvältetugevuse katsutulemusi. Õhus selle materjali tugevus 10^7 paindeperioodi järele langeb vältepaindekatsul kuni 75 kg/mm² (joonel Si-Ni). Hariliku veevärgivee mõjul umbes 1500-perioodilisel sagedusel minutis, mis vastab tavalise katsu tingimusile, langeb paindvältetugevus pärast 10^7 perioodi 10 kg/mm² (joonel n = 1500). Kui aga painutusi teostatakse aeglasemalt sagedusega 5 perioodi minutis, siis saavutatakse määr 10 kg/mm² juba pärast 10^6 perioodi. Seega teras osutub praktiliselt korrosiivsemaks painete vähema sageduse puhul.

Stäger'i katsed [1]) tõendavad, et kõige kahjulikumaks korrosiooni mõttes osutub veeaur või piserdatud vesi. 3%-ne nikkelteras, mille tavaline paindtugevus 61 kg/mm² evib tugevust vältepaindekatsul 2.10^8 perioodi järele külmas vees 32 kg/mm² (diagr. 2 paremal ülemine ruut), 100°-se temperatuuriga vees 30 kg/mm² (3. ülalt) ja piserdatud veejoas 14 kg/mm² (diagr. alumine ruut).

Suurt tähtsust evib ka sööbiva elektrolüüdi koostis. A. Jünger'i andmeil [2]) on süsinikterase (C — 0,3%, σ_p = 50,2 kg/mm²) paindvältetugevus õhus 25 kg/mm², piserdatud kõva vee udus 16 kg/mm² ja piserdatud merevee udus ainult 5,5 kg/mm² (diagr. ruudud abtsissil 10^8 perioodi).

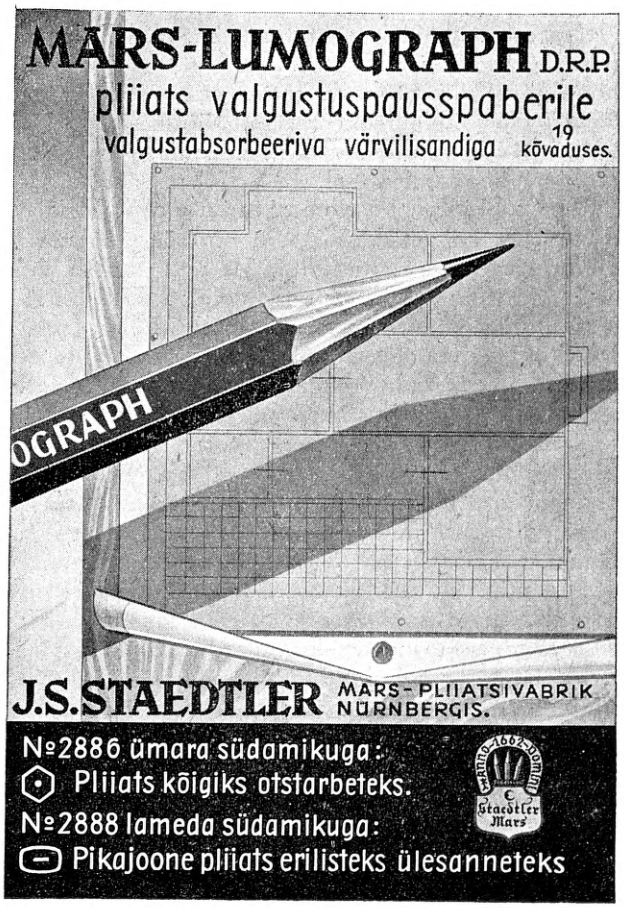
Eespooltoodust nähtub, kuivõrd madalale langeb materjali pidavus rakendamisel vahelduvale koormatusele korrosioonitingimusis.

(Järgneb.)

---

[1]) H. Stäger. Topochemische Betrachtungen. „Korrosion u. Metallschutz" (1935).

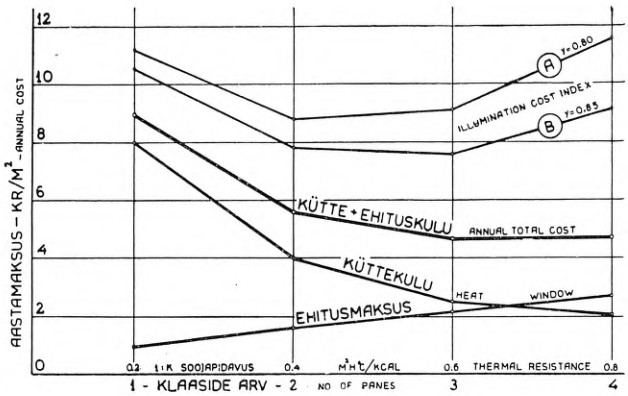
[2]) A. Jünger. Korrosionsbiegewechselfestigkeit von Stahl und ihre Steigerung durch Zusätze zur Korrosionslösung.



Miks mitte neljakordsed aknaklaasid?

Prof. L. Jürgenson,
TTÜ Ehitusõpetuse Laboratooriumi juhataja.

Tehnika Ajakirjas nr. 2 — 1938. a. oli toodud ühe-, kahe- ja kolmekordse akna maksuste ja küttekulude arvutus. See näitas, et meie ilmastikus ja oludes kahekordne aknaklaas ei anna veel küllaldast kaitset külma eest. Et hoiduda asjatult suurest küttekulust, tuleks kahekordne aken varustada lisakattega või kolmanda klaasiga. Sellest järelduv küttesääst kaalub kaugelt üle kolmanda klaasi ostu- ja sisseehitamise kulud. Seoses sellega on küsitud, et kui kolmekordne aken on majanduslikum kahekordsest, kas pole siis neljakordne veelgi soovitavam? Vastus sellele on eitav, olgugi et neljakordne aken on kolmekordsest soojapidavam.



Joon. 1. Elamuakna majanduslikkus sõltuvalt klaaside arvust. Aastaseks ehitusmaksuseks on arvatud 8% ehituskuludest, mis vastab 25-aastasele amortisatsioonieale 6%-se intressiga. Kõverad A ja B kujutavad suhtelist valgusemaksust oletusel, et iga klaasi valgusejuhtivus on y=0,80 elik 0,85.

Tähtis on akna üldine majanduslikkus ja mitte ainult soojapidavus. Niipea kui soojapidavuse tõstmisest järelduv küttesääst on väiksem kui selle saavutamiseks vajalik kulu, siis pole soojapidavuse tõstmine enam majanduslik. Akendes saavutame m a j a n d u s l i k u o p t i m u m i kolmanda klaasiga: neljas klaas aga ei tasu end enam. Ka ei tohi me soojapidavuse kõrval unustada akna peaülesannet — hoone valgustamist. Iga lisaklaas tõstab akna valgusevoolu takistust neelavuse ja peegelduse tõttu. Siingi on piir, millest üleminek end enam ei õigusta.

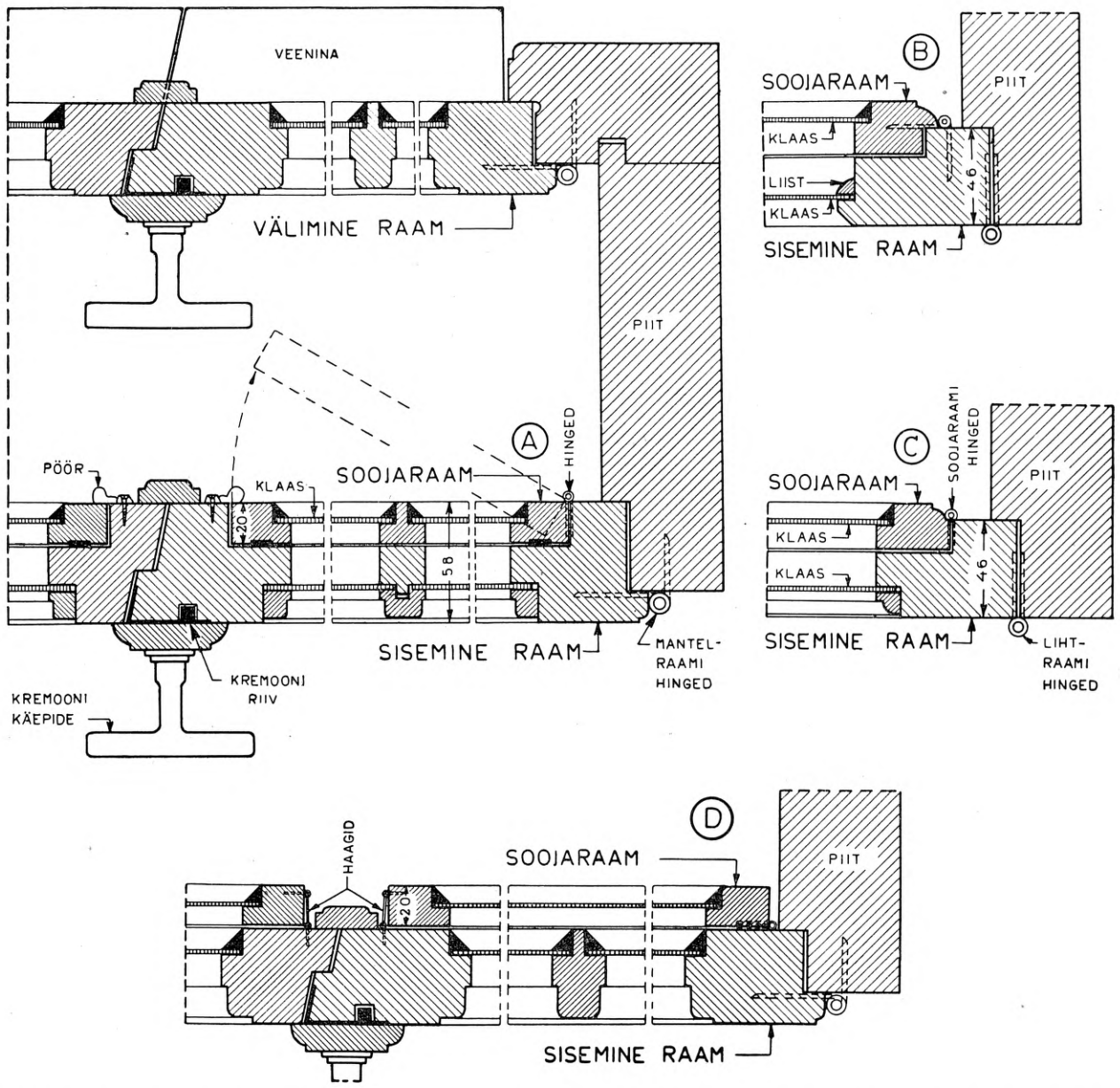
Valgusekadu aknaklaasis peegelduse ja neelavuse tõttu on keskmiselt 10÷15%, s. o. klaasile langenud valgusest pääseb läbi klaasi vaid 85÷90%. Need arvud on kehtivad pestud klaasi kohta. Kuna aga aknaklaas alati on mõningal määral kaetud tahmaga ja tolmuga, siis on valgusekadu tegelikult veelgi suurem. Oletades, et klaasid on puhtad, on arvutustes läbivooluteguriks võetud 85%. Võrreldes klaasimata avaga nõrgeneb valgusevool ühekordses aknaklaasis 85%-le, kahekordses klaasis 72%-le, kolmekordses klaasis 61%-le ja neljakordses klaasis 52%-le.

Klaaside arvu mõju akna majanduslikkusele sooja- ja valgusevoolu seisukohalt kujutab diagramm 1 ja juuresolev tabel. Klaaside soojatakistuse arvutamisel on arvestatud ainult pinnatakistused (sisepind 0,13 + välispind 0,07 = kokku 0,2 m²h°C/kcal) ja õhkvahede takistused (à 0,2). Ühe-, kahe-, kolme- ja neljakordse klaasi soojatakistus (1 : k) on seega vastavalt 0,2; 0,4; 0,6 ja 0,8 ehk soojajuhtivus k = 5; 2,5; 1,67 ja 1,25 kcal/m²h°C. Meie kütteperioodi kraadtundide arv on 106.000 h°C. Üks rumimeeter segahalge kaalub keskmiselt 400 kg ja sisaldab 1.300.000 kcal. Võttes küttepuidu maksuseks koos veo, lõhkumise ja kütmise tööga 12 krooni/rumimeeter ja arvates ahju tõhuteguriks keskmiselt = 0,5, saame toasooja maksuseks 12 : (0,5 . 1.300.000) = 18,5 × $\times 10^{-6}$ kr./kcal. Akende maksuseks on võetud praegused turuhinnad. Aastamaksuseks on arvatud 8% algmaksusest.

Nagu analüüsist näeme, on kolmekordsete klaasidega aken majanduslikult soodsaim. Kuigi vahe kolmekordse ja kahekordse akende majanduslikkuse vahel pole eriti suur, kõneleb kolmanda klaasi kasuks veel küttepuidu säästu vajadus ja kolmekordse akna suurem tervislikkus.

Valgusekao arvesse võtmiseks on akna aastane kogumaksus (ehitus + küte) jagatud akna relatiivse valgustusvõimeteguriga. Saadud arv iseloomustab akna relatiivset valgusemaksust. See indeks on kahe- ja kolmekordsel aknal peaaegu võrdne, neljakordsel aga märksa ebasoodsam. Nii

Klaaside arv No of panes	1 : K Soojapidavus Thermal resistance m²h C/kcal	Akna maksus First cost Kr./m²	Akna aastamaksus Yearly cost: Aken Window	Küte Heat	Aken + küte Total	Valgusejuhtivus Light transmission	Rel. valgustusmaksus Illumination cost index	Valgusejuhtivus Light transmission	Rel. valgustusmaksus Illumination cost index
1	0,2	12.00	0.96	8.00	8.96	0.850	10.55	0 800	11.20
2	0,4	20 50	1.64	4.00	5.64	0.722	7.80	0.640	8 80
3	0,6	27.00	2.16	2.50	4.66	0 614	7.60	0.512	9.10
4	0,8	33 50	2.68	2.05	4.73	0.522	9.10	0.410	11.55



Joon. 2. Kolmekordsete akende tarindusviise. Lisaraam onhingede ja pöörade abil kinnistatud talveraami välisküljele. Joon. A (Flemming & Ko), B ja C näitavad sooja-raami kinnistust uutel akendel. Joon. D kujutab sooja-raami kinnistust juba olemasolevale aknale.

jääb seltki seisukohalt paremus kolmekordsele aknale.

Valgustusolusid võime ruumis parandada sel teel, et seesmise aknaraami avame seks ajaks, mil meil tugevama valgustuse järele on teravamat vajadust.

Kolmekordse akna tarindust kujutab joonis 2. Lisaraam on soovitatav kinnistada siseraami välisküljele selliselt, et veeaur lisaklaasilt pääseks kergemini välisõhku kui toaõhust lisaklaasile. Seks olgu diffusioontakistus väljapoole väiksem kui toaõhu poole. Siis ei ole karta lisaklaasi härmatumist toaõhust sadestunud niiskusega. Lisaraam ehk soojaraam on kahekordse akna siseraamile kinnistatud hingedega ja pööradega, et võimalik oleks teda puhastamiseks avada.

L. JÜRGENSON: WHY NOT QUADRUPLE WINDOW-PANES?

The article is an economic analysis of windows in our climate. Taking into consideration the cost of single, double, triple and quadruple windows and the cost of room heat lost through the respective window it is found that triple window is the most economical. The same conclusion holds if the loss of light on reflection and absorption is taken into account.

Asbest-tsementtorud.

Ins. A. Leja, Riga.

EIÜ-s 13. märtsil 1940. a. peetud referaadi kokkuvõte.

Sõjaoludest tingitud metallide puudus ähvardab suurte raskuste tekkimisega Balti riikide majanduselu ja sunnib meid pöörama palju suuremat tähelepanu neile uutele materjalidele, millest tootmed võivad leida tarvitamist metallesemete asendamiseks.

Et säärane, esialgu võib-olla pealesunnitud asendamine võib mõnikord viia uute paremate abinõude tarvitusele võtmiseni, seda tõendab mitmekordselt Maailmasõja aeg ja selle järelaeg. Peab lootma, et käesolevalgi ajal, küllaldase ettevõtlikkuse näitamisel, me saame ähvardavatest raskustest üle ja et pärast hoolsaid otsimisi meile avaneb paljugi võimalusi harjumuslike, kuid praegu raskelt saadavate materjalide asendamiseks uutega ja võib-olla isegi paremategа.

Võitluses metallide puudusega kahtlemata aitab meid palju asbesttsement, milline materjal, kuigi ta pole uus, on meil siiski veel vähe tuntud.

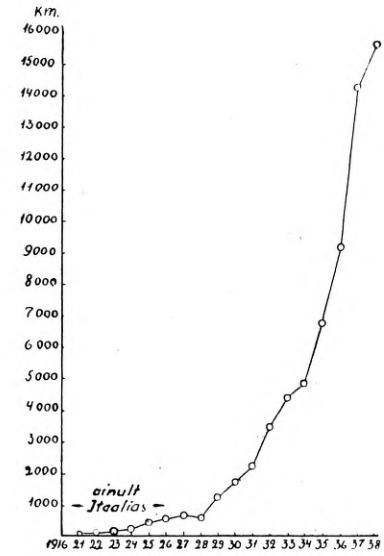
Käesoleval juhul tuleb mainida üht ehituslikku ala, nimelt tarbe-, sademe- ja reoveejuhtmete ehitamist, milleks seni meil tarvitati metalltorusid, kuna paljudes Lääne-Euroopa riikides ja mujal maailmas tõhus osa neid juhtumeid ehitatakse hea eduga asbesttsemendist valmistatud torudest.

Asbesttsemendiks nimetatakse materjali, mis valmistatakse portlandtsemendist ja asbesti ropsitud kiududest, nii et valmis massis ühtlaselt ärajaotatud kõvad asbesti kiud võtavad endale võimalikud tõmbpinged, kuna tardunud tsemendimass aga talub surupinged. Säärane materjal meenutab koetuse poolest raudbetooni, kusjuures sarruseks on asbestikiud. Õigesti valmistatud ja hüdraulilise surve abil hästi tihestatud asbesttsement evib väga väärtuslikke mehaanilisi, termilisi ja keemilisi omadusi. Mitmesugused asbesttsemendist valmistatud katustamistahvlid on juba saanud võrdlemisi laialdase tunnustuse. Eestis leidub katuseid, mis on kaetud Belgias, Saksamaal ja Lätimaal valmistatud asbesttsemendist lamedate või lainjate lehtedega.

Katusematerjalina tuntakse asbesttsementi juba 1900. aastast peale. Tänu ta eemustele võrreldes teiste tulekindlate materjalidega ta vaimustatud esimesed tootjad andsid talle kõlava nimetuse „eterniit", mis ladina keeles tähendab „igavene".

Torude valmistamiseks tarvitati eterniiti juba 1913. aastast peale, mil ta materjalina selleks otstarbeks esmakordselt patenteeriti itaalia aktsiaseltsi „Eterniit" poolt. Esimeses valmistamismenetluses oli palju puudusi, mille kõrvaldamiseks läks hulk tööd ja palju aega. Alles pärast Maailmasõja lõppu hakkas 1920. aastast peale selle tööstusala kiirem areng, peamiselt Itaalias. Tootmismenetluste järkjärguline arendamine tõi kaasa saaduste mihuse tõstmise sel määral, et ka teistes Euroopa riikides hakati tundma huvi asbesttsementtorude vastu. 1926. aastast peale hakkas kiirareng sel tööstusalal kogu maailmas ja 1938. aastal asbesttsementtorude maailmatoodang tõusis 16 miljoni j.-meetrini. Joon. 1 kujutab tööstuse arengut.

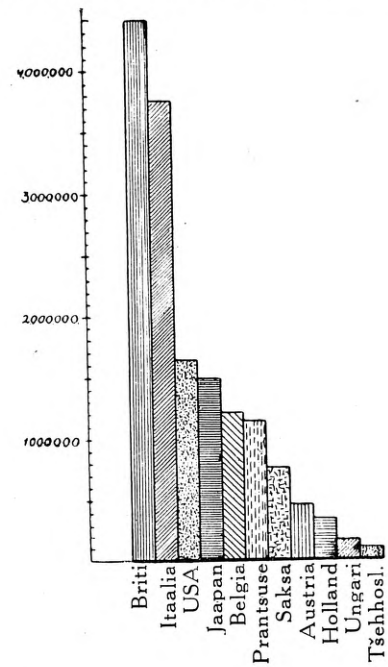
Kuigi asbesttsementtorude kodumaaks alguses oli Itaalia, asub praegusel ajal selle tööstuse poolest esikohal Briti.



Joon. 1. Asbest-tsementtorude aastatoodangu areng.

Joonisel 2 on toodud asbesttsementtorude toodangu tulpdiagramm riikide järgi 1938. aastal.

Siin on tähelepandav asjaolu, et isegi rauarikkad riigid nagu Briti, Ameerika Ühendriigid ja Belgia omavad väga arenenud asbesttsementtorutööstust, mis võib seletada sellega, et asbesttsementtorude eemused on leidnud tunnustust.



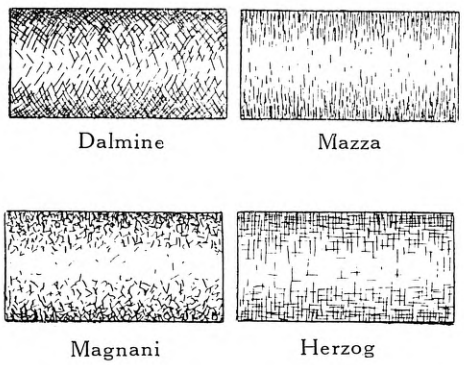
Joon. 2. Asbest-tsementtorude toodang 1938. a.

Asbesttsementtorude valmistamisviise.

Praegusel ajal valmistatakse asbesttsementtorusid mitmesugusel viisil. Neist laiemalt tuntud on neli järgmist viisi:

1. Mazza' menetlus.
2. Dalmine' ,,
3. Magnani' ,,
4. Herzog'i ,,

1. Mazza menetlusel valmistatakse torusid pikkuselt nelja meetrini, kusjuures õhuke asbesttsemendi kangas mähitakse ümber poleeritud terassüdamiku. Menetluse patenteerijaiks olid itaalia insenerid Mazza ja Figari. Praegu töötab selle menetluse järgi aktsiaselts ,,Eterniit", kusjuures 70% torude aasta-kogutoodangust valmistatakse Mazza mentlusel.



Joon. 3. Asbestkiudude asetus asbest-tsementtorudel.

Mazza torusid võib iseloomustada järgmiselt:

a) Torude sisemus on sile ning tihe ja kaetud erilise koorukesega, mis moodustub, kui surve all olev asbesttsementmass puutub kokku sileda metallpinnaga. Selle tõttu mazza-torud evivad võrdlemisi väikest takistust vedelike voolule.

b) Torude välispind on ebatasane ja toorekujuline. Välispinnal puudub kaitsekiht ja selletõttu torud võivad kergesti kannatada välistõhude all. Kui on tarvis lõigata toru pooleks ja lõik ühendada teise toruga, siis säärase ühenduse tegemine on võimalik vaid pärast äralõigatud otsa vastavat töötlemist, sest lõigatud otsa väline läbimõõt üldiselt pole täpne ja on suurem kui muidu torude otsad.

c) Asbestikiud asuvad mähises tangentsiaalselt. Sellepärast mazza-torud evivad suurt sisemise hüdraulilise surve pidavust, samuti külgsurve suhtes, kuid puudumiks on see, et väiksema läbimõõduga torud on väga haprad pikisuunas ja murduvad võrdlemisi kergesti transportimisel ja paigalepanemisel.

d) Asbesttsemendi kangas mähitakse südamikule kontsentriliste kihtidena. Sellepärast kanga kohalikud vead, mis sõltuvad teda kandva kaleviriide seisukorrast, summeeruvad ja koonduvad toru ühte ja samasse põiklõikesse. Sel kombel toru üksikutes kohtades võib esineda suuri vahesid pidavuses. Et iga toru pidavus määratakse ta kõige nõrgema koha järele, siis on arusaadav, et üldiselt on vaja materjali üleliigselt, et kindlustada torule tarvilikku vastupidavust ka kõige nõrgemas põiklõikes.

2. Dalmine menetlusel valmistatakse torusid piiramatus pikkuses, kuid praktiliselt harva üle 6 m. Selle viisi leidur on itaalia firma ,,Stabilimenti di Dalmine" insener A. Rokka. Viis patenteeriti 1928. a. Alul oli firmal kavatsus Dalmine menetlusel kaitsta metalltorusid korrosioonist, kattes need asbesttsementmassi õhukese kihiga, mähkides massi spiraalsete lintidena terastorule. Hiljem hakati asbesttsementmähiseid metallsüdamikelt (torudelt) ära võtma ja nii saadi asbesttsementtorud.

Dalmine-torudel on järgmised omadused:

a) Asbestkiudude suunad ristuvad omavahel ja asetsevad teatava kaldnurga all toru suhtes, mille tõttu torud evivad suurt pidavust niihästi sisemise hüdraulilise rõhumise vastu kui ka külgsurve ja nivendava jõu vastu.

b) Kuigi torude suur pikkus vähendab tarvilike ühendusmaterjalide hulka, siiski kutsub see esile raskusi pealelaadimisel ja vedamisel, millest on tingitud suur murdumiste protsent. Sääraste pikkade torude kohalepanemine on võimalik ainult väga korralikult väljakaevatud ja tasandatud kraavis; seepärast nende suur pikkus polegi alati eemuseks.

c) Torude valmistamine nõuab väga keerukaid masinaid ja nende osavat ning väga tähelepanelikku käitlemist. Sellepärast torude mihus sõltub väga suurel määral juhuslikkusest nende tegemisel.

Dalmine menetlus on võrdlemisi vähetõotav, masinad võtavad palju ruumi ja üks ja sama masin pole küllalt kohane mitmesuguste läbimõõtudega torude valmistamiseks. Ja väga raske on sel menetlusel valmistada torusid läbimõõduga alla 10 cm.

3. Magnani menetlus on patenteeritud Itaalias 1929. a. Esialgu äratas see menetlus üldist tähelepanu oma lihtsuse ja valmistamisseadistu odavuse tõttu, kuid pärast selgusid selle suured puudused.

Sel menetlusel valmistatakse torud mitte asbesttsementmähise keerutamise teel südamikule, vaid nad valatakse asbesttsementmassist ilma asbestkiudude korrapärasuseta. Südamik kaetakse riidega üleliigse vee massist väljatõmbamiseks. Sellepärast asbesttsemendikiht ei puutu kokku metallsüdamiku välispinnaga ega saa tarvilist tihedust ega siledust.

Magnani-torusid võib iseloomustada järgmiselt:

a) Asbestkiududel on kõiksuguseid suunatusi. Et radiaalselt paigutunud asbestikiud ei võta osa tõmbpingete pidamisest, siis sellest osast kiudusid pole mingit kasu. Sellepärast umbes 33% asbestkiudude koguhulgast on raisatud asjata ja teatava pidavuse saavutamiseks peab tarvitatama kas parema mihusega materjali või suuremat materjalihulka.

b) Torude välispind on tasane ja sile, sisepind aga on krobeline (riide jäljenditega ja sagedasti isegi kortsude jälgedega). Sellepärast magnanitorud evivad suurt takistust vedeliku voolule, soodustavad ujuvainete settimist ja seestpoolt korrosiooni tekkimist.

c) Torud harilikult valmistatakse pikkuses 4 m ühel otsal asuva muhviga, mis on selle menetluse teatavaks eemuseks, sest sellega lihtsustatakse ja odavnetakse torude panemine ja ühendamine, kuigi omakorda raskendub pakkimine, vedu ja torujuhtmete parandus, kui üks toru tuleb asendada teisega.

4. Herzogi menetlusel valmistatakse torusid Šveitsi aktsiaseltsi „Eterniit" vabrikus Niederurnenis. Siin asbesttsementlindid mahajooksmisel pappmasina vormeertrummist mähitakse piki- ja põikkihtidena metallsüdamikule.

Torude pikkus, mis on sõltuv vormeertrummi suurusest, harva ületab 3,50 m; tavaline pikkus on 2,50 m. Torude väike pikkus on teatavaks taamuseks, eriti pikkade ja sirgete juhtmete panemisel. Hoonete reovee torujuhtmeteks aga säärane pikkus on sobiv.

Herzogi-torusid võib iseloomustada järgmiselt:

a) Asbesttsementkihtide ristati kombineerimise võimaluse tõttu seinte koetus on nagu vineeritaoline. Asbestkiud toru seinas asuvad osalt pikuti ja osalt põigiti (tangentsiaalselt). Nende torude pidavust on kerge kohandada nõuetele, kusjuures isegi väga väikese läbimõõduga torud pole haprad.

b) Südamikule mähitud torusid hõõrutakse omavahel (kalandritakse) erilistes masinates. Sellepärast ka nende välispind on tasane, sile ning tihe ja kaitsekiht katab torusid niihästi seest- kui ka väljastpoolt.

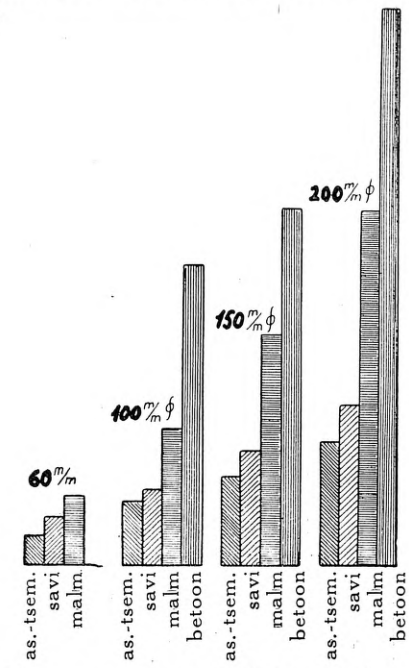
c) Herzogi menetlus sarnleb põhimõtteliselt Mazza menetlusele, sest mõlemail viisel asbesttsement mähitakse kontsentriliselt südamiku ümber. Kuid Herzogi menetlusel on see eemus, et asbesttsementlintide juhuslikud puudumid, mis sõltuvad riide halvast seisukorrast, ei summeeru nagu Mazza menetlusel, vaid hajuvad. Sellepärast herzogitorude põiklõiked evivad suurt ühetaolisust ja on ühetugevused.

Asbesttsementtorude mihustest.

On iseendast mõistetav, et asbesttsementtorude mihused võivad erineda laiades piirides sõltuvalt valmistamiseks tarvitatud aineste mihusest, aineste hulkade vahekorrast massi koostises, menetlusest, valmistamistehnika täiuslikkusest ja paljudest muudest asjaoludest.

Toome siin asbesttsementtorude mihused (katsusaabed) saksa, belgia, inglise ja itaalia vabrikute standardkauba kohta:

1. Torude erikaal kõigub 1,80÷2,10 vahel; seega torumaterjal on neli korda kergem rauast. Arvesse võttes aga, et üheks ja samaks otstarbeks valmistatud malm- ja asbesttsementtorudel seinte paksus erineb, peab möönma, et erikaalude tegelik vahe on väiksem, kuid siiski asbesttsementtorud on 2 kuni 3 korda kergemad kui vastava läbimõõduga malmtorud. Mitmesugustest materjalidest üheks ja samaks otstarbeks valmistatud kanalisatsioonitorude kaalude võrdlus on ette toodud joon. 4.



Joon. 4. Mitmesugustest materjalidest valmistatud kanalisatsioonitorude kaalu võrdlus.

2. Sisemise hüdraulilise surve pidavus määratakse harilikult torudel, mis on 28 päeva vanad. Keskmiselt vastab see pidavus toruseina materjalipingele 150 kuni 190 kg/cm². Esimese 10 aasta jooksul pidavus kasvab pidevalt; on pandud tähele juhtumeid, kus pidavus kasvas 15÷20% võrra.

Torud jaotatakse klassidesse otstarbe järele. Tavaline klassifikatsioon on järgmine:

I klass — äruajuhtivate ja kanalisatsioonivõrkude torud, mis töötavad surveta;

II klass — tarbejuhtmete torud, mis töötavad kuni 10-at-se surve all; iga säärane toru katsutakse vabrikus enne väljalaskmist survele kuni 15 at;

III klass — tarbeveejuhtmete torud, mis töötavad kuni 15-at-se surve all; iga säärane toru katsutakse vabrikus survele kuni 25 at.

Mõned andmed asbesttsementtorude sisemise surve pidavuse kohta on toodud alljärgnevas tabelis teise klassi torude kohta.

Jrk. nr.	Toru sisemine läbimõõt mm	Seinte paksus mm	Purustav sisemine surve atü	Märge
1	60	7,5	42,8	Andmed on võetud Berliini Riiklikust katsumise koja publikatsioonidest
2	100	11,0	42,0	
3	150	15,0	41,9	
4	300	20,0	30,8	

3. Painde pidavus evib suurt tähtsust juhtudel, kui kraavis on ebatasasusi või kui kraavi põhi või sein, millest läbib toru, vajub. Säärastel juhtudel on võimalik toru murdumine, kui ta paindtugevus pole küllalt suur. Alljärgnevas tabelis antakse mõned andmed asbesttsementtorude paindtugevuse kohta, mis on arvutatud järgmiste valemite järgi:

$$K = \frac{M}{W};\quad M = \frac{Pl}{4};\quad W = \frac{\pi}{32}\frac{(d+2s)^4 - d^4}{d+2s} = 0{,}098\,\frac{D^4 - d^4}{D},$$

kus d — toru sisemine läbimõõt;
s — seina paksus;
D — toru välimine läbimõõt.

Jrk. nr.	Toru sisemine läbimõõt, mm	Toetuspunktide vahe mm	Purustav jõud kg	Paindepidavus kg/cm²	Läbipaind toru keskel mm	Märge
1	60	3500	125	307	56,8	II klassi
2	100	3500	289	287	43,0	torud
3	150	3500	1003	300	22,3	

4. Külgsurve pidavus evib suurt tähtsust juhtudel, kui veejuhe või kanalisatsioonitoru pannakse liiklemistee alla. Säärased torud koormatakse liiklevate raskuste mõjul suurte vahelduvate külgjõududega. Vastavate määruste eeskirjad nõuavad, et torud peavad vastu pidama survele kuni 2000 kg ühele j.-meetrile.

Milliseid külgsurveid tegelikult II klassi asbesttsementtorud suudavad taluda, nähtub alljärgnevast tabelist.

Jrk. nr.	Toru sisemine läbimõõt, mm	Toru pikkus, m	Purustav külgsurve, kg	
1	60	1,00	17.890	Tabelist nähtub, et säärasel juhul torudel on olemas vähemalt neljakordne pidavusetagavara
2	100	1,00	9.680	
3	150	1,00	13.240	
4	300	1,00	22.200	

5. Asbesttsementtorude hüdrotehnilised omadused väärivad erilist tähelepanu. Selle küsimuse selgitamiseks on teinud suurt tööd prof. A. Ludin — Berliinis, prof. S. Meyer — Zürichis, prof. A. Stucky — Losannis ja prof. E. Scimeni — Paduas. Nende tööde tagajärjed on peaaegu ühesugused. Näiteks prof. A. Ludin *) on leidnud, et uute sileda pinnaga asbesttsementtorude veevoolukiiruse arvutamiseks, kui kiirused on piirides 0,7 kuni 6,0 m/sek, võib kasutada valemit $V = 134\ p^{0{,}65} \cdot j^{0{,}54}$, kusjuures ümmarguste torude jaoks $p = \frac{d}{4}$ ja $j = \frac{h}{l}$. Tegur **134** iseloomustab torude veeläbijuhtivust. Malmtorudel on see tegur palju väiksem ja nimelt — 110.

Asbesttsementtorudest veetorustiku jaoks, mis oli töös juba 5 aastat, leidis prof. A. Ludin vastava teguri suuruse olevat 140, mis tähendab, et viie tööaasta jooksul vee läbijuhtivus on isegi kasvanud.

Brinkhaus'i järgi on olelemas järgmine sõltuvus: $j = \frac{h}{l} = \frac{k \cdot V^{1{,}75}}{L^{1{,}23}}$, kus k on tegur, mis sõltub torude materjalist ja sisemise pinna seisukorrast. Harilike malmtorude jaoks k = 4,5 ja asbesttsementtorude jaoks k = 3,03. Kuivõrd see tähtis on, näeme järgmisest. Asbesttsementtorudest veejuhe pikkusega 6000 m ja läbimõõduga 175 mm, töötades surve all 45 atü, annab 30 l/sek., kuna samasugune malmtorudest juhe annab vaid 23 l/sek.

Asbesttsementtorude suurem veeläbijuhtivus annab võimaluse veejuhtmete ratsionaalsemaks kasustamiseks.

6. Suurt tähtsust evib ka asbesttsementtorude võrdlemisi väike soojajuhtivus. Uute vene uurimuste järgi $\lambda = 0{,}765\ \frac{kg\ cal}{m^2\ t^\circ}$, mis on 120 korda väiksem, kui vastav tegur raua jaoks. Peab tähendama, et vene uurijad tegid katseid veega täidetud torudega, s. o. asjaoludes, mis vastavad tegelikele oludele.

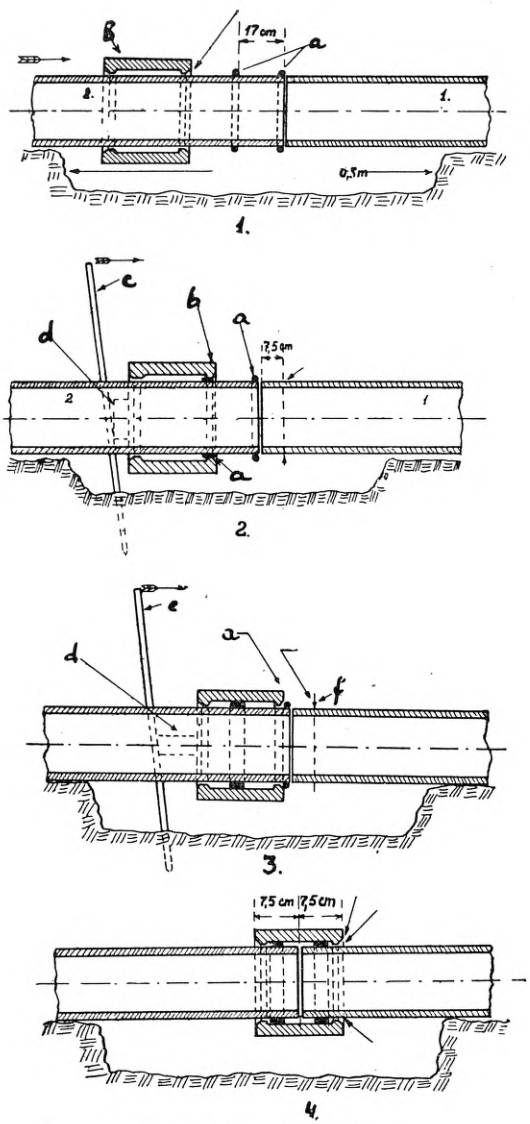
Oma väikese soojajuhtivuse tõttu asbesttsementtorud on vähem külmaohtlikud, lahtised veejuhtmed ei higistu ja läbivoolav vesi säilib püsivalt omal temperatuuril, sest ümbruse temperatuuri mõju on minimaalne.

7. Asbesttsementtorude termiline paisumistegur asub kaunis lähedal raua vastavale tegurile. Vene soojustehnikainstituudi andmeil asbesttsementtorude lineaarne paisumistegur $\alpha = 80 \cdot 10^{-7}$ temperatuuripiirides 15 kuni 120°, kuna raua jaoks tegur $\alpha = 105 \cdot 10^{-7}$. Seda vahet tuleb siiski silmas pidada juhtudel, kui tuleb ühendada asbesttsementosad metallosadega.

8. Asbesttsementmass ei juhi elektrit. Sellepärast ränd-elektrivoolud, mis kutsuvad esile elektrolüüsi ja korrosiooni protsessid metalltorudes, ei avalda mingit kahjustavat tõhu asbesttsementtorudele.

9. Keemiliste tõhude taluvus on asbesttsementtorudel väga suur, mida võib seletada massi tihe-

*) Prof. Dr.-ing. techn. h. c. Adolf Ludin. Ermittelung der Fliesswiederstände in Asbestzementrohren. Institut für Wasserbau an der Technischen Hochschule Berlin. Mitteilung Nr. 13. 1932.



Joon. 5. Simplex-muhv.

dusega ja asbesti esinemisega massis. Vedelikud, mis sisaldavad pH<76 ei avalda materjalile tähelepandavat mõju. Teatavat kahju võivad tekitada agressiivsed söe- ja huumushapped. Kui torustikust läbivoolavad vedelikud või ümbritsev maapõhi sisaldavad neid happeid, siis tuleb katta asbesttsementtorud seest- või väljast- või mõlemilt poolt bituumenkihiga.

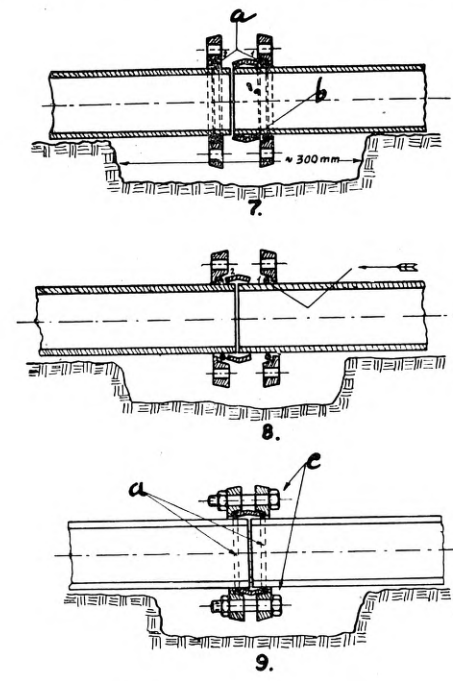
Asbesttsementtorude tarvitamine.

Seni tarvitati asbesttsementtorusid peamiselt tarbe-, sademe- ja reoveejuhtmeteks ja võrdlemisi harva gaasi-, nafta- ja õlijuhtmeteks. See nähtus oli osalt tingitud asjaolust, et harilike torude seinte tihedus ei olnud küllaldane viimaste läbitungimiste vastu, osalt aga asjaoluga, et torude omavaheliseks ühendamiseks tarvitati kõigil süsteemel kummist osi, mis hävinevad viimasena loetletud ainete mõjul. Kuni 1939. a. oli kogu maailmas pandud juhtmeisse umbes 50 miljonit j.-meetrit asbesttsementtorusid, kusjuures kõige vanemad neist töötavad juba 20 a., ja kõigil juhtudel, kus monteerimine oli tehtud õigesti, töötavad juhtmed laitmatult.

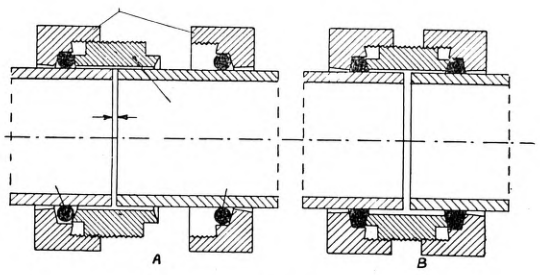
Ehitajad, kel on esmakordselt tegemist asbesttsementtorudega, on mures üksikute torude ühendamisvõimaluste üle, samuti harutorude ja reduktsioonosade ühendamise üle. Sellepärast tuuakse allpool mõned kõige rohkem levinud ühenduste tüübid. Peab tähendama, et üldreeglina asbesttsemendist fassoonilisi osi valmistatakse vaid I klassi torude jaoks, kuna II ja III klassi torude jaoks valmistatakse asbesttsemendist vaid looki; kõik teised fassoonosad aga valatakse malmist. See on seletatav sellega, et fassoonilisi osi tuleb valmistada käsitsi, mille tõttu vajaliku tiheduse ja pidavuse saavutamine on võimatu. Kõigil torudel, välja arvatud mangani-torud, muhvid puuduvad ja torud evivad silindrilist kuju. Säärased torud ühendatakse omavahel eriliste ühendusmuhvidega, millest kõige rohkem tarvitatakse simplex- ja Gibault' muhve ning muhvi pealelõigatud vindiga.

1. Simplex-muhv kujutab endast asbesttsementhülssi, mis tõmmatakse üle ühendatavate torude otste. Hülsi sisemine pind on treitud teatava profiili järele. Torude põkk tihendatakse kahe kummirõngaga, mis veeretatakse muhvi alla. Simplex süsteemi kokkupanek toimub kahe maasse löödava kangi abil. Kokkupanemise üksikud momendid on näidatud joon. 5, kus a on kummirõngad, b — simplex-muhv, c — kang, d — puitvahetükk ja f — kriips muhvi liikumispiiri tähistamiseks.

Kummirõngaste ea kestvuse kohta on avaldatud kahtlust. Kuid Prantsusmaal juba ammu tarvitatakse laialdaselt põkutihendiseks kummit. Ka Itaalias Turini linna gaasivalgustuse malmtorustiku muhvid on varustatud kummirõngastega ja teeni-



Joon. 6. Gibault-muhv.



Joon. 7. Kruvimuhv.

vad juba üle 50 a., kusjuures kummirõngastes pole defekte ilmnenud. Roomas vana malm-veetorustiku lahtivõtmisel 9500 m pikkusel, mis oli töös umbes 34 a., selgus, et kummirõngad olid täiesti elastsed. Pimeduses, niiskuses, madala temperatuuri käes ning piiratud õhu-juurdepääsul võivad õigesti valmistatud kummirõngad säilida väga kaua.

2. Juhtudel, kui simplex-muhvide kasutamine pole võimalik, kasutatakse Gibault muhvi. Viimane koosneb kumerast malmvaherõngast, mis surutakse kahelt poolt kokku kahe malmist ribirõngaga. Need ribirõngad tõmmatakse kokku poltidega. Kumera vaherõnga ja ribirõngaste vahele pannakse kaks kummirõngast, mis surutakse toru seina ja muhvi vahele, tihendades sellega torude põkud. Gibault muhvi kokkupanek on näidatud joon. 6, kus a on kummirõngad, b — malmvaherõngas, c — ribirõngas.

Ühendus Gibault muhviga on väga lihtne kokku panna ja elastne ning sellepärast sageli tarvitatav. Pärast kokkupanemist tuleb muhv katta bituumeniga korrosiooni vastukaitseks.

Kui metallosad ei ole soovitavad, siis Gibault muhvi asemel võib tarvitada kruvimuhvühendust, kus muhvile on peale lõigatud vint. See ühendus sarnleb Gibault ühendusele, kuid malmosad on asendatud asbesttsementosadega.

Kruvimuhvi skeem on näidatud joon. 7.

Praegusel ajal valmistatakse vastavates vabrikutes asbesttsementtorusid sisemiste läbimõõtudega 50 kuni 350 mm; paljudel juhtudel võivad need eduga asendada malmtorusid.

Lõppeks.

Asbesttsementtorud uue esemena Balti riikide ehitusasjanduses peavad veel näitama oma võimeid. Kui ehitajad suhtuvad nende torude vastu küllaldase tähelepanelikkusega, siis, arvesse võttes kõike eespooltoodut, pole põhjust kahelda selles, et asbesttsementtorud suudavad tõendada oma häid omadusi ja leiavad tegelikus elus tarvitamist. Sellega pehmendame raskusi, mis on praegu üles kerkinud metallide puuduse tõttu, ja ehitamine sel alal võib takistamatult edasi kesta.

Е. ЛЕЯ: АЗБЕСТО-ЦЕМЕНТНЫЕ ТРУБЫ.

Автор приводит данные о применении азбесто-цементных труб в настоящее время, когда недостаток металлов в связи с войной ставит в порядок дня вопрос о замене металлических труб трубами из других материалов. В статье приводится описание труб, изготовленных по различным способам: 1) Mazza, 2) Dalmine, 3) Magnani и 4) Herzog, а также дается сравнение этих способов. Далее приведены данные о сопротивлении азбесто-цементных труб разных диаметров, способах их укладки и конструкции стыков.

Korsten käitisinseneri huviobjektina.

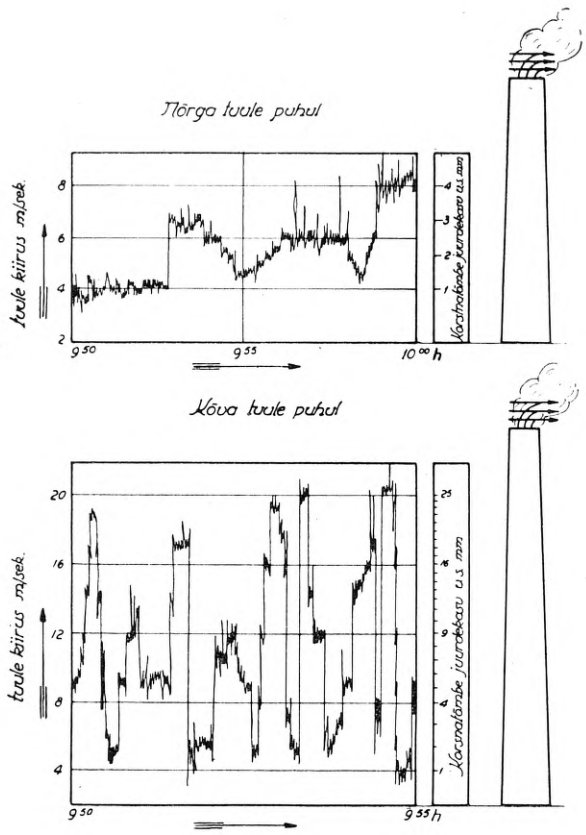
Dipl. ins. Jaan Tammsaar. (Järg.)

Joonis nr. 42 kujutab Barkov'i meetodi järgi automaatselt registreeritud tuule kiirusi korstnasuudme kohal ja korstnatõmbe juurdekasvu v.-s. mm-tes sõltuvalt neist kiirusist. Erilist tähtsust evib seejuures nähtus, mis käitistes tuntakse korstna tagasitõmbamise nimetuse all. Seda nähtust põhjustavad hoogtuulte imeval tõhul korstna ülaosas tekkivad tühjused, mis tuulehoo möödudes kiiresti täituvad. See täitumine aga ei sünni suuremate hõõrtakistuste tõttu mitte läbi kolde ja suitsukäikude, vaid ülaltpoolt, läbi korstna suudme, mistõttu suitsgaaside läbivool korstna ülaosas võtab ajutiselt vastupidise suuna.

Hoogtuule tõhu korstnatõmbusele on võimalik täpselt jälgida korstna jalas registreeritud tõmbuskõverate najal (joon. nr. 49). Tuule tugevnemisel tekkinud tõmbuse kõrgpunktile järgneb korstna tagasitõmbamise mõjul järsk langus, andes neile kõveraile omapärase sakilise kuju. Küllalt sageli juhtub sealjuures, et tõmbelanguse mõjul tuulise ilma ja madala korstna puhul katlauste avamisel tuleleegid löövad koldest välja, põhjustades ettevaatamatu käitumise puhul õnnetusjuhtumeid kütjatega. Selle ohu vältimiseks tavaliselt ehitatakse korstnad ligi 15% võrra pikemad esialgselt arvutletud suurusest.

Peale eespool loetletud tegurite võivad põhjustada liigtõmbust ja tõmbekõikumisi ka välisõhu temperatuurimuutused sõltuvalt aastaaegadest ja vajadus korstna pikkus määrata selline, et ta suudaks anda küllaldast tõmbust ka kuumadel tuulevaiksetel suvepäevadel. Kuna selliseid päevi on aastas vähe, siis korstnad tekitavad enamiku aja jooksul liigset tõmbust.

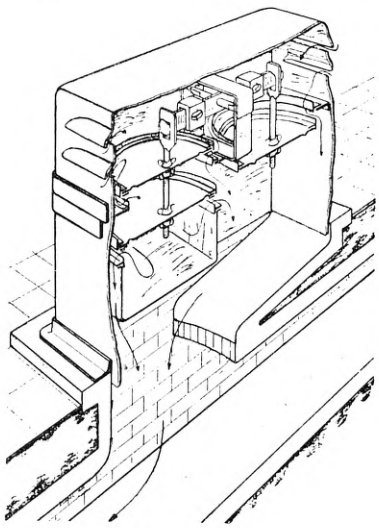
Arvukad katsed tõendavad, et ebaühtlane ja liigtõmbus tekitab seadmeis nii surve- kui ka temperatuurikõikumisi ja teisi ebasoovitavaid kõrvalnähtusi, mis põhjustavad majanduslikke kahjusid.



Joon. 42.

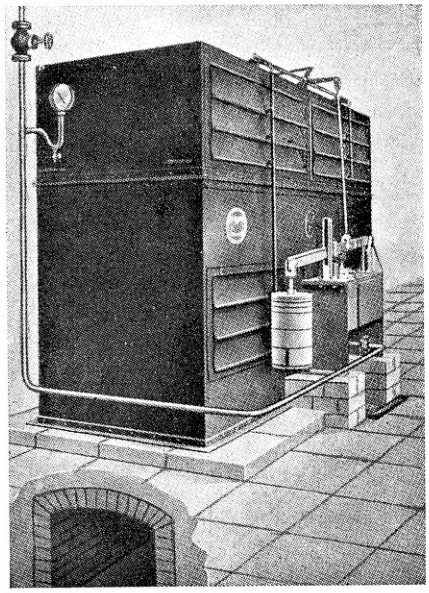
Nende vastu võitlemine kuulub kahtlemata aktuaalsemate probleemide hulka tänapäeva käitistes.

Tõmbuse käsitsireguleerimine korstnasiibri abil ei võimaldanud kahjuks saavutada rahuldavaid tulemusi. See ei ole ka siis läbiviidav, kui kütja kogu oma tööaja pühendaks ainuüksi korstnasiibri reguleerimisele. On selge, et käsitsi ei ole võimalik õigeaegselt reageerida enamikus kaunis kiiresti tekkivatele ja sama kiiresti mööduvatele tõmbuse kõikumistele korstnas ja koldes ega korstnasiibreid käsitsi õigeaegselt sulgeda või avada, kuna kütja



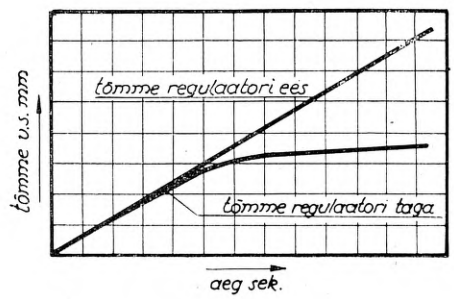
Joon. 43.

tavaliselt tõmbuse tugevnemist võib panna tähele alles siis, kui tõmbekõikumised on juba avaldanud oma kahjulikku mõju koldele. Siibrite reguleerimine võib selletõttu järgneda alles tugeva hilinemisega.



Joon. 44.

Selle raskuse kõrvaldamiseks leiutati nn. tõmberegulaator, mille abil osutub võimalikuks automaatselt piirata korstna tõmbust ja kaitsta teda ebasoovitavate kõrvaltõhtude eest. Niisuguse korstnaregulaatori tarvitusele võtmisega on saavutatud väga häid tagajärgi, mistõttu välisriikides ta on võrdlemisi kiiresti levinud. Joon. nr. 43 kujutab sellise regulaatori läbilõiget.



Joon. 45.

Regulaator automaatselt reguleerib tõmbuse tugevust kõrvalt-õhu sissejuhtimise teel korstnakanalisse.

Tõmberegulaatori seesmine konstruktsioon sarnleb kaalule, mille õlgadel ripuvad taldrikventiilid (joon. nr. 43). Ventiilesse tõhub altpoolt korstnatõmbus, ülaltpoolt atmosfäärirõhe. Hüvakut üksikventiili ja vasakut ülemist ventiili õhuvool läbib ülalt, kuid vasakut alumist altpoolt. Viimase all on silindrikujuline ruum, mis on esiseina avause kaudu ühenduses välisõhuga. Kui asetada regulaator lahtisele avausele korstnakanali peal, siis tõmbuse mõjul kaalu parem õlg langeb ühes ventiiliga alla.

Vasakule õlale vihi asetamisega saame kaalu tasakaalu viia. Kaalu õlgade kallet ja ventiili avasid reguleerides on võimalik korstnasse voolava kõrvalt-õhu abil hoida korstnatõmbus püsivalt soovitud tasemel. Kui atmosfäärilised mõjud või äragaasi temperatuurikõikumised vahelduvate koormatuste puhul püüavad vähendada või suurendada korstnatõmbust, kalduvad ventiilid hetkeks välja algseisundist ja lasevad nõnda palju lisaõhku korstnasse, kui palju läheb tarvis tõmbekõikumiste vältimiseks.

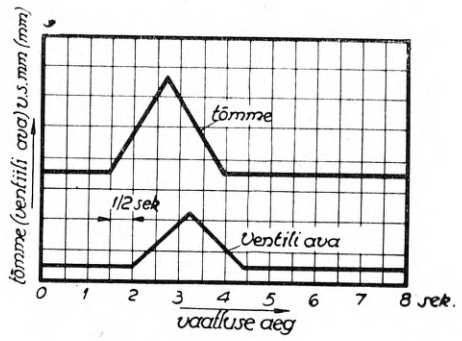
On veel võimalik väga muutliku koormatusega aurukateldel erirakise abil ühendada regulaatori õhusisselaske-žaluziid katlarõhkega (joon. nr. 44).

Aururõhu lähenedes 0,4 at kaugusele manomeetril märgitud ülemisest kontrollpunktist, aurukolvist koosnev rakis avab automaatselt regulaatori õhužaluziid, suurendades seega kõrvalt-õhu läbivoolu läbi regulaatori korstnasse ja vähendades korstnatõmbust kuni katlarõhu stabiliseerumiseni. Katlarõhu langemisel alumise kontrollpunkti lähedusse, toimub samane rakise tõhu vastupidises suunas.

Regulaatori tõhu korstnatõmbusele näitab joon. nr. 45.

Sirge kujutab korstnas kõvenemist hoogtuule tõhul regulaatori eel ja kõver kujutab reguleeritud tõmbust regulaatori järel. Nagu näitab diagramm nr. 46, ajavahemik tõmbuse kõvenemise ja regulaatori tegevusse astumise vahel võrdub umbes $^1/_2$ sekundile.

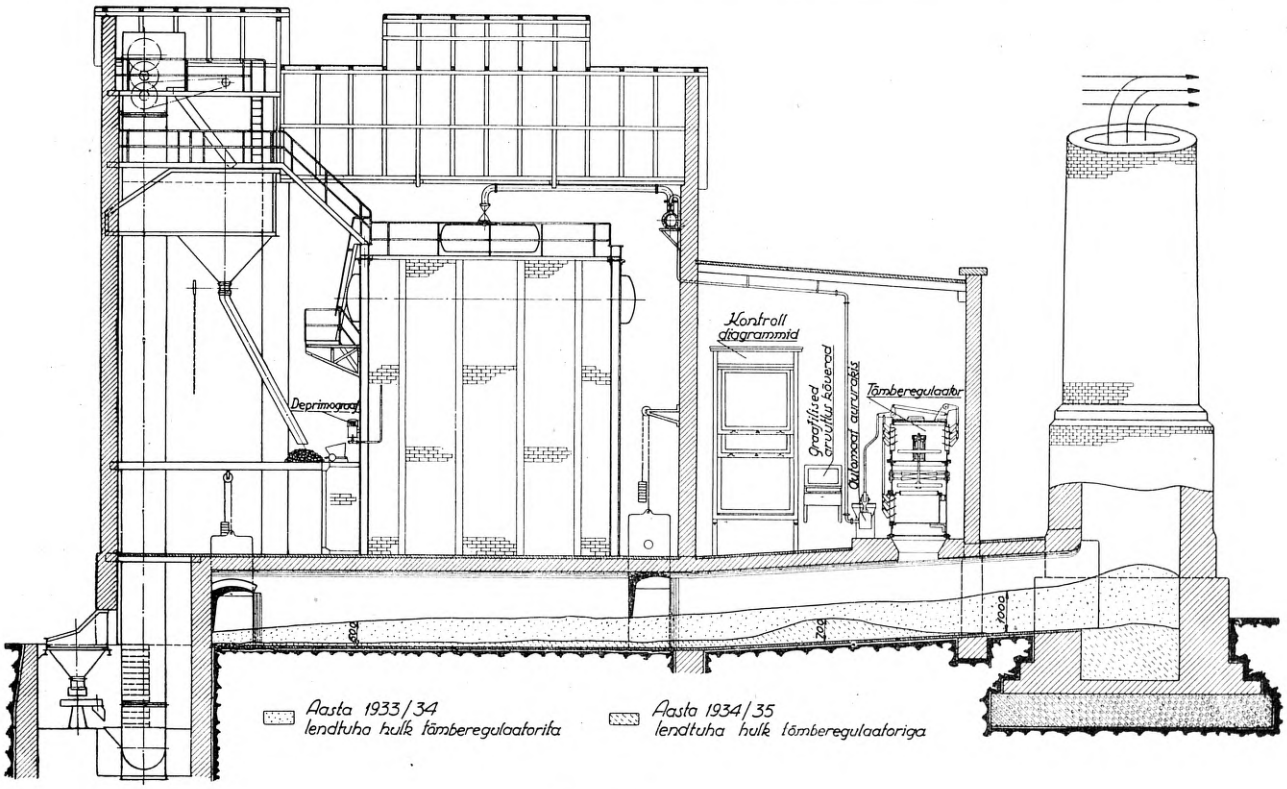
Ülemisest kõverast nähtub tõmbuse tõus tuulehoost, alumisest nähtub regulaatori ventiilide vastav liikumine. Reakts'ooni kiirus on küllaldane



Joon. 46.

tõmbuse ühtlustamiseks, mida tõendavad korstnajalas üles võetud tõmbediagrammid (joon. nr. 49). Sellise rakisega seoses eespoolkirjeldatud deprimograafiga ja resti ees asuvate õhužaluziidega kütja suudab reguleerida katelt ligikaudselt ideaalsetes piirides, nagu seda tõendavad arvukad katsed.

Sel teel teostatud katla reguleerimine ja kontrollimine kindlustavad enam-vähem ühtlast põlemist igasuguste koormatuste puhul, õhuliia optimumi ja temperatuuri tuleruumis ja samal ajal ka ühesugust sooja ratsionaalset ülekannet küttepinnale kiirgamise teel. Erilist tähtsust evivad niisugused kontrollimised altõhuga töötavatel restidel, kuna just nende juures, kus kütjal puudub igasugune orienteerumisvõimalus, on liigtõmbuse ja kahjuliku surve tekkimise hädaoht suitsukäikudes kõige suurem. Niisugustel juhtumitel on soovitav ühendada altõhurakis ja õhužaluzii nõnda, et reguleerimisel ühe avanedes teine automaatselt sulgub.



Joon. 47.

Kui kasutada tõmberegulaatorit ja õhužaluziisid seoses deprimograafiga, siis osutuvad kõik teised kallid ja raskelt korras peetavad kontrollseadised (eriti CO_2, $CO+H_2$ registreerijad jne.) ülearusteks. Eriti vähemates ja keskmistes vahelduva koormatusega töötavates käitistes ja põllumajandusliku iseloomuga elektrijaamades on niisugune odav ja tõhus kolde seadme kontrollimisvõimalus kohane, tõstes märksa seadme keskmist tõhutegurit ja omakulu ja surudes alla tõmbuse tarvidust. Sellistes elektrijaamades on näiteks 6500 kcal küttevääruse kivisöe puhul kontrollrakiseta raske

AURUSAAMISPROOVI SAABED:

		Regulaatoriga		Regulaatorita	
Proovi kuupäev		7. XI 34	8. XI 34	9. XI 34	10. XI 34
Proovi kestus	h	6,0	6,4	6,1	5,0
Katla andmed:					
Küttepind (83+189+189=)	m^2	461,0	461,0	461,0	461,0
Katlarõhk	atü	8,0	8,0	8,0	8,0
Treppresti pind	m^2	14,9	14,9	14,9	14,9
Põletis: Ülemsileesia pähkelsüsi I:					
Küttevääruse (alam-)	kcal/kg	6766,0	6766,0	6766,0	6766,0
Põletisekulu proovi kestel	kg	4500,0	5000,0	5165,0	4200,0
Põletisekulu tunnis	kg/h	750,0	784,0	847,0	840,0
Restikoormatus	kg/m^2/h	50,3	52,6	56,8	56,4
Toitevesi:					
Veekulu proovi kestel	kg	32421,0	36217,0	31550,0	25463,0
Veekulu tunnis	kg/h	5403,0	5677,0	5170,0	5093,0
Küttepinna koormatus	kg/m^2/h	11,7	12,3	11,2	11,0
Toitevee temperatur	°C	61,1	53,0	53,0	42,0
Aur:					
Töörõhk	atü	6,7	6,6	5,8	5,3
Baromeetri seis	Hg s. mm	745,0	750,0	750,0	752,0
Küllastatud auru temperatuur	°C	167,0	167,0	163,0	160,0
Küllastatud auru soojasisaldus	kcal/kg	660,4	660,4	659,0	658,0
Aurus kasustatud soojahulk ($\lambda=i-t_v$)	kcal/kg	599,3	607,4	606,0	616,0
Äragaasid:					
Äragaaside temperatuur	°C	251,0	245,0	271,0	279,0
CO_2-sisaldus äragaasides	%	9,1	9,6	6,5	6,7
Liigõhutegur		2,0	1,9	2,6	2,9
Õhu temperatuur	°C	15,3	9,8	25,0	25,0
Aurustusarv:					
a) bruto (1 kg sütt aurustas)	kg/kg	7,2	7,3	6,1	6,1
b) neto (1 kg sütt andis normaalaurus)	kg/kg	6,7	6,9	5,8	5,9
Katla tõhutegur:	ηk	63,6	65,0	54,7	55,2

Soojabilanss 1 kg söe kohta:

Soe kasustati või hajus:

	kcal/kg	%	kcal/kg	%	kcal/kg	%	kcal/kg	%
aurus	4303	63,6	4398	65,0	3701	54,7	3735	55,2
korstnas	1140	16,9	1075	15,9	1665	24,6	1665	24,6
muud soojakaod	1323	19,5	1293	19,1	1400	20,7	1366	20,2
1 kg kivisöe alam-küttevääruse kcal	6766	100,0	6766	100,0	6766	100,0	6766	100,0

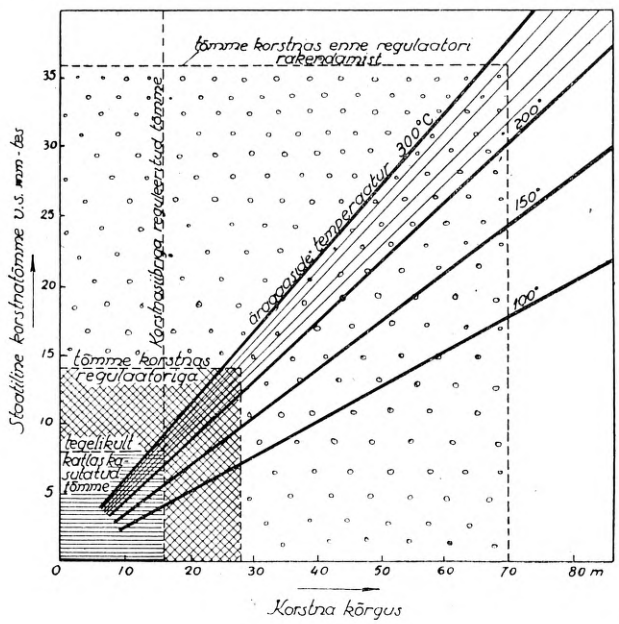
Saavutatud säästu arvutlus:

1 kg sütt andis auru, kg	6,73	6,93	5,8	5,83
1 kg auru vajas sütt, kg	1 : 6,73	1 : 6,93	1 : 5,8	1 : 5,83
1000 kg auru vajas sütt, kg	1000 : 6,73 =148,5	1000 : 6,93 =144,5	1000 : 5,8 =172,5	1000 : 5,83 =171,5
	293,0		344,0	
Sääst kg			344,0−293,0=51,0	
Sääst %			51,0 : 344,0×100=**14,8**%.	

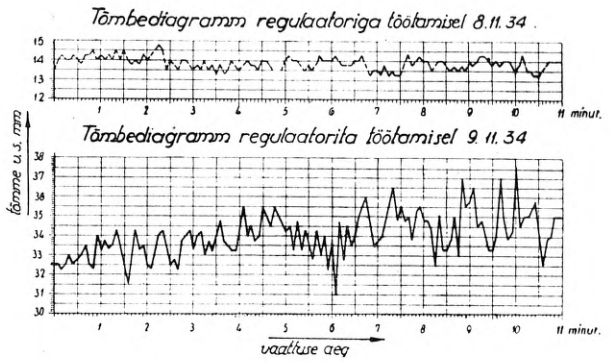
saavutada alla 1,9 kg/kWh söetarvitust, kuna põlemise (tõmbuse) heade reguleerimisvõimaluste juures, ka vähema öise koormatuse puhul, on samas seadmes kergesti saavutatav keskmine päevane söetarvitus kuni 1,3 kg/kWh.

Korstnatõmbuse reguleerimise osatähtsust käitises ja eeskujulikult reguleeritud tõmbusega saavutatud tagajärgi selgitab järgmine näide:

Pooseni raudteetehastes rakendati kolmele vanemat tüüpi treppretiga ja käsitsipealepanemisega Babcock-Wilcox-katlale tõmbuse automaatne reguleerimine ja koostati iga päev soojabilansid lihtsustatud graafilise arvutlusmeetodi järele (joon. nr. 47). Teedeministeeriumi soojustehnilise büroo esindajate juuresolekul, kelle kasutada oli mood-



Joon. 48.



Joon. 49.

sate mõõteriistadega varustatud soojustehniline kontrollvagun, teostati pealeselle ühekordsed üksikasjalikud mõõtmised, mille saabed on toodud tabelis lk. 145.

Mõõtmiste harukordset täpsust tõendab saavete ühtlus mitmel üksteisele järgneval päeval. Nende kestel teostati täpseid vaatlusi tuule tõhu kohta tõmbuse ja põlemisprotsessi. Tõmbuse tugevust korstnas regulaatorita ja regulaatoriga kujutab joon. nr. 48.

70 m kõrge müüritud korsten tekitas regulaatorita kuni 37 v.-s. mm tõmmet, mis piirati regulaatori abil alalise kõrvalt-õhu vooluga 14 v.-s. mm-le. Sellest tõmbest kasustati korstnasiibriga piiramise teel vaid 7 v.-s. mm, s. t. seade töötas tegelikult justkui 15 m kõrguse korstnaga. Korstnasiibri täielise avamisega saadakse 14 v.-s. mm tõmmet, mis vastab umbes 28-m-sele korstna kõrgusele. Vahe 7-st kuni 14 v.-s. mm-ni on tagavara, mida kütja kasutab oma äranägemisel vastavalt olukorrale koldes ja käitises.

Katsude ajal registreeritud tõmbekõverad on kujutatud joon. nr. 49.

(Järgneb.)

Tehnika teateid.

THIOKOOL.

Kuna kautšuk ei evi küllaldast vastupanu tursumisele aromaatsete süsivesinike nagu bensooli jt. tõhul, on otsitud uusi teid ta asendamiseks kohtades, kus eriti tuleb arvestada tursumiskindlusega. Üheks sarnaseks materjaliks oleksid enamvähem tursumiskindlad, kummiomadustega kondensatsiooniproduktid, mis tekivad alkalipolüsulfiidi reageerimisel polühalogeensüsivesinikkudega. Nendest lihtsaimaks ja tuntuimaks on thiokool, mis on eriti vastupidav tursumisele.

Thiokool on polümeerne ühend $(C_2H_4S_4)x$, mille koosseis on: 82% S, 15,5% C ja 2,5% H_2. Kondensatsioonreaktsioon thiokooli valmistamisel läheb etüleenkloriidi ja naatriumpolüsulfiidi vahel järgmiselt:

$$Cl \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot Cl + NaS_4Na \rightarrow ClCH_2 \cdot CH_2 \cdot S_4Na + NaCl;$$

$$Cl \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot S_4Na + Cl \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot S_4Na \rightarrow$$
$$\rightarrow ClCH_2 \cdot CH_2 \cdot S_4CH_2 \cdot CH_2 \cdot S_4Na \ldots\ldots$$
$$\rightarrow CH_2 \cdot CH_2 \cdot S_4 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot S_4 —$$

Tööstuslikult thiokooli valmistamiskäik on võrdlemisi lihtne. Suurde reaktsiooninõusse lastakse voolata kindlates vahekordades etüleendikloriidi ja naatriumpolüsulfiidi, mis üksteisega reageerivad. Püsiva segamise puhul reaktsioon kestab umbes 5 t. Kondensatsiooniprodukt tekib kompaktse massina, mida on väga raske puhastada ja mille koostis pole homogeenne. Patenteeritud töötlusviiside järgi aga on võimalik thiokooli saada peene vesisuspensioonina, mida on kerge puhastada. Mineraalhappe mõjul suspensioon koaguleerub. Tekkinud käsnataolisest massist pressitakse vesi välja ja produkt valtsitakse toorthiokooliks.

Analoogiliselt kautšukile kasutatakse thiokooli omaduste parandamiseks vulkaniseerimist, mis thiokoolil kujuneb vaid polümerisatsioonprotsessi edasijätkamiseks. Vulkaniseerimise juures pehmendajana tulevad arvesse difenüülguanidiin ja tetrametüülthiuramdisulfiid. Vulkanisatsioonvahendina kasutatakse tsinkoksüüdi, kuna väävlit ei tarvitata. Vulkanisatsioon toimub

135—140° käes 30÷50 min. kestel. Vulkaniseeruva segu koostis:

100,0 thiokooli,
0,2 difenüülguanidiini,
0,1 tetrametüülthiuramdisulfiidi,
10,0 tsinkoksüüdi,
30,0 gaasinõge.

Enamasti lisandatakse segule veel 5—10% kautšukit, et produkt end laseks paremini töötleda. Töötlus sünnib samade masinatega mis kautšukilgi. Töötlemisel tuleb arvestada silmi ohatavate gaasidega, mis thiokoolist hakkavad erituma 70—80° C käes. Nähtus on tingitud etüleendikloriidi ebapuhtusest.

Thiokooli füüsikalised omadused nagu tõmbtugevus, venitatavus ja elastsus on palju halvemad kui loomulikul või sünteetilisel kautšukil:

	kautšukil	thiokoolil
tõmbtugevus	250 kg/cm²	50 kg/cm²
venitatavus	1000	500
elastsus	80	12

Kitsendusi toob thiokooli kasutamisele ka veel see, et ta on tarvitatav vaid temperatuurivahemikus —20° kuni 75° C.

Mis aga thiokooli teeb tehniliselt tähelepandavaks, on ta eriline vastupidavus solventidele. Nimelt thiokool ei lahustu üheski orgaanilises solvendis ja tursub, võrreldes kautšukiga, solventide tõhul väga väikesel määral. Isegi aromaatsed süsivesinikud nagu bensool ja toluool, edasi alifaatsete süsivesinike halogeenderivaadid nagu tetrakloormetaan, tõhuvad väga vähe. Väävelsüsinikus on thiokool veidi tursuv; ometi pole ka siin võimalik tõelist lahust saada. Anorgaaniliste vedelike suhtes aga ta pole vastupidavam kautšukist. Kontsentreeritud happed, iseäranis väävel- ja lämmastikhape laostavad thiokooli, kuna siiski soolhappe tõhule ta peab vastu. Kangete leeliste tõhul ta kõveneb kiiresti; nõrgad leelised aga tasse ei tõhu kuigi suurelt. Vastandina kautšukile ei avalda ei [illegible] ega päikesevalgus mingit mõju thiokoolile. Samuti ei halvenda ta omadusi vananemine. Ainukene oluline lisand thiokoolsegus, mille omadused ajajooksul võivad muutuda, on kautšuk.

Niiskuse suhtes avaldab thiokool samuti suuremat kindlust kui kautšuk; ta hügroskoopsus on vaid $^1/_5$ kautšuki omast. Elektrilised omadused on tal samased mis kautšukilgi. Gaaside läbilaske suhtes on ta tihedam kui kautšuk. Sagari järgi ühe at. rõhu all oleva vesiniku läbitungivus thiokoolist oli 30 korda väiksem kui kautšuki puhul.

Tehnikas on thiokool tarvitamist leidnud kohtades, kus kautšukit pole võimalik kasutada kas orgaaniliste solventide või osooni või päikesevalguse tõttu. Näiteks õlikindlateks lõdvikuteks, mis eriti USA-s on tarvitamist leidnud. Samuti tarvitavad ameeriklased thiokooli ka kaablite kattekihiks seatina (Pb) asemel kui ka isolatsiooniks. Et osoon thiokoolisse sugugi ei tõhu, on ta eriti hea isolaator kõrgpingeseadetes. Thiokooli tarvitatakse ka klišeede materjaliks, kuna ta on püsiv trükivärvide agressiivse tõhu vastu. Viimasel ajal tarvitatakse teda ka kautšukartiklite kattekihina. Näiteks thiokoolikihiga kaitstakse kummivaltse, mis paljudes tööstusharudes leiavad tarvitamist, hävitavalt tõhuvate kemikaalide vastu.

Dr. G. Proske, Über Thiokol. Angew. C. 52, 344 1939). **E. P.**

ÕHUKAITSEJUHENDEID AURUKATELDE OMANIKELE.

Õhurünnaku korral peame arvestama katlast auruvõtmise järsu langemisega jõumasinate, kütteseadmete jne. ootamatu hulgalise väljalülitamise tagajärjel; samuti võib esile tulla ka äkilist liialdatud auruäravoolu purustatud torustiku kaudu. Neist erakorralistest asjaoludest tingituna on kateldega võimalik õnnetusi. Käitumist kateldega ülaltähistatud eriolukorras ei käsitleta tavaliselt katelde käitlemisjuhendites. On aga loomulik, et õhurünnaku korral tuleb nii katelseadmete ohutuse seisukohast kui ka teistel kaalutlustel talitada aurukateldega vastavalt eriolukorrale.

Põhimõte on, et sääraseski olukorras peab välditama nii liigrõhu tekkimine kui ka veepinna liigne langemine katlais.

Nende sihtide saavutamiseks soovitatakse (vt. Arch. f. Wärmewirtsch., Bd. 21, nr. 4):

1) sulgeda suitsusiiber (korstnasiiber),
2) lõpetada kütmine, seisma pannes mehaaniline põlemisseade,
3) tõmmata tuli tulilast välja või summutada tuhaga või muu säärase ainesega (näit. liivaga),
4) toita katel veega kõrgeima määrani,
5) reguleerida katla edasine toitmine vastavaks aurukulule,
6) sulgeda veeväljalaskeventiil ja
7) avada auruväljalaske-abiventiil katla aururõhu tõusu vältimiseks auruvõtmise järsul ärajäämisel.

Need ettevaatusabinõud sarnlevad neile, mis tuleb kohaldada katelde juures tulekahjugi korral.

Selgituseks oleks ütelda, et punktides 1—6 toodud tehted kuuluvad tavaliste liiki aurukatelde juures, kuid auruväljalaske-abiventiili kasutamine aga osutub erakorraliseks abinõuks. Auruvõtu järsk langemine kutsub esile jõuse auruväljavoolu läbi kaitseventiilide, mis tõmbaks enesele tähelepanu vaenlase ründejõudude poolt. Sellest seisukohast tuleb aur abiventiilist juhtida korstnasse. Sellise abiventiili puudumisel tuleb teostada auru väljalaskmist rõhke vähendamiseks katlas mõnel muul teel, pidades siiski võimalust mööda silmas vajadust võimalikult vähem pöörata ründaja tähelepanu katla asukohale. Abiventiil tuleb valida läbimõõdult nii suur, et ta suudaks peale auruvõtu lakkamist 10 minutiga aururõhu katlas alandada umbes 3÷4 atmosfääri võrra.

Ülaltoodu kehtib nii jõuaurukatelde kui ka küttekatelde kohta. **H. T.**

TEEDEMINISTRI POOLT ANTUD AJUTINE ÜLDJUHEND TUHAKIVIDE TARVITAMISE KOHTA.

A l u s: Ehitusseadus (RT 1939, 42, 333) § 11 p. 7.

§ 1. Käesolevad eeskirjad kehtivad põlevkivituhast ja liivast (tarbekorral lubja lisandamisega) valmistatud ja aurusurve all kõvendatud ehituskivide kohta.

§ 2. Tuhakividest ehitise projekti võib kinnitada, kui projektile on ära tähendatud seinte konstruktsioon, millest nähtuks projekti vastavus käesoleva määruse §§ 3—5 nõuetele.

§ 3. Tuhakivide tarvitamine välisseintes on lubatud alates neljandast kivireast sokli pealt, kuid mitte madalamal kui 60 cm maapinnast, kui seinad kaetakse väljastpoolt poole kivi paksuse tellis- või silikaatkividest kihiga või looduslikest kividest kihiga.

§ 4. Tuhakivide tarvitamine vaheseintes on lubatud alates neljandast kivireast keldri põranda või alusmüüri pealt, kuid viimasel juhul mitte madalamal kui 30 cm maapinnast.

§ 5. Tuhakive ei ole lubatud tarvitada:

1) korstnalõõride ehitamiseks välisseintes, seintes vastu kütmata ruume ja pealpool pealmise korra lage;
2) niiskusrikaste ruumide nagu vannitubade, köökide, pesuköökide jne. õhulõõride ehitamiseks ning
3) allpool maapinda asuvate välismüüride ja nende voodrite ehitamiseks.

§ 6. Tuhakividest müüritus peab olema tehtud segasegul, milles tsement peab moodustama vähemalt $^1/_{12}$ liiva mahust ja lubjatainas vähemalt $^1/_6$. Tuhakividest müürid peavad olema eraldatud horisontaalsihis teistest kivimüüridest niiskuskindla isolatsiooniga.

§ 7. Kandvates ehitusosades tarvitatavate tuhakivide surutugevus peab olema vähemalt 100 kg/cm², mis puhul kohandatakse telliste kohta kehtivaid lubatavaid pingeid. Vähema surutugevusega tuhakivid peavad tehase poolt müügile laskmisel olema vastavalt märgitud.

§ 8. Tuhakivide soojajuhtivuse arv λ ei tohi ületada 0,6 kcal/mh°C 15 kaaluprotsenti niiskuse juures.

Tallinnas, 6. mail 1940.

Kroonika.

EIÜ ERAKORRALINE PEAKOOSOLEK

peeti EIÜ ruumes 14. juunil 1940. Koosoleku avas EIÜ esimees ins. A. Velner kell 21.00.

P ä e v a k o r d:

1. Koosoleku rakendamine.
2. Põhikirja muutmine.
3. Koosolekul ülestõstetud küsimuste arutamine.

1. Koosoleku juhatajaks valitakse ins. K. Ipsberg ja protokollijaks ins. O. Tedder.

2. EIÜ esimees ins. A. Velner selgitab ja põhjendab juhatuse ettepanekut põhikirja muutmise kohta. Põhikirja muutmise põhjuseks on soov tõmmata ühingu töösse kaasa kõrgema hariduseta tehnika alal tegelevaid juhtivaid isikuid kaashuvilastena.

Põhikirja muutmisettepanekute vastuvõtmise korra kohta võtavad sõna ins.ins. M. Mardi, V. Võhrmann ja V. Vöölman. Ins. V. Vöölmani ettepanekul otsustatakse harutada alguses olulisem § 5 ja siis teised paragrahvid üksikult.

§ 5 võetakse vastu kõigi koosolijate häältega ühe erapooletuks jäämisel.

Järgnevalt võetakse ühel häälel vastu kõik põhikirja muudatusettepanekud juhatuse poolt ettepandud kujul väikeste redaktsiooniliste muudatustega. Põhikirja üksikud paragrahvid on muudetult järgmised:

Ühingu eesmärk ja õigused.

§ 2. Ühingu eesmärgiks on:

1) koondada Eestis insenere ja tehnika alal tegelevaid kõrgema haridusega isikuid kutseliseks ja tehnikateaduslikuks koostööks ja seltskondlikuks lähenduseks, samuti koondada tehnika alal tegelevaid juhtivaid isikuid tehnikateaduslikuks koostööks ja seltskondlikuks lähenduseks;

2) aidata kaasa Eesti majanduselu arendamisele;

3) lähendada ühingu liikmeid üksteisele, toetada ja kaitsta nende kutselisi ja majanduslikke huve.

Ühingu vara.

§ 4. Ühingu vara moodustub:

1) sisseastumismaksudest;
2) aastamaksudest;
3) toetustest;
4) ühingu ettevõtteist ja asutustelt saadavaist summadest;
5) juhuslikest sissetulekuist.

Ühingu liikmed ja kaashuvilased.

Ühingu tegevliikmeiks võivad olla:

1) Isikud, kes on lõpetanud sellise kõrgema tehnikaõppeasutuse, mille lõpetajaid Eestis maksvate seaduste järgi registreeritakse inseneri või arhitekti kutses;

2) isikud, kes on lõpetanud mõne muu kõrgema õppeasutuse, kuid tegelevad Eestis tehnika alal.

Ühingu kaashuvilasteks võivad olla tehnika alal juhtivalt Eestis tegelevad isikud.

§ 6. Ühingu liikmeks või kaashuvilaseks astuda soovija peab esitama kirjaliku sooviavalduse ühingu juhatusele. Eesti kodakondsusse kuuluvate isikute vastuvõtmise otsustab juhatus; välismaa kodakondsusse kuuluvate isikute vastuvõtmise otsustab peakoosolek juhatuse ettepanekul.

§ 8. Ühingu liige ja kaashuvilane on kohustatud tasuma peakoosoleku poolt määratud suuruses ja tähtajaks:

1) liikmeks või kaashuvilaseks vastuvõtmise puhul — ühekordse sisseastumismaksu;

2) liikmeks või kaashuvilaseks olemise aja kestel — iga-aastase maksu.

§ 10. Liige või kaashuvilane loetakse ühingust lahkunuks ense soovil, kui ta on esitanud juhatusele kirjaliku lahkumissoovi ja juhatuse otsusel kustutatud liikmete või kaashuvilaste nimestikust. Peale selle toimub liikmete või kaashuvilaste nimestikust kustutamine:

1) liikme või kaashuvilase surma korral;

2) peakoosoleku poolt määratud tähtajaks maksu mittetasumise korral — juhatuse otsusega ja

3) kui liige või kaashuvilane ei alistu käesoleva põhikirja määrustele ja ühingu otsustele, töötab ühingu põhimõtteile vastu või talitab inseneri kutse-eetikale mittevastavalt või riivab oma tegudega ühingu head nime — juhatuse ettepanekul peakoosoleku otsusega. Peakoosolek enne hääletamisele asumist on kohustatud kuulama ära väljaheitmisele esitatud liikme või kaashuvilase seletused, kui viimased soovivad esineda nendega.

Liige, kes ühingu liikmete nimekirjast on kustutatud, on kohustatud andma juhatusele viivitamata tagasi temale antud ühingu liikmekaardi ja eristusmärgi.

Ühingu juhatus.

§ 12. Juhatus on seitsmeliikmeline: esimees, abiesimees, kaks sekretäri, laekahoidja ja kaks ametita liiget. Juhatuse liikmed valitakse Eesti kodakondsusse kuuluvate au- ja tegevliikmete seast.

Peakoosolekud.

§ 22. Peakoosoleku kutsed ühes andmetega aja, koha ja päevakorra kohta saadetakse liikmeile ja kaashuvilastele kätte hiljemalt 7 päeva enne koosolekut. Peakoosoleku avab esimees, tema äraolekul abiesimees. Koosolek valib koosoleku juhataja ja protokollikirjutaja, tarviduse järgi ka abijuhataja.

§ 24. lõppu:

kaashuvilased võtavad peakoosolekust osa sõnaõigusega.

Töökomisjonid.

§ 26. Töökomisjone moodustatakse ühingu liikmeist ja kaashuvilasist igasuguste ühingu tegevusse kuuluvate küsimuste alal. Alalised komisjonid määrab peakoosolek ja valib kaheks aastaks nende esimehed ühingu liikmeist, liikmed ja liikmekandidaadid — ühingu liikmeist ja kaashuvilasist. Eriküsimuste alal ajutisi komisjone võib moodustada ühingu liikmeist ja kaashuvilasist juhatus või ühingu poolt kokkukutsutud kongress.

Kohtud.

§ 28. Vahe-, au- ja distsiplinaarkohtute kodukorra paneb maksma peakoosolek juhatuse ettepanekul. Aukohus on sunduslik ühingu liikmeile ja kaashuvilastele.

3. Läbirääkimiste all teatab EIÜ esimees ins. A. Velner, et eesoleval pühapäeval, 16. juunil, korraldatakse seoses Balti Nädalaga Ühingu ruumes referaatkoosolek, ja soovitab sellest rohkearvuliselt osa võtta.

Protokolli allakirjutajateks valitakse ins.ins. H. Tõnisson, M. Mardi ja K. Volmer. Koosolek lõpeb kell 22.00.

EIÜ AUTOSEKTSIOON.

EIÜ juures on 1. juunil s. a. ellu kutsutud autosektsioon. Sektsiooni juhatusse kuuluvad esimehena ins. M. Mardi (tel. 474-78) ja liikmetena ins. ins. J. Täks (tel. 483-64) ja P. Gerrets (tel. 524-16).

EIÜ juhatus palub autospordist huvitatud kolleege registreeruda Ühingu büroos (tel. 431-35).

Autosektsiooni juhatuse poolt korraldati 9. juunil s. a. esimene ühine väljasõit Valkla, millest võttis osa rohkearvuline kolleegide pere,

A/S ŠIFERIS Riga–Broceni, Latvija

Pakub mitmesuguseid

- **asbesttsemendist katusekatte plaate,**
- **vihmavee-rennisid, ja -torusid,**
- **veevärgi-, kanalisatsiooni-, ventilatsiooni-,**
- **kaablikaitse- ning muid torusid**

Mitmesuguseid

- **asbesttsemendist abiosi** ning **reservuaare**

Esindaja K.-ü. Ehituskivi Tallinn, V. Karja 12–1
Telefon 421-90 ja 445-30

TELLIMISE HIND: aastas — Kr. 5.—, ½ aastas — kr. 2.50. Välismaale 50% kallim. Üksiknumber 45 senti.
KUULUTUSTE HINNAD: 1/1 lk. — 40 kr., ½ lk. — 24 kr.; vastu teksti 25% kallim; tekstis ja IV kaan: 1/1 lk. — 70 kr., ½ lk. — 40 kr.; II ja III kaan: 1/1 lk. — 60 kr., ½ lk. — 30 kr.
Vastutav- ja peatoimetaja insener **Valter Vöölman,** tel. 472-46, 301-80. Kaastoimetaja mag. chem. **A. Sikkar,** tel. 312-33, 308-71. Väljaandja Eesti Inseneride Ühing.

Ilmus trükist 29. juunil 1940. a. Trükikoda J. Roosileht & Ko. Tallinnas, Lühike jalg 4.

Eesti Kindlustus- A.-S.

„POLARIS"

VÕTAB VASTU JÄRGMISI

KINDLUSTUSI:

TULE-, ELU-, VEO-, KASKO- (LAEVAKEREDE), SÕJAOHU-, MURDVARGUSE-, KLAASI- JA VÄÄRTSAADETISTE KINDLUSTUSI.

Seltsi põhi- ja tagavarakapitalid ületavad kr. 1.142.000.

Seltsi asutamisest peale on kahjude eest välja makstud üle kr. 7.400.000.—

KAHJUD LIKVIDEERITAKSE VIIVITAMATA! SOLIIDNE EDASIKINDLUSTUS!

Juhatus asub: Tallinnas, Vana Viru 12,
telefon 426-66
Telegrammi-aadress «Polaris»

Osakond asub: Tartus, Suurturg 11,
telefon 26-75

Esindajad kõigis linnades ja maakohtades

Ehitajad!

PATENTKIVI

on otstarbekohane ja odav ehitusmaterjal.

Ehitusmaterjali hankimisel muretsege enestele täielik informatsioon patentkivi kohta.

Balti Puuvillavabriku patentkivi müügikoht:

Tallinn, Pärnu maantee 6 (Urla majas) **Telefon 431-91**

▲

R. TREUBECK

&

V. TRETJAKEVITŠ

TALLINN, KAUPMEHE 19. TEL. 460-44

▼

Ehitajad!

Kasutage kõrgekvaliteetseid ehitiskaitse vahendeid!

Biber-F

vahend ehitussegude tihendamiseks, mis annab krohvile elastsuse ja suurima vastupidavuse.

Isoleer- ja kaitsevahendi

Dursit

abil saavutate veekindlaid katuseid.

Laosin „A"

värvitu, kõrge kontsentratsiooniga krohvivedelik värske krohvi neutraliseerimiseks, suitsu, vee j. t. plekkide kõrvaldamiseks, hallitus- ja mädaseente hävitamiseks.

Laosin „B"

vesiselge krohvivedelik, vähendab põrandapindade kulumise, hoiab ära tolmutekkimise betoonpõrandatel, kaitseb betooni, loomulikke kive, tsement- ja lubjakrohvi vedelikkude ja aurude kahjulikkude mõjude eest.

Tuld tõkestav sool

Itex

on lõhnata, mürgitu, värvitu tulekaitsevahend, mis puitu, riiet, paberit, kergeid ehitusplaate ja muud sarnast kaitseb kiire süttimise eest.

U/Ü AJK

Joh. Lorup ja Ko.

Tallinn, Uus 4. **Tel. 450-33.**

Trikotaaž-kudumistööstus

BETTY BESPROSVANNY & POEG

Tallinn, Suur Tartu mnt. 69
Telefonid: 301-97, 316-92

- VILLASED
- PUUVILLASED
- JA KUNSTSIIDI

SILMKOETOOTED

DETAILÄRI
TALLINN, S. KARJA 12

EHITUSE A-S.

BETON

Tallinn, Pärnu mnt. 6/40
Kõnetraat 412-83

teostab igasuguseid betoon-
raudbetoon- ja hoonete-
ehitusi. Valmistab projekte ja
eelarveid.

Maitsvat ja kosutavat kehakinnitust võimaldavad

„Esto“

- VORSTID
- SINGID
- KONSERVID
- PIRUKAD

ja teised eksporttapamajade tööstuse saadused Koduste koosviibimiste puhul võimaldavad kiirelt ja nägusalt lauda katta telefonilise tellimise peale koju kätte saadetavad

- SEKSERID

Müügil: LIHATSENTRAALIDES ja paremates TOIDUAINETE KAUPLUSTES

Ühing Eesti Lihaeksport