

TEHNIKA AJAKIRI

EESTI INSENERIDE ÜHINGU JA EESTI KEEMIKUTE SELTSI HÄÄLEKANDJA

Ilmub üks kord kuus

TOIMETUS JA TALITUS Tallinnas, Vene tän. 30, kõnetraat 431-35.

Nr. 9

September 1934.

13. aastakäik

SISU: Leo Jürgenson: Tee sillutise aluspinna uurimistöödest ning tähelepanekuist P. A. Ü. teede ehitamisel. — O. Maddison ja H. Oengo: Betooni tugevusomadused segu töötamisel pärast tardumise algust. — E. Maltenek: Diagramme põlevkivi suitsu jaoks. — Tehnika teateid. — Kroonika. — Bibliograafia.

INHALT: Leo Jürgenson: Über die Untersuchungen der Untergrundverhältnisse der Strassenoberfläche. — O. Maddison u. H. Oengo: Die Festigkeitseigenschaften des nach Beginn des Abbindens mechanisch bearbeiteten Betons. — E. Maltenek: Einige Diagramme für die Brennschiefer-Schornsteingase. — Technische Nachrichten. — Chronik. — Bibliographie.

Tee sillutise aluspinna uurimistöödest ning tähelepanekuist P. A. Ü. teede ehitamisel.

Leo Jürgenson, Sc. D.

Pinnasemehaanika — teadus, milline uurib ehitusaluste füüsilisi omadusi, sai oma peatõuke U. S. A-s levinemiseks sellega, et 1925. a. kutsuti Massachusetts Institute of Technology*) õppejõuks prof. Terzaghi, kes on selle teaduse algataja. Vaid aasta varem oli ta lõpetanud oma põhiteose sel alal „Die Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage“.

Kasutades prof. Terzaghi sealolekut, kutsus U. S. A. liidu teedevalitsus (Bureau of Public Roads) teda oma konsultandiks, sest teede mehed seisid hulga küsimuste ees aluspinna kohta, mis tungivalt vajadis seletust. Üks sarnaseid küsimusi oli külma mõju teesillutisele.

U. S. A. kulutas sel ajal teedeehituseks üle 3.000 miljoni dollari aastas. Ent paljud hoolikalt ning kõige paremate teadmiste järele ehitatud teed purunesid juba järgmisel aastal peale ehitust. Sealjuures oli lagunemine sageli väga mõistatuslik. Sama koormatuse ja ilmastiku juures lagunes tee ühes kohas, kuid teises mitte; kannatas ühel aastal, kuid võis teisel aastal jääda täiesti korda. Oli selge, et peapõhjuseks polnud siin kate ise, kuna katte vigu võis kergemini eraldada: kas oli bituumen ebakohane, oli ta kuumendusel ülekõrvetatud või oli betoon halb jne.

Betoonplaatide purunemisel võis näha, et siin süüks oli aluspinna kerkimine, asfaltteedel aga aluspinna vajumine. Ka olenes lagunemine aastaagadest. Betoonteedel algas purunemine sügisel, bituumenteedel aga kevadel. Teekatte tõus polnud nähtavasti tingitud ainuüksi mulla poorides leiduva vee külmamisest, sest

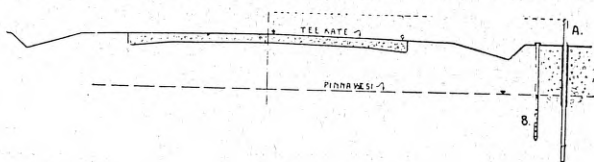
*) Toimetuselt: Artikli autor on nüüd samuti selle Ülikooli õppejõud.

lihtsamgi arvutus näitas, et katte tõus oli tugevam kui seda oleks võinud põhjustada ainuüksi olemasoleva niiskuse jäästumine.

Kohtades, kus viisiks oli katte alla panna 8 tolline kruusakiht, leiti teed parandades, et kruusakiht oli kadunud. Sama nähe kordus järelparandusel. Oli ju viisiks parandustel panna katte alla vastne kruusakiht. Järelparandustel paari aasta pärast leiti, et kruus oli jällegi kadunud.

Teede lagunemise põhjuste uurimiseks saatis U. S. A. Teedebüroo meie Ülikooli juurde Dr. Arthur Casagrande, praeguse Harvardi Ülikooli professori, kes alguses töötas prof. Terzaghi juhatusel, kuid edaspidi tööd iseseisvalt jätkas ja lõpule viis.

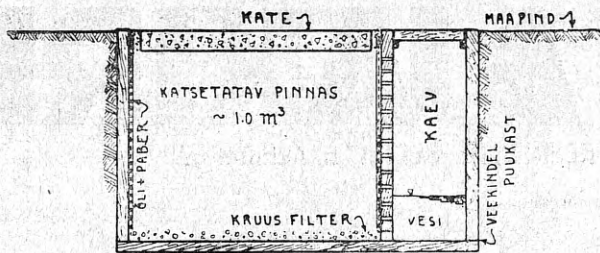
Teekatte kõikumiste mõõtmiseks asetas Casagrande tee kõrvale raudtorust monumendid, niimoodi, et nad pealispinna kõikumist kaasa ei teinud (toru A, joon. 1). Põhjavee pinna



Joon. 1.

määramiseks olid maasse raiutud terasest otstega tsiingitud raudtorud B, millede seintes olid vaskvõrguga kaitstud augud. Ilmastiku kohta tulid andmed ligemast meteoroloogiajaamast.

Peale sarnaste uurimispunktide väljas teedel, toimusid mõõtmised veel Ülikooli väljal selleks eriti ehitatud kastides (joon. 2). Enne pinnase sulamist kevadel kaevati augud teekatte äärde, et võtta proove külmanud olekus

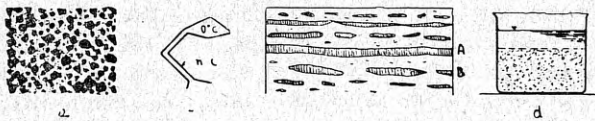


Joon. 2.

laboratoorseks uurimisteks. Siin võis juba silmaga näha, et tegemist polnud mitte ainult poorides leiduva vee jäästumisega. Vesi oli külmanud tervetes kihtides ja läätsades pinnase terade vahel.

Iseseisvalt, üksteisest lahus, töötasid sel ajal sama küsimuse kallal veel Rootsi teadlane Dr. Beskow ja N. Carolina Ülikooli professor Taber. Viimane katsetas pinnase proovide külmetamist külmetusmasinates ja saavutas soodsatelt juhtudel kuni 2 cm paksuseid jääkihte.

Jääkihistuse tekkimise kohta esitas Casagrande alljärgneva seletuse. Teatavasti koosneb pinnas mineraalosakestest, millede kuju liivades on e. v. terakujuline, ning liiblekujuline savides. Osakestevahelised poorid moodustavad rea labürinttorustikke, kusjuures pooride suurus oleneb peaaesjalikult terade suuruselt. Mida peenem on materjal, seda peenemad on ka poorid. Kuna, näiteks, ühes tüübilises savis ligi kolmandik kaalust on peenem kui 0,001 mm, peaks poorid seal olema juba kolloidosakeste mõõtudega. Vesi harilikel oludes külmab 0° juures. Peeneis kapillaartorudes



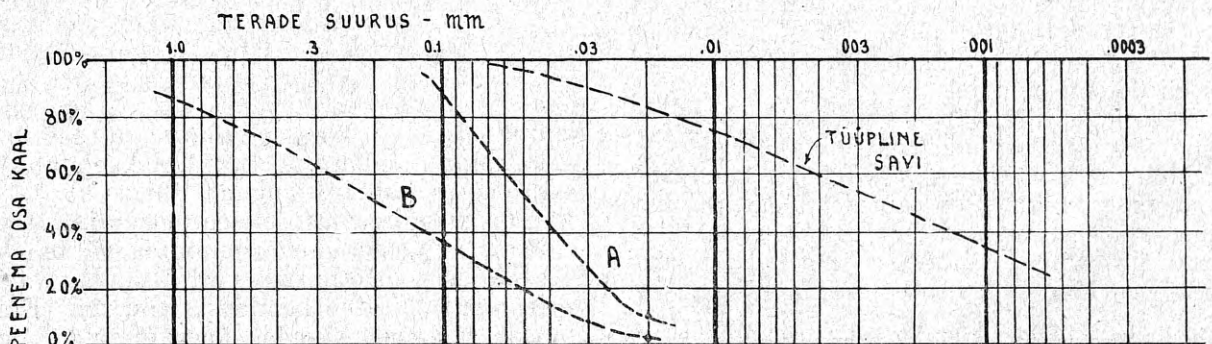
Joon. 3.

või kitsastes vahedes langeb aga külmamispunkt, ja seda madalamale, mida väiksem on veekihi paksus või toru läbimõõt. Pinnase terade vahel külmab seega vesi jämedamais poorides enne kui peenemais. Kui eraldame näiteks ühe elemendi (joon. 3b), siis võiks vesi jämedas osas külmada 0°C juures, kuna peenike osa selle temperatuuri juures veel sisaldaks vett. Jämedamas torus tekkiv jääkristall kisub aga vett peenest torust juurde ning hak-

kab kasvama — juhul kui peen toru kusagil allpool mingi külmamata veekoguga ühenduses on. Toidetuna sarnasest kapillaartorust kasvab kristall, kuni otsa lõpeb saada olev vesi, või kuni toititoru ise kinni külmab. Näiteks võiks jääkiht A joon. 3c kasvada seni kui kiht B läbi külmab ning vee juurdevoolu katkestab. Vee ga varustatud pinnases tekiks selle tõttu külmates jääkihustumine ja paisumine. Sealjuures tõuseb külmunud pinnase veesisaldavus. Üliküllastus on sageli nii suur, et kui tükk sellist pinnast sulatada klaasis, siis kaob mineraalset osa täiesti vee alla (v. joon. 3d). Jää kihistumisel mängib suurt osa ka aeg, sest kristalli toitva kapillaartoru takistus vee voolule on väga suur ja Poiseuille' lause järele tõuseb neljandas astmes toru läbimõõdu langemisega. Mida kauem püsib külmetuspiir antud tasemel, seda kauem võisid kasvada sellel tasemel tekkivad jääkihid.

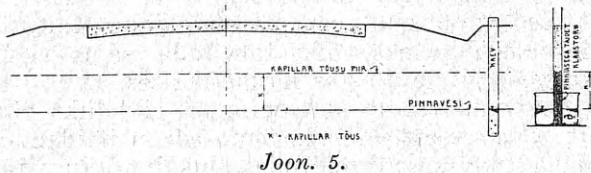
Jääkihustumine võiks aset leida vaid materjales, kus pooride suurus küllalt väike, et langetada külmamistemperatuuri, ning küllaldaselt tihe ja pidev, et võimaldada kasvavate jääkristallide toitmist. Selleks on tarvis, et materjal sisaldaks küllaldaselt peeneid teri. Terade suuruse määramine oleks seega üks tähtsamaid punkte materjali analüüsis. Eritähelepanu tuleks sealjuures pöörata peenterastikule. Kuna aritmeetiline diagramm ei võimalda peene osa näitlikuks tegemist, tuli terastiku analüüsi diagramm muuta pool-logaritmiliseks. Joon. 4. toodud diagrammis on vesilooteljel terade suurus logaritmilises mõõdus ning püstteljel terade hulk aritmeetilises mõõdus. Hulk on siin väljendatud murdosa kaalus, mis peenem on kui vastav tera suurus püstteljel. Näiteks on joonisel näidatud tüübilises savis üks kolmandik kogukaalust peenem kui 0,001 mm; 80% on peenem kui 0,017 mm jne.

Uurimised näitasid, et jääkihistust ette ei tule pinnastes, kus vähem kui 1% teri peenemaid kui 0,02 mm. Mitteühtlases pinnases (kurv B joon. 4) algab jää kihistumine kui 3% (kaalu järele) vähemad kui 0,02 mm. Ühtlases pinnastes (mille terad e. v. ühesuurused, kurv A joon. 4) on alammääraks 10%. Kui üle ühe kümnendiku materjalist on alla 0,02 mm, siis on alati karta jää kihistumist. Terade suuruse poolest oleks see umbkaudne piir, mis iseloomustaks pinnaseid, mis külma mõjul teekatteid lõhkuda võiksid.



Joon. 4.

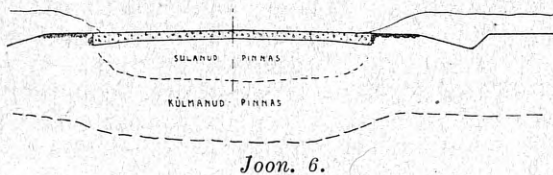
Halb materjal pole aga iseenesest ainuke-seks teguriks. Tähtis on veel, millistes oludes ta asub. On ta kuiv, siis ei saa jää üldse tek-kida. On ta küll niiske, kuid asub pealpool ka-pillartõusu pinda alusvee pinnast, siis külmab vaid poorides olev vesi (joon. 5). Selleks, et



suurem jääkihustumine võimalik oleks, peab pinnavee külmamiskiirikkonnale kättesaadav ole-ma. Mida kergem on kasvaval kristallil vett saada, seda jõudsamini võib ta paisuda.

Selle ülaltoodud seletuse najal võiks juba vastata küsimusele, miks ühel aastal lagunesid teed ja teisel mitte. Teguriks põlnud mitte külm üksi, vaid pinnavee kõrgus. Samal ko-hal võis see oleneda aga peale muude tegurite veel suvistest või isegi eelmiste aastate sade-metest. Samus oludes oli veel teguriks külma tuleku gradient. Kui tuli korraga tubli külm ja külmetas maa kiiresti sügavalt läbi, siis jäi kristallidel vähem aega ja võimalust kasvami-seks kui aastatel, mil külm tuli aeglaselt ja kõi-kudes.

Miks lagunesid betoonteel sügisel ja bituu-menteel kevadel? Teatavasti on asfaltkate paindub, järelandev nagu nahk ja võimne de-formuma plastiliselt. Aluspinna mitteühtlaselt kerkides paindub bituumenkate alusele järele, ilma et ta sealjuures laguneks. Sellevastu on aga betoonkate palju tarretum ning praguneb selleasemel, et aluspinnale järele painduda — seda eriti veel, kui tal turjal kihutavad rasked täiskummidega veoautod. Lugu on ümberpöör-dud kevadel. Maapind, mis tee all oli sügava-malt külmanud kui mujal, hakkab sulama esi-mesena, sest teel puudub kattedeks lumi, betoon on hea soojusejuht ning bituumeni must pind ülihea kiirte neelaja. Selletõttu tekib teekatte alla tükk sulanud pinnast, kuna maa allpool ja ümberringi on veel külmanud (joon. 6). Oli



kattealune pinnas jääga kihistunud, siis muu-tub ta nüüd liigvee tõttu vedelaks, sest veel puudub väljapääsutee. Sarnase veega ülikül-lastatud massi löiketugevus võiks kergesti lan-geda nulli lähedale. Tegelik elu on näidanud, et korralikult ehitatud raudbetoonkate sellest seisukorrast lagunemata üle saab. Nähtavasti on betoonkate küllalt tugev, et sarnasele koor-matusele vastu panna. Asfalt ilma betoonalus-pinnata ning lihtsamad rullitud teekatted seda harilikult ei suuda ning murduvad läbi. Kord juba alganud, jätkub lagunemine kiirelt, kuna

ühes teekatte purunemisega tõuseb rataste dü-naamiline koormus.

Küsimusele — kuhu kadus kate all olev kruusakiht, võiks sellega vastata, et ta sel ajal, kui mass oli vedelas olekus, lihtsalt põhja va-jus, peene materjaliga segunes ning sellesse ka-dus.

Millised oleks nüüd vastuabinõud külma kahju ärahoidmiseks?

1. *Isolatsioon külma vastu.* Sellel alal on katseid ja kavatsusi — uute teede ehitusel pole see viis kuigi laialt läbiviidav.

Heaks külma vastu kaitsvaks materjaliks on kivisöe põlemisel järeljäänud räbu. Betooni- ja asfaltkõnniteedele on ta üliheaks aluspin-naks. Osa meie Instituudi tennisvälju Cambrid-ges on rübukihile valatud betoonist katetega. Peale kümnendat talve on nad veel täiesti kor-ras. Nõlvade ja kraavi seinte kindlustamiseks varisemise vastu kevadel on räbu parem kui kruus, kuna ta lisaks sellele, et ta ise külma ei karda, veel allolevaid kihte paremini külma eest kaitseb. Põhja-Rootsis on kogemustest tekkinud viisiks külmamuhkude parandusel tar-vitada teekatte all kuuse hagu.

2. *Lükkemise piiramine kardetava perioodi vältel.* See võiks eriti tulutoov olla asfalt-teedel. Ohtlik ajavälde on siin vaid paar nä-dalat. Sel ajal tuleks piirata ohtlikel kohtil raskete sõidukite kiirust — ühes sellega düna-milist koormust.

3. *Alusvee pinna alandamine.* See oleks juba mõjuvamaks abinõuks. Sageli on seda aga raske läbiviia kohaliku topograafia tõttu. Ka tuleb sealjuures alati silmas pidada alus-pinna materjali kapillarvõimet, sest võib sageli nii juhtuda, et veepinna alandamisest pole suu-remat tulu, seda eriti suure kapillartõusuga pinnastes. Drenaaž aitab vaid siis, kui pin-nas küoaldaselt läbilaskev on. Dreenide ehitus umbseis (vett mitte juhtivais) pinnastes võib oodatava kasu asemel isegi kahju tuua. Siin tuleks piirduda vaid pinnavee ärajuhtimisega madalate kraavide abil.

4. *Kapillartõmbe katkestus* sellega, et pan-na teetammi horisontaalne kiht jämedamat ma-terjali, mille paksus suurem kui tema kapillar-tõus. Sarnane kiht katkestaks pinnavee kapil-lartõusu, samuti kui tükk traatvõrku lambitahi vahel katkestaks õlivoolu. See meetod on seni tarvitamata, kuna sageli kasulikum on jäme materjal asetada otse kate alla.

5. *Ühtlane alus.* Betoonkate puruneb vaid siis, kui aluspinna kerkimine on mitteühtlane. Casagrande on mõõtnud kerkimisi kuni 15 cm ilma, et betoonkate sealjuures pragunenud oleks. Olgu veelkord mainitud, et ühtlane peaks olema nii pinnas ise kui ka pinnavee tase.

Üldiselt tuleks alati püüda aluspind teha nii-võrd ühtlane kui võimalik. Kohtades, kus see raske läbiviia, tuleks vastavalt lühendada põik-vuukide vahet. Erilist tähelepanu tuleks siin pöörata ülemineku kohtadele, nagu sillalt tam-mile, tammilt lõikesse, truupide kohal jne.

6. Ainukeseks kindlaks abinõuks on alati halva materjali asendamine paremaga. Pole tarbekohane panna katte alla igale poole ühepaksune aluskiht. Kus seda tarvis pole, võiks see üldse ära jätta või panna vaid õhuke kiht katte kuju vormimise hõlbustamiseks.

Piir heade ning halbade pinnaste vahel pole muidugi järsk ning asendatud kihi paksus oleneb sellest, milline on allolev materjal. Keskmine aluskihi paksus kohtades, kus aluspind mitteühtlane, on 30 cm. Peale selle tuleb sarnaseis kohtis püüda plaatide pragunemist ära hoida tugevama armatuuriga ning sagedamate põikvuukidega. Maksimaalne tegelikult tarvitav aluskihi paksus on 1 m. Harilikult on seda tarvis vaid lühikestel pikkustel ning katte purunemise kindel ärahoidmine õigustab siin aluspinna asendamise kulud.

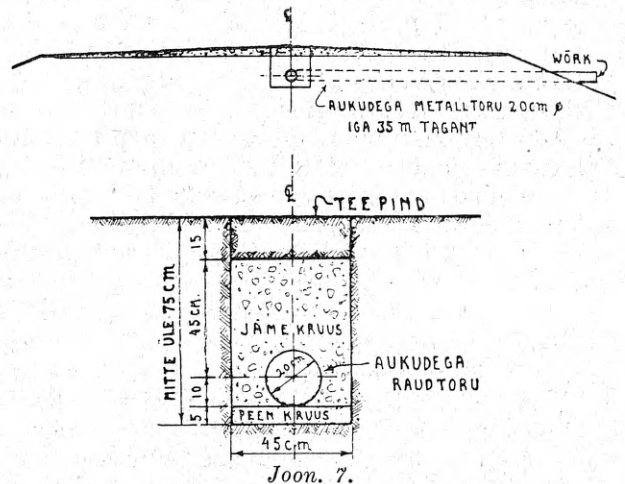
7. Eriabinõud teekatte all oleva üliküllastatud massi kuivatamiseks. Jääkihistumise tingitud liigveel puudub harilikult võimalus drenimiseks seni kui maa allpool veel sulamata (joon. 6). Peatumé siin vaid ühe viisi juures, mis alalist valvust ei nõua ja peasjalikult kerge kattega teedel (nagu kruusateed) tarvitusel on. Olukorda kevadel võiks siin aidata sellega, et ehitada drenid otse katte lähedale, sest kui otse katte all olev pinnase kiht sula ilmade tulekul tahedaks jääb, siis aitab see kiht allpool sügavamal olevaid nõrke kohti ülevõlvida ja ratastelt tulevaid koormusi paremini laotada. Kruusateedel võib jääkihistumine kergesti tekkida ka kattes eneses juhul kui kruus sisaldab vastavat peenmaterjali. Kui- gi ehk tee ehitusel kruus puhas oli, tekib peen tolm siin hõõrumisest ja kabjaraudade ning vankri rehvide tagumisest.

Pinnalähedased drenid aitavad sügisel sellega, et sadudest tulnud vett rutemini ära juhvivad ja seega ka jääkihistumise võimalusi vähendavad, kevadel aga sellega, et jääkihistusest tekkinud liigveet rutemini eemaldavad, nii et pinnas kohe peale lahtisulamist taheneda võiks. Dreenide puududes võib tahenemine algada ainult siis, kui maa täiesti lahti sulab ja veele võimaluse avab alla nõrgumiseks. Dreenid peaks sealjuures avanema otse kas teetammi nõlval (joon. 7) või mingis suurema mõõduga veejuhtmes nii, et drenide otsad kevadel kardetava perioodi vältel jääga sulatud ei oleks. Ameerikas on selleks sageli tarvitusel 20 cm raud-plekist truup-torud, milliste alumine külg täis väikesi auke (joon. 7). Viimane viis tekkis Minnesota osariigis, kus kruus ja liiv kohati väga kaugelt vedada tulevad, nii et siin tuli otsida abinõusid, millised võimalikult vähe sarnaseid suurte pooridega materjale tarvitaksid. Külma tungib seal harilikult poolteise meetri ni ja külmamuhkude lõhkemisel kevadel muutub tee sageli peaaegu läbipääsematuks. Teevahtidel tuleb kevadeti kohati rasketest plankudest ajutisi sillutisi ehitada, et ära hoida liiklemise täielist katkemist. Nõrga sillutisega ning sillutamata teedel on sealseis oludes parimaid tagajärgi andnud lehtraudast torud oma tugevuse ja järelandlikkuse tõttu. Kuna torud

on tee pinna lähedal, peavad nad vastu seisma nii rataste dünaamilisele koormusele, kui ka aluspinna mitteühtlasele kõikumisele selle külmates ja sulades.

Eesti oludes tuleks vist küll raua asemel ehitada drenid jämedast kruusast või killustikust. Sealjuures tuleks selle eest hoolitseda, et need ajajooksul peenema materjaliga täituda ei saaks. Selleks võiks tarvitada sama viisi, kui veepaisude alustes kaitsefiltrites.

Dreenide sügavus teepinnast ei tohiks olla üle 60 cm, sest nagu kogemused on näidanud, jäävad nad sügavamal olles aluspinna kuivatamisega hiljaks. Pealegi on aluskihis just pealmine poolmeetrit suurima tähtsusega. Ka tuleb ehitus madalama sügavuse juures odavam, kuna ülaltoodud viis enamasti tarvitusele tuleb vigade parandamisel juba olemasolevatel teedel. Kruusa soone laius on joon. 7. toodud



näites 45 cm. Kohtades, kus sellest küllalt pole, tuleb veel lisaks panna laiem, 20 cm paksune kruusakiht, sügavusega umbes 60 cm teepinnast.

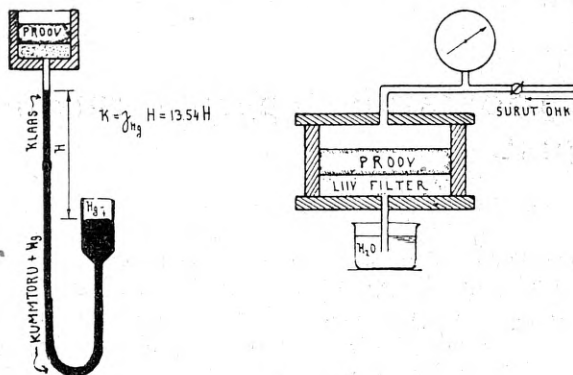
Kuidas ära tunda pinnast, mis külma kardab? Üheks määravaks teguriks võiks võtta terade suurust. Nagu varem mainitud, kihistub jää ainult neis materjales, kus 3—10% teri peenemad kui 0,02 mm. Analüüs sõeltega selle suuruseni ei küüni, kuna sõela praktiliseks piiriks on suurus 0,074 mm (80 traati/cm). Terade suuruse määramiseks allpool seda piiri tuleb tarvitada sadestusanalüüsi, mis põhineb Stokes'i seadusel. Tera suurus arvutatakse siin tema sadestumise kiirusest vees.

Vana Wiegner'i aparaat ja meetod on praktilikas liig tülikas ja aeglased. Juba viis viimast aastat on meil tarvitusel analüüs areometri abil. Langemise kiirus ja sellest terakete läbimõõt tuleb sealjuures arvutada pinnase suspensiooni erikaalu muutumisest teatud sügavusel teatud aja vältel. Kapillartõmbe mõõtmine sünnib harilikult õhusurvega. Tuleb mõõta õhusurve, milline purustab märja materjali pindpinevuse nii, et õhk läbi voolama hakkab. (Joon. 8.)

Peale kaudsete katsete jääb veel tegelik külmetuskatse. See nõuab juba erilist sisseaset ja külmetusmasinat. Harilikku külmetuskappi

ei saa siin tarvitada, sest viimase temperatuur pole küllalt madal. Masin peaks olema võimne saavutama vähemalt 10—15° külma.

Uute teede rajamisel või vanade ümberehitamisel oleneb kogu töö hind suuresti aluspinnast. Aluspinna iseloom peaks sellepärast pro-



Joon. 8.

jektijal inseneril teada olema. Harilikult toimetab pinnase eeluurimist selleks eriti treenitud noorem insener koos kahe, kolme töölisega. Proovide võtmine sünnib harilikult 4 tollise postiaukude kaevamise käsipuuriga, alates aukudega iga 15 m tagant ja võttes niipalju vahelproove kui tarvis aluspinna kindlaksmääramiseks. Tähtis on siin osata hinnata silma järele antud pinnase peenterastiku sisaldavust. Seda kergendab sageli väikese proovi loksutamine katseklaasis. Harilikult toimub suurem osa tööst väljas ja ainult kahtlastest materjalidest lähevad proovid katsetamiseks laboratooriumi. Puuraukude sügavus on vähemalt 1,5 m katte aluspinnast. Sarnase väljas tehtava töö kiirus oleneb suuresti maa iseloomust ja on keskmiselt umbes 1 km päevas. Sama inseneri ülesandeks on leida allikaid tee ehitusel tarvituleva liiva, kruusa, kivi ja vee jaoks.

Peale teesillutiste on jääkihustumine külma mõjul tähtis veel teistes ehitustes, mis külma-ispirkonnas pinnasega kokku puutuvad, nagu näiteks tugimüürides, kus ta müüri järk-järgulist kallutamist põhjustada võib.

Uldmärkmeid tähelepanekuist teedeehitusel. Teede sillutisele mõjuvaid tegureid on niivõrd palju, et siin enim tegelikkudele kogemustele, kui teoreetilistele arvutustele toetuda tuleb. Seega tuleks kõik põhimõtted kohandada kohalikele oludele. Alljärgnevad muljed on kogutud New-Englanti põhjapoolsetes riikides, millede ilmastik enam vastab meie omale. Alltoodud arvamisid on samad, mida toonitav prof. Casagrande ning teised Ameerika insenerid, kes praegu tööl konsultantidena saksa autoteede ehituse juures.

Modern autoliikumiseks on õieti projektitud ja korralikult ehitatud raudbetoonkate kaugel ees teistest. Väikeste korrashoiukulude tõttu on ta sealjuures ka kõige ökonoomsem. Ehitamise juures tuleb põhjalikult kontrollida kõiki töö astmeid, eriti aluspinna ettevalmistust, liiva pesemist, betooni segamist ja järelniisu-

tamist. Katte paksus on harilikult 15—18 cm, äärtes 5 cm paksem. Isegi halveimal aluspinnal on sellest paksusest küllalt, et laotada raltalt tulev koormus. Katte peakahjuriks on siin enam aluspinna mitteühtlane tõus või vajumine, kui sõidukitelt tulev koormus. Soisel aluspinnal või vastset ehitatud tee tammidel tuleb tarvitada mingit teist ajutist sillutist, kuni alus vajunud. Uutel betoonteedel P. A. Ühendriikides leidub sageli bituumenkatteid vahejatkudel, kus aluspind ebakindel.

Põhja riikes on betoonkatetes alati tarvitusel 5—7 cm pealispinnast raudvõrk-armatuur ($\approx 2 \text{ kg/m}^2$), mille peatülesandeks on väikeste pragude ärahoidmine betooni kokkutõmbudes tardumisel. Kuigi katsed olla näidanud, et 5 cm lisapaksust võrdne on ülaltoodud kaaluga armatuurile, on siiski tarvitusel terasvõrk, ka parimal aluspinnal.

Pikivuukide vahe on ühe sõidutee laius (3 m). Vuuk on lihtne püstloodis lõige võõbatud pinnaga, mis ühtlasi jääb vormiks teise teepoole valamisel. Nõrgal aluspõhjal on ühenduseks veel raudvardad (13 mm \times 125 cm iga 1,5 m tagant). Põikvuugid on keskmiselt iga 15 m tagant, 2 cm laiad ja tehtud erilisest asfaltmassist. Lõikjõudude ülekandmiseks on samuti raudvardad, millede üks pool on paberist varuka sees või kaetud õliga, et katte kuumenedes või jahenedes võimaldada vaba liikumist tee suunas. Puuduliku aluspinna juures tulevad täis-põikvuukide vahele veel poole paksuseni läbiminevad ja pealt sama asfaldiga täisvalatud poolvuugid.

Bituumen on tarvitusel kõikidel parandustöödel ning olemasolevate sillutiste katmisel, peale kohtade, kus erilisel karta on libisemist märja ilmaga.

Kruusateed tulevad imbutamisele bituumeniga vaid siis, kui liikumine on üle 400 sõiduki päevas. Kruusa imbutamine on võrdlemisi uus ala ja siin tuleb ette täielisi nurjumisi. Õnnestunud on see viis enamasti ainult lõunariikides, kus puudub karmem külm.

Euroopa riikidest olid seni esirinnas teede aluspinna uurimiste alal rootslased. Suurimaid pingutusi teevad praegu sakslased, kellel see



Joon. 9.

ala seni seisis söödis. Tõuke siin tõi uus auto- teede kava, mis põimib kogu Saksamaa mood- sa autoteede võrguga. Kava valmimisega tõu- seks Saksamaa teed hoobiga U. S. A tasapin- nale, kuna kõik teed on projektitud 150 km kii- ruse jaoks ning ilma ühegi ristteeta samal pin- nal. Tee laius on 23 m ning sillutiseks kahe-

kordse armatuuriga 25 cm paks raudbetoonkate. Ehitus on praegu täies hoos ning pakub ülevat pilti (joon. 9). Kava järele valmib järgneva seitsme aasta jooksul tuhat kilomeetrit aastas. Pole kahtlust, et see eeskuju teede ehitust tu- gevasti mõjutama saab ka teistes Euroopa riikides.

Betooni tugevusomadused segu tööstamisel pärast tardu- mise algust.

O. Maddison ja H. Oengo.

Betoontöödel maksvate normide kohaselt peetakse teravalt silmas asjaolu, et betoonsegu oleks lõpulikult paigale asetatud vähemalt ühe tunni (niiske ja jaheda ilmaga kahe tunni) jooksul pärast vee juurdelisamist. Mainitud tähtaja möödumisel, *igal juhusel aga pärast märgatava tardumise alguse ei lubata värskete betoonile mingisugust tööstamist: ei tampimist või rullimist ega mingeid pöurutusi¹⁾*.

Ülesseatud nõue on betoontööde organiseerimisel üks tähtsamaid, kuna sellest oleneb suurel määral segu valmistamise ja transporteerimise viis, materjalide laoplatsi asukoht, betoneerimise viis, tööjõudude hulk jne.

Sarnane tähtaeg, *üks tund*, on tingitud eestkätt betoontöödeks hamilikult tarvitatava tsemendi (portlandtsemendi) tardumise algusest, mis ülesseatud normide kohaselt²⁾ ei tohi olla alla ühe tunni, aluseks võttes tardumise proovi Vicat nõelaga.

Eriajakirjanduses on viimasel ajal mõnede autorite poolt avaldatud artikleid mainitud küsimuse üle, milledes on püütud ümber hinnata ülaltoodud nõude tähtsust.

Nii näiteks, A. Hauenschild³⁾, F. Eberle⁴⁾ ja E. Kindel⁵⁾ artiklis on käsitatud uurimusi, millised näitavad peaaegjalikult pikaajalise tampimise ja rullimise mõju betooni tugevusele, kusjuures segu tardumise algus ületatakse ajaliselt suurel määral, tööstades segusid koguni kuni 24 tundi pärast veega segamist. Nende katsete tulemusist näib, et proovidel, mille tööstamine kestis pärast segu tardumise alguse, tugevused ei langenud, vaid isegi tõusivad, võrreldes nende proovidega, millede tööstamine lõpetati enne tardumise algust.

See nähe laseb järeldada, et betoonsegu tööstamine pärast tardumise algust on üldiselt võimalik ning katastroofilisi tulemusi sarnane tööstamine ei tarvitse just anda.

Vanemad uurimused, mis olid teostatud Saksa tsemendivabrikantide ühingu algatusel selleks määratud erikomisjoni poolt Schindler'i juhatusel 1908. aastal⁶⁾ valgustavad sama küsimust ja näitavad, et *vähemate* veehulkadega valmistatud tsementsegudel peale pike- maajalist seismist survetugevused langevad järjekind- lalt, võrreldes värskest segust valmistatud proovide

tugevustega, kuna aga *suuremate* veehulkadega val- mistatud segudel (näiteks 10% vett) on märgata tse- mentsegude tugevuse tunduvalt tõusu, milline esineb nii selgelt, et seda Schindler'i arvamisel vaevalt võiks se- letada juhuslikkusega.

Samalaadse uurimuse on korranud H. Burhartz⁶⁾, mille tulemused on kokkuvõetult järgmised:

1) Segu seismine pärast valmistamist mõjutab kahjulikult selle tugevust. Seisnud segu näitab vähe- maid tugevusi, kui värskelt tööstatud segu, kusjuures tugevuse vahe suureneb seismise ajaga.

2) Kõige enam langeb tugevus seismise aja juu- res, mis vastab ajale, kus algab tsemendi kiirendatud tardumine. Burhartz'i katsetel see aeg osutus 5 kuni 8 tundi.

3) Seisnud segu tugevuse langemine väheneb juu- relisatud veehulga suurendamisega; nii näiteks uiatab 5 tundi seisnud segu tugevuse langemine, võrreldes mitteseisnud seguga, 8% juurelisatud vee puhul 15%-ni, 9% juurelisatud vee puhul 8%-ni ja 10% juurelisatud vee puhul ainult 2%-ni.

Kui vaadelda A. Hauenschild'i, F. Eberle ja E. Kindel'i uurimuste tulemusi, siis paistavad silma eriti F. Eberle ja E. Kindel'i artiklides esinevad arusaama- tused, kuna ei näi olevat selge, miks just teatud mää- ral tardunud segu peaks andma vastaval tööstamisel suuremaid tugevusi kui värsket segu. Peale selle ei ole F. Eberle ja E. Kindel'i andmed kooskõlas H. Bur- hartz'i uurimuse tulemustega.

Mainitud arusaamatuste ja vastolude selgitamiseks on Riikliku Katsekoja Tugevuslaboratorium ettevõt- nud suurema ulatusega uurimustöö ja seadnud endale ülesandeks *selgitada, millisel määral mõjutab betooni tugevusomadusi segu tööstamine pärast tardumise märgatava alguse, ärarippuvalt sealjuures ka seguvalmis- tamisel juurelisatavast veehulgast.*

Seni Tugevuslaboratoriumis läbiviidud katsetele, millede tulemuste kirjeldamisele on pühendatud käes- olev artikkel, tuleb vaadata kui eelkatsetele, vaatamata sellele, et katsestatud proovikehade arv ületab 400.

⁴⁾ F. Eberle, „Über den Einfluss mechanischer Bearbeitung von abbindendem Beton“, Die Betonstrasse 1933, nr. 1/2, lk. 5.

⁵⁾ Dr. Ing. E. Kindel, „Über den Einfluss mecha- nischer Bearbeitung von abbindendem Beton“, Die Betonstrasse 1933, nr. 5, lk. 36.

⁶⁾ H. Burhartz, „Einfluss der Lagerdauer von angemachtem Zementmörtel auf dessen Erhärtungsfähigkeit“, Mitteilungen aus dem Königlichen Materialprüfungsamt zu Gross-Lichterfelde West, 1911. Bd. 29, lk. 164; muuseas ka 1908. Bd. 26, lk. 192.

¹⁾ „Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton 1932“, A. § 9.

²⁾ „Eesti normid portlandtsemendi kohta“, Riigi Teataja 1926, nr. 33.

³⁾ A. Hauenschild, „Über den Einfluss mechani- scher Bearbeitung von abbindendem Beton“. Die Betonstrasse 1932, nr. 9, lk. 108.

Katsetamise meetod ja katsete kirjeldus. Uurides betooni tugevusomaduste sõltuvust segu tööstamisest pärast tardumise alguse, tuli katsetamisel selleks, et katsete tagajärjed väljendaksid ainult uurimiseluse küsimuse selgitamist, võimalust mööda mitte muuta teisi tegureid, millest samuti olenevad betooni tugevusomadused, nagu tsemendi hulka, agregaadi omadusi ja teralist koostist, esialgselt ka juurelisatavat veehulka ja selle omadusi, proovikehade valmistamise viisi, kivinemise tingimusi jne.

Betooni tugevusomadustest on käesolevas uurimises võetud vaatluse alla *survetugevus*.

Segu tardumise määra hindamiseks on võetud *aeg* vee juurelisamisest segule kuni tardumise alguseni (tampimise kestvus sealjuures 7 min.), millist määra on võimalik kindlaks teha tarvitatud tsemendi tardumise kõveriku abil (joon. 1).

Uurimise läbiviimisel teostati seeria proove ühesuguseis tingimuses, muutes ainult eelmainitud aega nullist kuni 12 tunnini, üksikudel katsetel ühe tunni, üldiselt aga nelja tunni viisi.

Tsemendina on tarvitatud *Port-Kunda portlandtsement* (allpool nimetatud: tsement „K“), mille normi survetugevus (28 päeva vees) osutus 448,8 kg/cm² ja *Brooks Shoobridge & Co. Inglismaal valmistatud portlandtsement* (allpool nimetatud: tsement „I“), mille normi survetugevus (28 päeva vees) osutus 427,6 kg/cm², kusjuures tsement „K“ tardumise algus oli 3 t. 15 min., lõpp 6 t. 20 min. ja tsement „I“ tardumise algus alla 7 minuti ja lõpp 5 t. 20 min. (tardumise algus on võetud Eesti normide kohaselt).

Agregaadina on võetud Saksa normiliiva, mille tarvitamine, kruusa või liiva ja killustiku asemele, võimaldas valmistada väiksemaid proovikehi (7,1×7,1×7,1 cm), andes küll hariliku betooni koostisest n. n. „seguosa“, kuid milline on küllaldaselt iseloomustav käesoleva uurimuse eesmärgi kohaselt.

Tsemendi ja agregaadi vahekord on võetud 1:3 kaaluliselt. Segu on valmistatud destilleeritud veega, kus juures segamine on läbiviidud *Steinbrück-Schmelzer*'i aparaadiga.

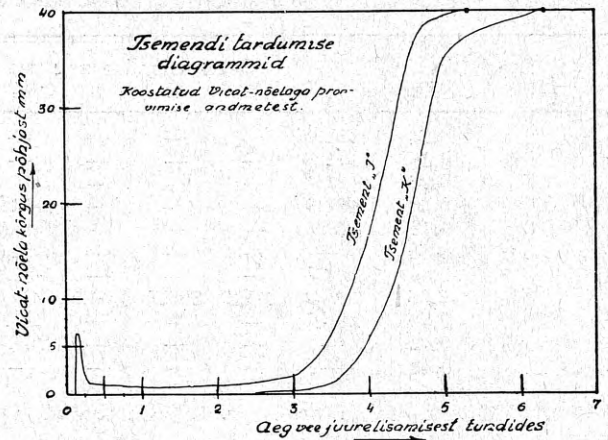
Juurelisatav vee hulk on määratud %-des kaaluliselt kuiva massi hulgast, kui ka vee-tsemendi teguri näol. Segu konsistentsi iseloomustamiseks on iga proovi puhul määratud tampimisel *Boehme* vasar-aparaadiga löökide arv, mille juures tuli vesi nähtavale vormi ülemises servas olevates renniketes. Katsetatavad segud on võetud konsistentsi mõttes peamiselt *tambbetooni* piirides (vee-tsemendi tegur alla 0,5).

Proovikehade valmistamine üksikasjalikult toimus järgmiselt: pärast vee juurelisamist kuivalt läbisegatud materjalile ning esialgset lusikaga segamist segamiskausis 1 min. ja segamismasinas 20 tiiru, asetati segu *tampimiseta* vee auruga küllastatud õhku, mille temperatuur +17°C (±0,5°). Pärast ettenähtud aja hoidmist segati segu uuesti segamiskausis kergelt läbi, kusjuures pikema seismise ajaga katsete (8 ja 12 tundi) puhul segu oli juba tunduvalt tardunud ja seda tuli uuesti peenendada. Sarnaselt peenendatud ja uuesti kergelt segatud segu asetati vormi ning tambiti *Boehme* vasar-aparaadis (150 löögiga) proovikehadeks. Proovikehad hoiti 24 tundi niiskes õhus ning järgnev aeg vees, kusjuures hoidmise temperatuur oli +17°C (±0,5°). Igast proovi liigist valmistati 6 proovikeha.

Proovikehad prooviti survele (risti tampimise sihile) 7 päeva pärast valmistamise. Sarnane väike ki-

vinemise aeg oli võetud aja kokkuhoiu mõttes, kuna käesolevad katsed, nagu ülal juba oli tähendatud, kandisid eelkatsete laadi, kus iga järgneva proovi läbiviimine olenes eelmise proovi tulemusest. Käesoleval juhul oleks üle 400 proovikeha katsetamine proovikehade pikema (näiteks 28 päevase) kivinemise hoiuaja puhul nõudnud õige palju aega ning proovikehade pikendatud kuni 28 päevani kivinemise aeg ei oleks sealjuures sisuliselt muutnud katsete tulemuste üldpilti.

Siin olgu tähendatud, et ülal katsete meetodi kirjelduses mainitud tingimust, milliseid oli kavatsatud võimalikult mitte muuta, tuli uurimuse vältel siiski muuta juurelisatavat vee hulka, kuna pikemaajalise seismisega katsete puhul segu konsistents muutub seismise vältel kuivemaks keemiliselt seotud vee arvel. Sarnane konsistentsi kuivemaks muutumine muudab ka segu tööstamise tingimusi proovikehade valmista-



Joon. 1.

misel ning võib kutsuda esile tugevuse muutumisi, peale ajast tingitud muutumiste pärast segu seismist (allpool sellest pikemalt).

Olenevalt eelmisest ei võinud lugeda küllaldaselt võrrelda ühesuguse vee hulgaga valmistatud proovide tulemusi ning tuli iga erineva segu seismise aja puhul läbiviia katseid erisuguste vee hulkadega, et leida, kas maksimaalseid tugevusi ning neid võrrelda, või, mis vast õigem, leida saadud tulemustest võrdse konsistentsiga segude andmeid ning neid võrrelda omavahel, lugedes sellega ainult viimaseid omavahel võrreldatavaks suurusi. Viimast hindamise alust tuleks lugeda *praktilise elule* kõige lähemaks, kuna ühesugune konsistents võimaldab ainult samasugust segu tööstamist, ja betooni tarvitamise iseloom ehitustes oleneb just segu tööstamise viisist betoneerimisel, milline muuseas on võetud aluseks ka betooni liigitamisel *tambbetooniks*, *plastiliseks-betooniks* ja *valamisbetooniks*.

Katsete tulemused. Läbiviidud katsete arvulised tulemused on koondatud tabelisse nr. 1 ja 2. Nende tabelite iseloomustavamate andmetest on koostatud survetugevuste graafikud: esiteks ühesuguste vee hulkadega valmistatud segude kohta, olenevalt segu seismise ajast tampimiseni (joon. 2 ja 3); teiseks, ühesuguste segu seismisaegadega proovidel olenevalt juurelisatav vee hulgast.

Segu konsistentsi muutumine, segu seismise ajast olenevalt mitmesuguste veehulkadega segude puhul on toodud joon. 6 ja 7, kus konsistentsi mõõduks on võetud löökide arv tampimisel, mille juures vesi pinnale nähtavale tuli.

Tabel 1. Tsementsegust (1:3) „K“ tsemendiga valmistatud 7-me päevaste proovide survetugevused kg/cm², olenevalt segu seismise ajast ja juurelisatud vee hulgest.

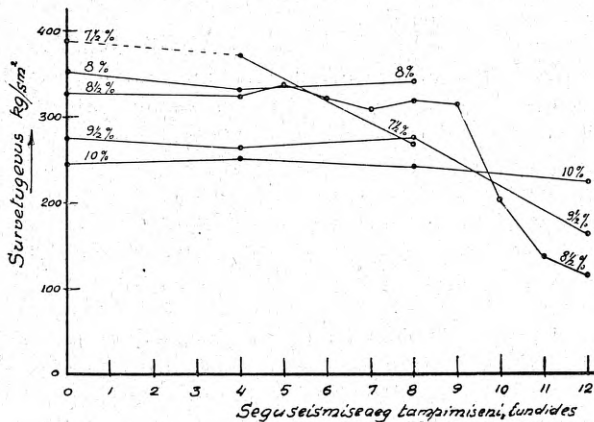
Vee hulk. %%	Wz	Segu seismise aeg vee juurelisamisest kuni tampimiseni, tundides:										
		0	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
5	0,20	284,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5½	0,22	337,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0,24	420,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6½	0,26	423,2	403,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0,28	415,3	396,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7½	0,30	—	368,3	—	—	—	268,3	—	—	—	—	—
8	0,32	350,7	331,3	—	—	—	340,0	—	—	—	—	—
8½	0,34	327,3	323,7	335,0	320,0	307,7	316,0	314,7	202,7	136,0	116,0	—
9	0,36	306,0	272,0	—	—	—	306,7	—	—	—	—	—
9½	0,38	274,7	263,7	—	—	—	275,7	—	—	—	—	163,3
10	0,40	244,0	250,3	—	—	—	241,0	—	—	—	—	224,7

Tabel 2. Tsementsegust (1:3) „I“ tsemendiga valmistatud 7-me päevaste proovide survetugevused kg/cm², olenevalt segu seismise ajast ja juurelisatud vee hulgest.

Vee hulk. %%	Wz	Segu seismise aeg vee juurelisamisest kuni tampimiseni, tundides:												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	0,24	312,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6½	0,26	391,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0,28	423,0	—	—	—	—	374,3	—	—	—	—	—	—	—
7½	0,30	401,6	—	—	—	—	363,0	—	—	—	—	—	—	—
8	0,32	373,7	—	—	—	—	349,0	—	—	—	—	—	—	—
8½	0,34	—	—	—	—	—	334,0	—	—	—	—	—	—	—
9	0,36	312,7	—	—	—	—	304,3	—	—	227,7	—	—	—	—
9½	0,38	303,3	291,3	299,7	303,0	281,0	273,7	277,7	268,0	290,7	190,7	200,3	142,7	82,7
10	0,40	264,7	—	—	—	257,0	—	—	—	249,0	—	—	—	—
10½	0,42	—	—	—	—	250,1	—	—	—	246,0	—	—	—	—
11	0,44	—	—	—	—	—	—	—	—	218,0	—	—	—	—

Märkus: Tabeleis nr. 1. ja 2. toodud üksikandmed on keskmised 6-st katses.

„K“ tsemendiga segu (1:3) survetugevused
7-päevaste proovidel, milmesuguste vee %% juures,
olenevalt segu seismise ajast tampimiseni.



Joon. 2.

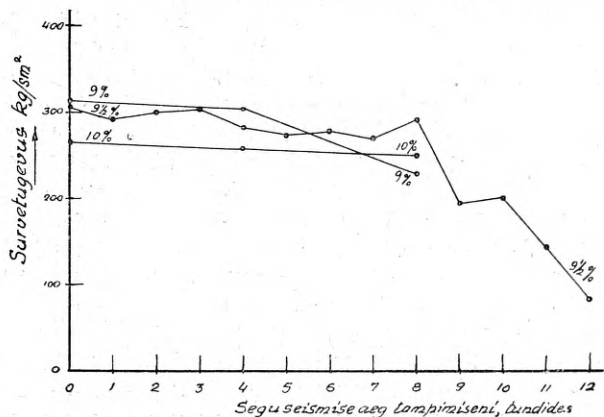
Katsete tulemuste hindamine. Joon. 2. on näha, et kõik segud, mis valmistatud 8 kuni 10% veega („K“ tsemendiga), ei näita kuni 8 tundi seisnud segust valmistatud proovide puhul erilist survetugevuse kahanemist ja 10%-line segu isegi mitte 12 tunnilisel seismisel. Sama nähe ilmneb ka joon. 3, kus 9½ ja 10%-lised segud („I“ tsemendiga) ei näita kuni 8 tunnilisel seismisel suurt survetugevuse langemist.

Eriti selgelt ilmneb joon. 4 ja 5, et veerikkamatel segudel segu seismise aeg enne tampimise (muidugi teatud piirides) survetugevust üldse ei muuda, kuna isesuguste seismisaegadega proovide survetugevuste

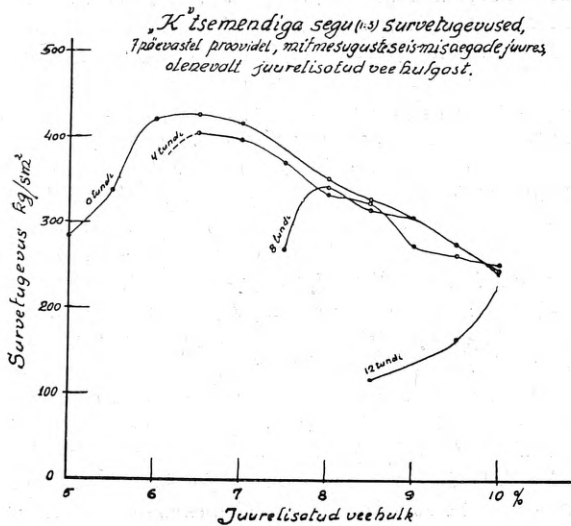
kõverikud lõpupool ühte langevad. Saadud tulemus on täiesti kooskõlas eelpool mainitud E. Kindel'i uurimuse tulemustega, kus segud, mille vee-tsemendi tegur 0,5 kuni 1,0, ei näidanud märgatavat survetugevuse langemist isegi kuni 24 tunnilise seismise aja juures.

Kuivemate segude puhul (joon. 2 ja 3) langeb sellevastu survetugevus, segu pikemaajalisel seismisel enne tampimist, järsult alla, milline nähe mainitud E. Kindel'i uurimuses aga käsitamist ei leia. Peale selle selgub nendest joonistest, et üksikutel segudel reeglipäraselt 4 tundi seisnud segust valmistatud proovide survetugevused on väiksemad kui 8 tundi seisnud segust proovidel.

„I“ tsemendiga segu (1:3) survetugevused
7-päevaste proovidel, milmesuguste vee %% juures,
olenevalt segu seismise ajast tampimiseni.

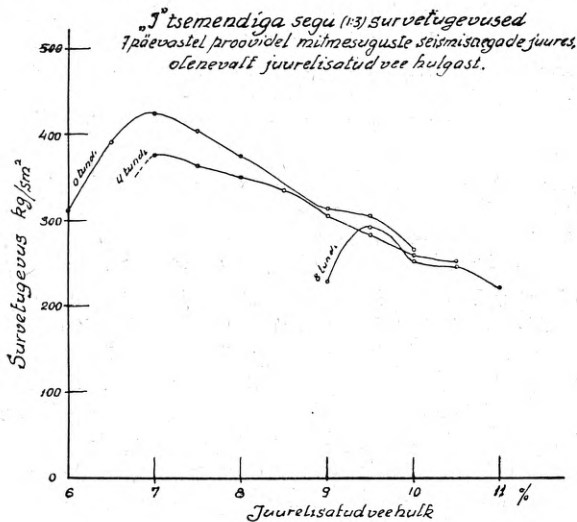


Joon. 3.



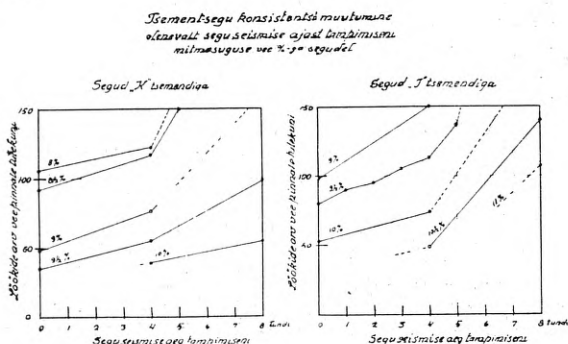
Joon. 4.

Viimasena mainitud nähe laseb oletada, et survetugevuse muutumised käesoleval juhusel on tingitud mitmest tegurist, millele eelpool juba tähelepanu oli juhitud. Nende teguritena tulevad kõne alla kõige-



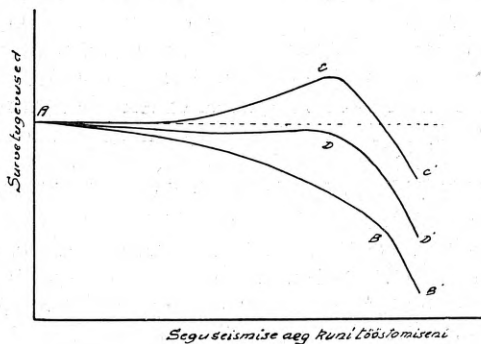
Joon. 5.

pealt kaks, milledest üks ja nimelt töötamine pärast tardumise algust, segu seismise aja kaudu väljendatud, survetugevust alandab, kuna teine, nimelt konsistentsi kuivemaks muutumine segu seismisel, survetugevust tõstab, kuid ainult kuni teatud kuivuse saavutamiseni. Sarnast segu kuivemaks muutumist näitavad joon. 6 ja 7.



Joon. 6 ja 7.

Eelmainitud kahe teguri oletatavat mõju betooni survetugevusele, olenevalt segu seismise ajast enne tampimist, on skeemiliselt väljendatud joon. 8. Kõverjoon ABB' väljendab survetugevuse muutumist mõjutatud ainult tarduva segu töötamisest, kuna kõverjoon ACC' — survetugevuse muutumist ainult konsistentsi kuivenemisest. Viimane joon omab maksimumi mingisuguses punktis C, kus segu saavutab kuivuse määra, millest algab tugevuse langemine, analoogiliselt joonistel 4 ja 5 toodud vee hulga vähendamise saavutatud maksimum tugevusele, mille ületamisel algab tugevuse järsk langemine. Keskmine neist kahest kõverikust, nimelt kõverjoon ADD', kujutab eelmainitud kahe teguri koosmõjumist; see kõverjoon sarnaneb põ-

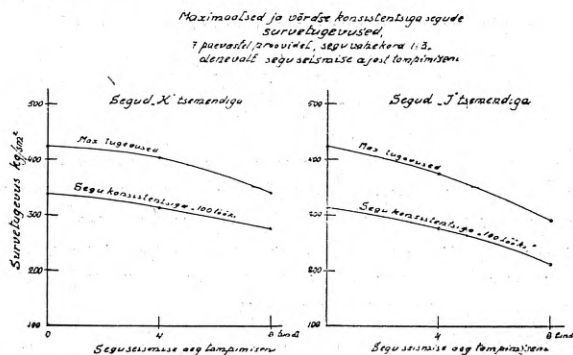


Joon. 8.

himõttelikult käesolevas uurimuses saavutatud tulemusile, kui võrrelda joonisel 2. 8½% ja joon. 3. 9½% veega segude survetugevuse kõverikke mainitud kõverjoone ADD'-ga.

Mainitud kahe teguri koosmõjuga on vast seletatav ka A. Hauenschild'i, F. Eberle ja E. Kändel'i artiklis käsitatud uurimuste osalt arusaamatud tulemused, kus survetugevus tarduva seguga töötamisel ei langenud, vaid mõnel juhul isegi tõusis, võrreldes tardumata segu tarvitamisega, kuna loogiliselt tarduva seguga töötamine peaks siiski alandama üldist betooni tugevust, sest tardumisega saavutatud üksikosade vaheline löiktugevus (haaramise tugevus) kannatab tarduva segu töötamisel.

Käesoleva uurimuse kohaselt pakub teatud huvi just kõverjoon ABB' (joon. 8), s. o. kõverik, mis näitab, millisel määral muutub betooni survetugevus olenevalt segu seismise ajast enne töötamise, mõjutatud ainult tarduva segu töötamisest.



Joon. 9 ja 10.

Selle iseloomustamiseks võiks vast tuua maksimaalsete survetugevuste kõverikud (joon. 9 ja 10), kuhu on kantud iga segu seismise ajale vastavad vee

hulga muutumisel saavutatud maksimaalsed tugevused (tabeleis 1 ja 2 kursiivis trükitud arvud).

Seda sama peaks iseloomustama ka ühesuguse konsistentsiga segude survetugevuste kõverikud (joon. 9 ja 10), varem toodud põhjendusi arvesse võttes. Need kõverikud on saadud, ärakandes iga seismise aja juures nende proovide survetugevused, millistel tampimisel võrdse löökide arvu juures (käesolevatel katsetel 100 lööki) vesi tuli pinnal nähtavale. (Arvud on saadud katseliseist andmeist interpoolimise teel.)

Võrreldes maksimaalsete survetugevuste ja võrdse konsistentsiga segude survetugevuste kõverikke, selgub, et need omavad ühesuguse iseloomu ning on nähtavasti kõige õiglasemaks tarduva segu tööstamisest tingitud betooni survetugevuse muutumiste hindajaks.

Väljendades arvuliselt eelmainitud survetugevuse muutumisi, selgub, et tsement „K“ puhul maksimaalne tugevus 8 tundi seisnud segust valmistatud proovidel, võrreldes kohe pärast segamise valmistatud proovidega, langeb 19,6% ja segude puhul, mille konsistentsi iseloomustab löökide arv 100, oleks sama suurus võrdne 19,7%, seega segude tugevuste langemised osutuvad peaaegu võrdseiks. Tsement „I“ tarvitamisel oleks vastavad arvud 31,2% ja 33,8%, milliseid võiks lugeda ligikaudu ka võrdseiks. „I“ tsemendi suurem tugevuse muutumine võrreldes „K“ tsemendiga on tingitud selle tsemendi kiiremast tardumisest (joon. 1).

Ülaltoodud arvudele võiks tuua võrdluseks andmed, kui võrd oleks vaja muuta segu konsistentsi (ehk juurelisatust vee hulka), et saavutada harilikul valmistamisviisil eelmainitud, ainult tarduva segu tööstamisest tingitud survetugevuse kahanemisele võrdset efekti. Nii, näiteks, „K“ tsemendi puhul, selleks et maksimaalset tugevust, 6½% veega, alla viia \approx 20% võrra, on vaja tõsta vee hulka \approx 8,2%-ni, s. o. \approx 1,7% võrra; „I“ tsemendi tarvitamisel maksimaalne tugevus, 7% veehulga juures, kahaneb 32% võrra, tõstes vee hulka 9,5%-ni, s. o. 2,5% võrra. (Andmed on võetud joon. 3 ja 4 järele.) Tuleb tähendada, et mõlemil juhul segud asuvad konsistentsi mõttes muldniiske ehk tampbetooni piirides.

Eelmisest järgneb, et töötades betoonsegudega, isegi kuni 8 tundi pärast vee juurelisamist, betooni survetugevus ei lange suuremal määral, kui seda osutub praktilisel tarvitamisel mingisuguse konsistentsi (käesoleval juhul tampbetooni) piirides võimalikust veehulga kõikumisest tingitud survetugevuse muutumine.

Lõppkokkuvõte. Käesoleva uurimuse tulemusist selgub, et betoonsegude tööstamine pärast segu tardumise algust on võimalik teatud aja vältel, kusjuures tuleb aga siiski arvestada betooni tugevusomaduste osalist kahanemist, võrreldes kohe pärast veega segamise valmistatud betooniga.

Mainitud tugevusomaduste kahanemine, tarvitades käesolevas uurimises käsitatud tsementidele vastavaid tsemente, ei osutu sugugi katastroofiliseks segu 8 isegi 12 tunnilise seismise puhul enne tööstamist, kui sealjuures hoolitseda selle eest, et segu konsistents pärast seismist (s. o. betoneerimisel) vastab püstitava ehituse jaoks ettenähtud konsistentsile.

Die Festigkeitseigenschaften des nach Beginn des Abbindens mechanisch bearbeiteten Betons.

Die vorliegende Forschungsarbeit ist der Anregung einiger in der Fachliteratur für Betonstrassenbau in den Jahren 1932/33 veröffentlichten Versuchsergebnissen¹⁾, betreffend den Einfluss mechanischer Bearbeitung auf die Festigkeitseigenschaften von ab-

bindendem Beton, entsprungen. Die genannten Ergebnisse stehen zum Teil in scheinbarem Widerspruch zu der üblichen Vorstellung, dass infolge mechanischer Bearbeitung des abbindenden Betons ein naturgemäßes Herabsinken der Druckfestigkeit stattfindet: es hat sich erwiesen, dass in einigen Fällen infolge mechanischer Bearbeitung überraschender Weise eine bedeutende Steigerung der Druckfestigkeit des abbindenden Betons zu verzeichnen ist, wodurch der Einklang mit den dieselbe Frage behandelnden Versuchsergebnissen des Königlichen Materialprüfungsamtes zu Gross-Lichterfelde West, vom Jahre 1911²⁾, gestört wird.

Um dieser Frage näher zu treten hat das Festigkeitslaboratorium des Staatlichen Materialprüfungsamtes zu Tallinn, Estland, sich die Aufgabe gestellt zu prüfen, in welchem Masse eine mechanische Bearbeitung die Festigkeitseigenschaften des sich im Abbinden befindenden Betons beeinflusst und von welchem Einfluss hierbei die zum Anmachen des Betons verwendende Wassermenge ist.

Die Untersuchungen, welche zur Zeit noch nicht abgeschlossen sind, haben auf das Vorhandensein zweier Grundfaktoren hingewiesen, von welchen jeder von sich aus die Druckfestigkeit des abbindenden Betons in entgegengesetzter Richtung beeinflusst.

Es ist dabei zunächst auf die Störung hinzuweisen, welche die abbindende Betonmasse durch mechanische Bearbeitung erfährt und wodurch die Druckfestigkeit des Betons naturgemäß herabgesetzt wird; an zweiter Stelle wäre die Verminderung der Konsistenz des angemachten Betons infolge dauernden Lagerens zu nennen, wobei durch das Herabsinken des Wasser-Zement-Faktors die Druckfestigkeit des abbindenden Betons einleuchtend eine Steigerung erfährt.

Durch entsprechende Kombinationen dieser beiden die Druckfestigkeit des Betons beeinflussenden Faktoren kann eine Steigerung der Druckfestigkeit des während der mechanischen Bearbeitung abbindenden Betons in gewissen Grenzen erzielt werden.

Ogleich die zur Zeit durchgeführten Versuche im Allgemeinen den Charakter von Vorversuchen tragen, erlauben sie dennoch, die vorläufigen Versuchsergebnisse zusammenfassend, folgende These aufzustellen:

Es ist im Allgemeinen in gewissen Grenzen möglich ohne Nachteil den sich im Abbinden befindenden Beton einer mechanischen Bearbeitung zu unterwerfen, wobei jedoch mit einem teilweisen Herabsinken der Druckfestigkeit des Betons gerechnet werden muss. Dieses Herabsinken der Druckfestigkeit des abbindenden Betons erweist sich jedoch, sogar bei einer grösseren Lagerungsdauer (den Versuchsergebnissen gemäss sogar bei einer Lagerungsdauer von 8 bis 12 Stunden), durchaus nicht als Katastrophal, wenn beim Betonieren darauf Acht gegeben wird, dass die Konsistenz des gelagerten Betons der für den Bau vorgeschriebenen Konsistenz entspricht.

¹⁾ A. Hauenschild, Über den Einflussmechanischer Bearbeitung von abbindendem Beton. Die Betonstrasse, 1932, Nr. 9, S. 108.

F. Eberle, über dasselbe. Die Betonstrasse, 1933, Nr. 1/2, S. 5.

E. Kindel, über dasselbe. Die Betonstrasse, 1933, Nr. 5, S. 36.

²⁾ H. Burhartz, Einfluss der Lagerdauer von angemachtem Zementmörtel auf dessen Erhärtungsfähigkeit. Mitteilung aus dem Königlichen Materialprüfungsamt zu Gross-Lichterfelde West, 1911, Bd. 29. S. 164; ferner auch 1908, Bd. 26. S. 192.

Diagramme põlevkivi suitsu jaoks.

E. Maltenek.

Soojustehnilistel arvutustel on mitmesugused diagrammid praktiseerivale insenerile nii suureks abiks, et ilma nendeta tema töö kasvab mitmekordseks. Meil on niisuguste diagrammide levimist senini pidurdanud meie tähtsama kütteaine — põlevkivi — iseäraldused. Literatuuris ei leidu tema jaoks ei tarvilikke diagramme ega täpsemat kirjeldust nende ehitamiseks. Sellepärast katsutakse vahest kasutada teiste kütteinete (näit. pruunsöe) jaoks antud diagramme, kuid need võivad anda kaunis suuri kõrvalekaldumisi.

Kuna uue diagrammi ehitamine on vahest seotud õige vaevarikka tööga (näit. erisoojuste ja I-t diagrammi), siis on loota, et valmis diagrammide avaldamine soodustab nende kasutamiselevõtmist meie inseneride peres. Selleks otstarbeks ongi käesolevas artiklis toodud mõned tähtsamad diagrammid põlevkivi suitsu jaoks*).

I. Ostwald'i põlemis-kolmnurk. See tuntud diagramm on kütetehnikule hädavajaline. Tema ehitamine on lihtne ja hõlbus; ainult põlevkivi puhul muutub tema kuju ning teda ei saa enam ehitada literatuuris avaldatud praktiliste valemite abil, sest need olivad, et kõva kütteaine suitsus mõõdetav CO₂ on tekkinud ainult põlemisel. Põlevkivis aga on CO₂-te juba toor-kütteaines olemas.

Et hoiduda keerulistest valemitest, mis ainult varjaksid lihtsat arvutuskäiku, on allpool näitena toodud kolmnurga arvutus põlevkivi jaoks:

Olgu toor-põlevkivi koosseis:

niiskust	w = 11,1%
min. tuhka	A = 40,6%
süsihapet	CO ₂ = 14,2%
bituument	b = 34,1%
	100,0%

Bituumeni elementaar-analüüsist (76,6C+9,15H₂+1,95S+11,5O₂) järgneb toor-põlevkivi koosseis:

26,11C+3,12H₂+0,68S+3,92O₂+11,1w
+40,6A+14,2CO₂.

Tuhas ja shlaagis olgu:	
mineraal tuhka	80%
süsihapet	14%
süsinikku	6%
	100,0%

Mineraaltuha sisaldavusest põlevkivis ja tuhas järgneb, et 1 kg põlevkivi põlemisel tekib tuhka

$$\frac{A}{0,8} = \frac{0,406}{0,8} = 0,508 \text{ kg.}$$

Iga kilogramm põlevkivi:

jätab tuhka süsinikku C'' = 0,06.0,508 = 0,0305 kg
 „ „ süsihapet CO₂'' = 0,14.0,508 = 0,071 kg
 annab suitsule süsinikku C' = C - C'' = 0,2611 - 0,0305 = 0,2306 kg
 „ „ süsihapet CO₂' = CO₂ - CO₂'' = 0,142 - 0,071 = 0,071 kg.

a) Täiuslik põlemine. Tuntud valemite järele on:
 Teor. põlemisõhu maht

$$L_0 = \frac{2,667.0,2306 + 8,0.0,071 + 0,0068 - 0,0392}{0,3} = 2,78 \text{ m}^3/\text{kg}^1).$$

Põlemisel tekkiva CO₂ maht $V'_{CO_2} = \frac{3,667.0,2306}{1,964} = 0,431 \text{ m}^3/\text{kg}.$

P.-kivi esialgselt CO₂-st suitsu läinud

$$V''_{CO_2} = \frac{CO_2'}{1,964} = \frac{0,071}{1,964} = 0,036 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Põlemise SO₂ maht $V_{SO_2} = \frac{2,0.0068}{2,86} = 0,005 \text{ m}^3/\text{kg}.$

Suitsu üldine CO₂ maht (koos SO₂-ga)

$$V_{CO_2} = 0,472 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Suitsu lämmastiku maht $V_{N_2} = 0,79L_0 = 0,79.2,78 = 2,20 \text{ m}^3/\text{kg}.$

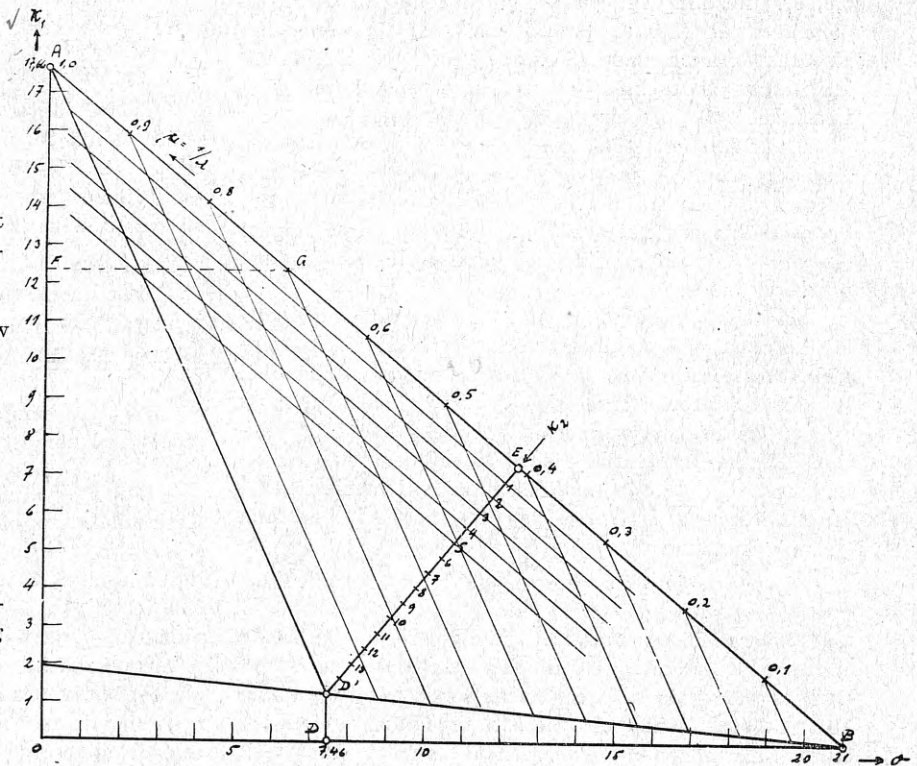
Teoreetne suitsumaht (kui liigõhutegur λ = 1):

$$V_0 = V_{CO_2} + V_{N_2} = 2,672 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Suitsu maksim. CO₂ sisaldavus:

$$K_1 \text{ max.} = \frac{V_{CO_2}}{V_0} \cdot 100 = \frac{0,472}{2,672} \cdot 100 = 17,66\%,$$

mis määrab põlemiskolmnurga tipu A (joon. 1). Punkt B on harilikul kombel määratud õhuhapniku mahu %-ga 21.



Joon. 1.

*) Trükitehnilistel põhjustel toimetuses on olnud summitud diagramme avaldama vähemas määras, kui see autorilt oli ette nähtud, mille tõttu nende kasutamiskõlblikkus tunduvalt väheneb. Toimetus.

1) Märgitud m³ tähendab „normaalkubikmeeter“ (Nm³), s. t. 0°C juures ja 760 mm rõhumisel mõõdetud maht.

b) Poolik (selektiivne) põlemine.

Kogu C põleb CO-ks. Selleks kulub vähem hapnikku kui põlemisel CO₂-ks, nimelt $\frac{1,333C'}{1,429}$ m³ võrra. Samal teoreetisel õhuhulgal ($\lambda = 1$) jääb nüüd suitsu ka veel hapnikku, mille maht on

$$V_{O_2} = \frac{1,333 \cdot 0,2306}{1,429} = 0,2154 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

Kuna tekkiva CO maht on sama kui vastava CO₂ oma ($V_{CO} = V'_{CO_2}$), siis teoreetne suitsumaht on nüüd $V_{O'} = V_0 + V_{O_2} = 2,672 + 0,2154 = 2,8874$ m³/kg.

Suitsu hapniku protsent on:

$$O = \frac{V_{O_2}}{V_{O'}} \cdot 100 = \frac{0,2154}{2,8874} \cdot 100 = 7,46\%;$$

mis määrab diagrammil punkti D.

Kuna põlevkivi suitsus on sel juhusel ka veel CO₂-te, nimelt kivist enesest suitsu läinud hulk $V''_{CO_2} = 0,036$ m³/kg, siis on CO₂%

$$K_1 = \frac{V''_{CO_2}}{V_{O'}} \cdot 100 = \frac{0,036}{2,8874} \cdot 100 = 1,25\%.$$

Selle kõrguse ($DD' = K_1$) võrra tuleb punkt D diagrammis tõsta. Leitud punktis D' on $\lambda = 1$ samuti kui punktis A. Seega on ($\lambda = 1$) sirgjooneks nüüd AD', mitte AD nagu see on teistel kõvadel kütteeainetel. Punkt D' on ühtlasi ka CO skaala algpunktiks; skaala suund on perpendikulaarne AB-le. Punktis E on CO% = 0, punktis D' aga on CO%

$$K_2 \text{ max.} = \frac{V_{CO}}{V_{O'}} \cdot 100 = \frac{V'_{CO_2}}{V_{O'}} \cdot 100 = \frac{0,431}{2,8874} \cdot 100 = 14,93\%.$$

CO-skaala jaotused on ühepikkused.

Eelmisest pole raske tuletada ka μ -skaala (AB) jaotuste arvutusviisi: kui järgimööda teha $\mu = 1/\lambda = 0,9, 0,8, 0,7$ jne. ning iga juhuse jaoks leida K₁ täiuslikul põlemisel, siis läbi K₁ punkti (näit. F) tõmmatud horisontaal annabki vastava skaalapunkti (G) sirgel AB. Harilikult jätkub aga juba sellest täpsusest, mis saavutatakse AB jagamisega 10 ühepikkusesse ossa.

II. Diagramm põlevkivi suitsu mahu määramiseks. Kivisöe, pruunsöe ja puu jaoks on olemas väga käepärane diagramm „märja“ suitsu (=suits + veeaur) hulga leidmiseks kütteväärtuse (Hu) ja liigõhuteguri (λ) abil²⁾. Allpool järgneb analoogiline diagramm põlevkivi jaoks.

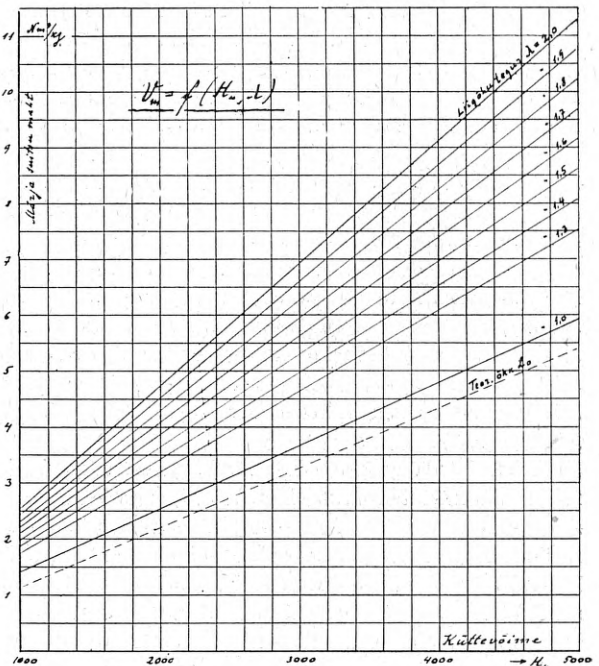
Et kujutada suitsumahtu (Vm) funktsioonina kütteväärtusest, tuli kõigipealt valida põlevkivi jaoks mingi keskmine tuha, CO₂ ja niiskuse sisaldavus, sest ühel ja samal kütteväärtusel oleneb suitsu maht teataval määral ka nendest suurustest, Selleks kasutati Riiklikus Katsekojas tehtud põlevkivianalüüse. Täiesti juhuslikult võeti ligi 70 analüüsi ning leiti nendest keskmise niiskusestena $w = 10,7\%$ ja CO₂ ning mineraaltuha keskmise suhtena

$$\frac{CO_2}{A} = 0,36.$$

Diagrammi arvutamisel jäädigi nende suuruste juure, s. t. oletati, et niiskust on alati 10,7% ja $CO_2/A = 0,36 = \text{const}$. Peale selle eeldati, et tuhas on 10% CO₂-te. Niisugust oletust õigustab asjaolu, et suitsu hulk oleneb õige vähesel määral neist suurustest. Näiteks 30% suuremal niiskusel (14%) ja samal küttevõimel erineb diagrammist võetud maht tõelisest alla 0,7%. Veel väiksem mõju on suhtel CO₂/A ja tuha CO₂-l. Praktiliste tööde jaoks jätkub sellest täpsusest.

²⁾ Näiteks Münzinger: „Dampfkraft“.

Diagrammi koostamisel kasutati asjaolu, et ülevaltehtud oletustel on mingi valitud bituumeniprotsendi puhul ühemõtteliselt määratud nii küttevõime kui ka suitsumaht. Küttevõime arvutuse aluseks võeti puhta bituumeni põlemisvõime 8900 cal/kg.



Joon. 2.

Diagrammi kasutamise selgitamiseks järgmine näide:

Põlevkivi koosseis olgu sama kui eelmisel näitel. Küttevõime bituumenil: 8900—9,15·6,6=8406 cal/kg.

Küttevõime toorpõlevkivil:

$$H_u = 8406 \cdot 0,341 - 6 \cdot 11,1 = 2801 \text{ cal/kg}.$$

Tuhka jääva põlemata süsiniku tõttu tuleb suitsu maht valida tegelikult ärapõlenud osa küttevõime järelle, s. t. $H' = 2801 - 0,0305 \cdot 8100 = 2554$ cal/kg.

Liigõhu teguril $\lambda = 1$ annab diagramm märja suitsu mahu jaoks 2554 cal juures:

$$V_m = 3,15 \text{ m}^3/\text{ks}^3).$$

Eelmisel arvutusel leiti kuiva suitsu maht sama juhuse jaoks $V_0 = 2,672$ m³/ks. Veeauru tuleb lisaks $\frac{0,111 + 9 \cdot 0,0312}{0,804} = 0,487$ m³/ks; seega on arvutatud märja suitsu maht 3,159 m³/ks ning vahe mõlema väärtuse vahel kõigest 0,28%.

III. Põlevkivi suitsu erisoojuste nomogramm. Keskmise erisoojus 0 ja t°C vahel oleneb suitsu koosseisust ja temperatuurist. Kuna koosseisu määrab ligikaudselt küttevõime H_u (bituumeni hulk) ja liigõhu tegur λ , siis erisoojust võib kujutada funktsioonina H_u, λ ja t-st. Peale selle mõjutab koosseisu veel põlevkivi niiskus ja CO₂ sisaldavus, nii et erisoojus oleneb teataval määral ka veel nendest teguritest. Õnneks on viimaste mõju niivõrd väike, et võib arvutada eelpool nimetatud keskmise niiskuse ja CO₂ protsendiga. Sellega tekkiv viga on veel väiksem kui eelmisel diagrammil.

Nomogrammi koostamiseks tuli arvutada iga küttevõime (bituumeni hulga) jaoks terve rida erisoojusi

³⁾ Mõõdetud 0°C ja 760 mm juures.

mitmesuguse λ ja t juures. Selleks osutus kõige kohasemaks valem⁴⁾.

$$C = C_{H_2O} - n[C_{H_2O} - C_{N_2} - r_{CO_2}(C_{CO_2} - C_{N_2})], \text{ kus}$$

$C =$ suitsu keskmine erisoojus 0° ja $t^\circ C$ vahel ($= C_{po}^t$);

$C_{H_2O} =$ vesiniku keskmine erisoojus 0° ja $t^\circ C$ vahel.

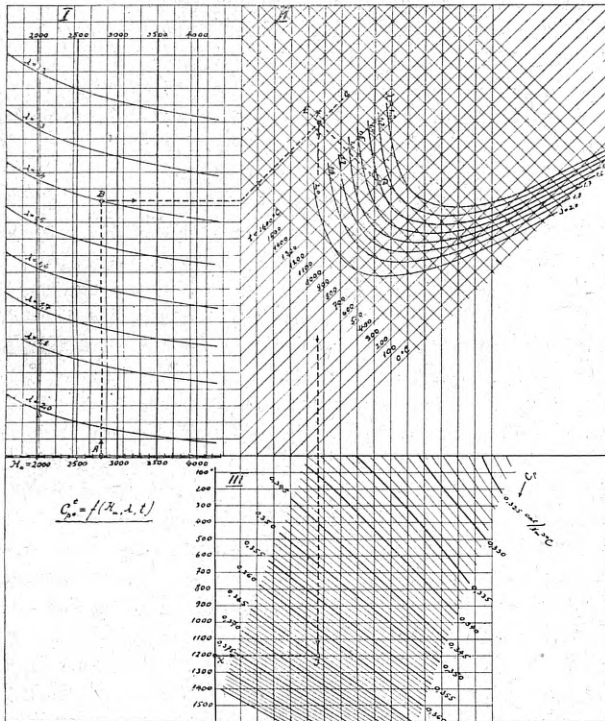
$C_{N_2} =$ lämmastiku keskmine erisoojus 0° ja $t^\circ C$ vahel.

$C_{CO_2} =$ süsihappe keskmine erisoojus 0° ja $t^\circ C$ vahel.

$r_{CO_2} = K_1 = CO_2\%$ kuivas suitsus.

$$n = \frac{r'_{CO_2}}{r_{CO_2}}, \text{ kus } r'_{CO_2} = CO_2\% \text{ märjas suitsus.}$$

Üsikutute gaaside keskmised erisoojused on võetud Landolt-Börnstein'i⁵⁾ järele ja on avaldatud cal/Nm³0C.



Joon. 3.

Nomogrammi kuju erineb vastavast Münzinger'i omast selles, et üheks parameetrik on CO₂ asemel λ mis leidub põlemiskolmnurgast ning Münzinger'i polaarkoordinaatide asemel on II kvadrantis 45° all seisev harilik koordinaatide süsteem, mis osutub praktilisel kasutamisel käepärasemaks.

Nomogrammi kasutamist selgitab näide:

Antud $H_u = 2800$, $\lambda = 1,4$ ja $t = 1200^\circ C$. Leida C_{po}^{1200}
 H_u ja λ määrab I kvadrantis sirged ABC;
 t ja λ määrab II kvadrantis punkti D ja sirge DE;
 BC ja DE lõikepunkt (F) määrab vertikaali FJ;
 III kvadrantis läbi vastava t tõmmatud horisontaal KJ lõikab FJ-ga punktis J. Viimane määrab Cp-skaalal otsitud erisoojuse $0,3648 \text{ cal/m}^3 \text{ } ^\circ C$.

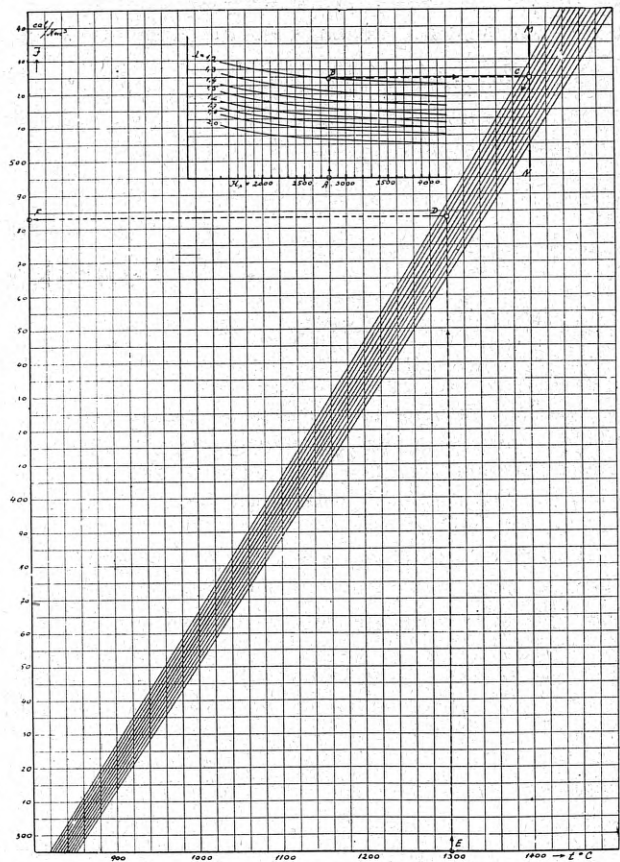
IV. Põlevkivi suitsu J-t diagramm. Ühe normaalkubikmeetri suitsu soojussisaldavus $t^\circ C$ juures on

$$J = C_{po}^t \cdot t$$

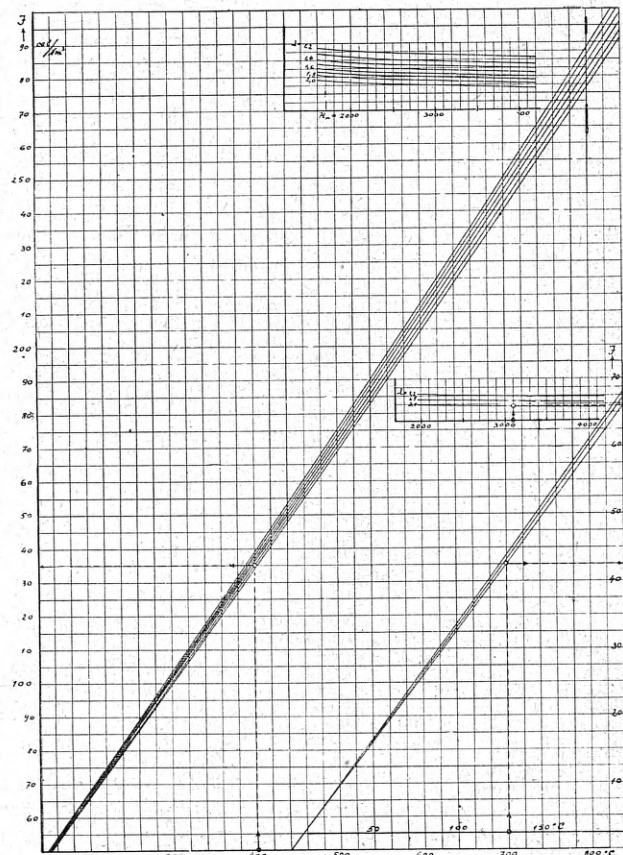
Kuna J on samadest teguritest kui Cp siis ka tema kujutub funktsioonina H_u , λ ja t -st. J-t diagramm näitabki seda olenevust (joon. 4 ja 5). Diagrammi kasutamise selgitamiseks järgmised näited:

4) V. näiteks Münzinger: „Dampfkraft“.

5) Physik.-Chem. Tabellen, 1923.



Joon. 4.



Joon. 5.

Näide 1: $Hu=2800$; $\lambda=1,2$ ja $t=1300^{\circ}\text{C}$.

Hu ja λ määrab sirged ABC (joon. 4);

BC lõikepunkt vertikaaliga MN näitab, millist kaldjoont tuleb kasutada. Viimase lõikepunkt (D) 1300° kohalt püstitatud vertikaaliga ED määrab horisontaali DF, mis läheb läbi otsitud $J=483 \text{ cal/Nm}^3$.

Näide 2: $Hu=3000 \text{ cal/kg}$; $\lambda=1,7$. Leida põlemise temperatuur oletusel, et soojuskadusid on 5%.

Nomogrammist 2 leidub suitsu maht $V=5,95 \text{ Nm}^3/\text{kg}$.

Ühe Nm^3 suitsu soojussaldavus on

$$J = \frac{0,95 \cdot 3000}{5,95} = 479 \text{ cal/Nm}^3.$$

Nomogrammist 4. leidub, kui lähtepunktiks võtta J, λ ja Hu , et otsitud temperatuur on $t=1320^{\circ}\text{C}$.

Tehnika teateid.

TOPURITE TIHESTUSE TINGIMUSED.

Hans Diegmann, Hannover.

Kahjuks on tööstusinseneril ja tehastemeistrel, kes muidu hästi harjunud moodsa tehnika aladega, veel sageli vaade, et topurite täidiseks on kõige odavam materjal hea küll. Mitte kusagil ei osutu kokkuvõtteid niivõrt raiskamiseks, kui just siin.

Lugematul arvul on müügil mitmekesiseid topuritäidiseid igasuguste otstarvete kohaselt ja nagu seda igalpool, ei puudu ka siin alaväärtuslikud fabrikaadid. Need meelitavad küll omi odavate hindadega, kuid osutuvad aga puudulikke omaduste tõttu kiire kulumisega mitte ainult väga kalleiks, vaid põhjustavad tööseisakuid, õnnetujuhtumeid jne. ja tekitavad see läbi tihti väga suurt kahju. Ei jõuta seepärast mitte küllalt meeletuletada valida topuritäidiseid ainult nende headuse järele, sest ainult siis hoitakse ära kolbevarte liigkulumised, kulukad parandustööd ja aegaviitav topuritäidiste vahetamine.

Milliseid nõudeid peavad rahuldama head topuritäidised?

Nad peavad ilma vahetamiseta absoluutselt tihedama vähemalt mitme kuu vältel, mitte kulutama masinaosi, võimaldama masina rahulikku käiku ja igasuguse õlitamise ärajäämist.

Allpool antakse mõningad näpunäited, milliste vaatepunktide järele tuleb otsustada kohaste topuritäidiste valikul.

A u r u r õ h k k u n i 6 a t (n i i s k e a u r) ei esita veel täidiste suhtes mingit erilist kõrgeid nõudeid. Selleks on täiesti rahuldav palmitsetud täidis pikakiulisest kanepist või puuvillast. Täidis peab olema siiski hästi grafiiteeritud või imbutatud kõrgesulavuse rasvaga. Imbutusel on siin, nagu ka kõigil teiste täidiste juures, täita kaks peaülesannet: esiteks mõjuda õlitavalt, et võimalikult vähendada hõõrumist; teiseks — tädist ennast kaitsta enneaege kulumise eest.

Talgitud täidised ei kõlba eeltähendatud otstarbeks, kuna loomarasvad auru mõjul ära sulavad juba esimestel töötundidel. Täidis muutub kuivaks ning klaaskõvaks ja hakkab sellisena jõudsalt „sööma“ kolbevart.

Kanepitäidise korral on soovitatav tarvitada „Bologneserkanepist“ tädist, kuna see on väga paenduv ning säästab kulumisest masinaosi. Väga sageli kasutatakse tihediseks niiskeaurul rasvatatud jutetädist (Kalkutakanepitädist). Sellise täidise tarvitamine ei ole soovitatav, kuna jute on väga abras, hakkab ruttu mädanema ja sisaldab kolbevartele kahjulikult mõjuvat ränihapet (Kieselsäure). Muuseas harrastatakse jutega suurt pettust. Olen näinud sageli hästi pleegita-

tuid jutetäidiseid, milliseid müüakse kanepitäidiseks. Nõutagu ainult jutevabu täidiseid ja laske seda garanteerida hankijate poolt. Niiskeaurule kõlbab hästi ka kahest kiilust koosnev polstriga kaetud täidis. Vastukaaluks vee ja auru mõjutustele tuleb valida hea vastupidavusega materjal. See topur töötab niimoodi, et mõlemad kiilud aetakse rõhkjõu mõjul laiali, sel teel kutsudes esile tihestamist.

A u r u r õ h u l ü l e 8 a t (k u u m a a u r u l) ei tohi tarvitada topureile milgil juhul taimekiutäidiseid, kuna kanep, puuvill, ramie (hiinakanep), jute, siid j. t. põlevad kergelt ära kuumaaaurus ja muutuvad seega tarvitamiskõlbmatuks. Siin tuleb küsimuse alla udegrafiidi või kuumale vastupidava rasvaga imbutatud asbesttäidis. Mitteesjatundjal on tihti igatahes raske eraldada head asbestgrafiittädist madalaväärtuslikust juba väliseltki. Parafiini juurelisamine annab asbesttäidisele erilisel kena väljanägemise. Seeläbi tekitatakse sageli mulje, nagu oleks tegemist tihedalt palmitsetud esmajärgulisest, pikakiulisest toormaterjalist palmitsetud täidise. Asbestgrafiittäidise omadusi katsetagu enne tarvitamisele võtmist, mis on kergelt läbiviidav. Tuleks ainult asetada üks tükk sellist tädist tulisele platele. Läheb siinjuures rasv kiirelt pehmeks ja punutis lõdvaks, siis on see tõenduseks, et kasutatud rasv ei ole küllaldaselt vastupidav soojuse mõjule ja asbestlõngad ei evi küllaldast venivust. Hea grafiit tundub alati sõrmi vahel hõõrudes libedana, kuna madalaväärtuslik jätab liivaka mulje.

Ü l e k u u m e n d u s s e a d e t e l e täidiste valik evib eriti suure tähtsuse. Siin võib tarvitada ainult kõige paremaid fabrikaate. Endastmõistetavalt tuleb ka selleks otstarbeks ainult asbesttäidis küsimuse alla. Väga kasulikeks osutuvad siinjuures „ehitamissüsteemi“ järele valmistatud täidised. Need täidised tehakse kihilistena, metalli ja asbestpalmitsustest, milliseid asetatakse diagonaalselt nii, et nad kujundavad rea libistispindasi, millistest igaüks töötab ka väiksemalgi kinnistusrõhul. Nende täidiste juures on iseloomustavaks, et hõõrpindade iseeraldus kunagi ei muutu, kuna esile ei tule mingit materjali lõhestust, nagu rullpalmitustega täidiste juures. Need fabrikaadid on osutunud väga headeks konstruktsioonist tingitud ristamise paisumise tõttu.

Nagu teada, on auruhaamrite kolbevarred ja topurid enamjaolt korratuvormilised, kas ühe või kahe lameda küljega. Harilikku pelikanttädist ei ole võimalik niisugusel juhul kuidagi ajada kolbevarrele nii ligi, et saavutada absoluutset kestvat tihendamist. Seepärast on soovitatav valmistada rõngad täpsalt topuri ja kolvi järele. „Ehitussüsteemilised“ täidised võimaldavad kohaleasetamist ilma haamripea eraldamiseta. Rõhu all täidis paisub ja tekib laitmatu libistis-

pind, milline annab absoluutse tiheduse ja minimaalse hõõrumise.

Külma veepumpadele normaalarhuga on hästi sobivad talgitud, kõige paremini aga rasvatud täidised pikakiulisest kanepist või puuvillast. Imbutamiseks tarvitav talk peab olema igal juhul täiesti happevaba, kuna muidu tunduvalt sööbuvad kolbevarred.

Soojaveepumpade topurid täidetakse kõige paremini temperatuuridel kuni 70°C pikast, pehmest kanepist või puuvillast täidisega, milliste imbutisena tuleb küsimuse alla ainult rasv kõrge sulavusega ja määrdevõimega. Talktäidiseid ei tohi tarvitada milgil juhul, kuna talk evib võrdlemisi madala sulamistemperatuuri. Tulevad ette temperatuurid üle 70°C, siis ärgu tarvitatagu üldse taimkiutäidiseid.

Otstarbekohaseks tiheduseks osutub pikakiuline asbestlõngast valmistatud ja kõrgesulavulise rasvaainega imbutatud täidis. Suhkrumahla-, õlle- ja lina-seleempumpade juures ei tohi ebasoodsalt mõjutada vedelikke maitsset. Niisugusel juhul on otstarbekohasem kuiva hiinakanepi või puuvillalõngast täidise tarvitamine.

Toitepumpadele tuleb soovitada linakoetisest topuritädist, milline sidestatakse ning kõvendatakse vastavate ainete kaudu. Üksteisejärele asetatud rõngaste üleulatuvad servad ehk huuled on mõõduandvad absoluutseks tihendamiseks, nii et sel teel hoitakse ära väiksemgi rõhulangus. Et need täidised valmistatakse voldsriidest, ei hargne tarvitamisel üles riide üksikud kihid. Oma elastsuse tõttu on sellised täidised mõjuvatena ka nõrgeimal rõhul.

Paisumistopureis diiselmootorite juures on igatahes kohased tarvitada köiestatud kuivad, keemiliselt puhtast asbestnõõrist ja vasktraadist palmitsetud täidised. Vask koetiskate, milline palmikut ümbritseb, on enneaegse lagunemise küllaldaseks kaitseks.

Kõrge rõhuga töötavate hüdrauliste seadete jaoks peab tarvitama erilist head tihedust. On tõesti uskumatu, kuidas ebaotstarbetud talktäidised, millised osutusid rahuldavaks kunagi varemalt pumpadele madala rõhuga, on praegugi veel sageli ainsaks abinõuks, mida kasutavad tööstusinsenerid. Peaks ju küll selge olema ka iga mitteesjatundjalegi, et praegusel ajal harilikude kõrgete rõhkude tõttu kanepitädispalmikutest talgiimbutis lihtsalt välja pressitakse. Üleliigselt tugev täidise kokkurõhumine topuri kaane abil aitab ainult lühemaks ajaks. Jällegi tulevad pihkamused ette, nii et uuesti täitmine osutub tarviliseks juba lühema aja möödumisel. Sobivamaks on kõrge veerõhule tinatraadiga läbipalmitsetud kanep-grafiit-täidised ja massiivsed nahktäidised. Väga kasulikeks osutuvad ka hiinakanepilõngast täidised, niinimetatud Greisol-kumminõõr, milline omab kummikerni, et tõsta täidise elastsust. Hiinakanep (ramie) paneb hõõrumisele palju paremini vastu, kui harilik kanep, puuvill jne. Selle eritäidise valmistamisel tarvitav erirasv sidestub kiudega niivõrd tugevasti, et lahutamine osutub normaaltemperatuuride juures vaevalt võimalikuks. Ka amoniakikompressorite tihendamisel on laitmatu täidise tarvitamine suure tähtsusega. Selleks otstarbeks on soovitatavad peenest puuvillalõngast imbutatud täidised. Väga kasulikuks on osutunud mitmekihi kombinatsioon, kusjuures kihid koosnevad baibiidist ja puuvillast ja iga kihi vahele asetatakse eri-

line kiht udegrafiidiga imbutatud koostisest. See täidis omab soodsa isemäärivuse. Mitmekihi kombinatsiooni täidises töötades jääb kolbevars peegelsiledaks, kuna hõõrumine saab vähendatud minimumini.

Happed, lehelised ja muud sööbivad vedelikud hävitaksid taimekiuainetest täidised otsekohe ära. Siin saavutatakse täielist tihedust ainult keemiliselt võimalikult puhta happekindla rasvaga imbutatud täidisega.

Mitte „ehitamissüsteemi“ järele valmistatakse täidised, kas palmitsetult või nipeldatult, kahes põhiliselt:

1. lihtne koetis;
2. kontsentriselt palmitsetud või nipeldatud koetis.

Normaalsete mõõtude kohaselt koosneb palmitsetud täidis ühest ainsast patsikujuliselt palmitsetud osast, ka sisseasetatud lõngadest kokkukeeratud kerniga, kuna aga kontsentriselt palmitsetud või nipeldatud täidis koosneb kernist ja mitmeist õhukesest katteist, millised palmitsetakse või nipeldatakse kerni ümber.

Missuguseid tooteid nende hulgast eelistada, selle üle lähevad arvamised väga lahkku. Üks tööstus eelistab palmitsetuid, kuna teine tarvitab jälle kontsentriselt palmitsetuid või nipeldatuid. Väljavalmimisel osutub sageli väga tähtsaks masinisti isiklik maitse. Minu paljuaastaste kogemuste järele peaks alati eelistatama palmitsetud tädist kontsentriselt palmitsetu ees, kuna esimesed on osutunud kaugelt vastupidavamaks kui viimased.

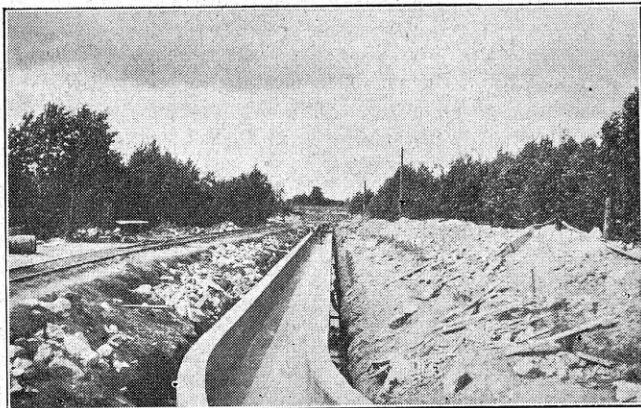
Eelpool olen kirjeldanud peamised tarvitamisliigid. Jääks soovitada igal tööstusinimesel tulevikus süveneda praegusest rohkem sellesse ainesse.

Täidise vastupidavusele on tema asjalik kohaleasetus suurima tähtsusega. Topurite pihkavusest tingitud tegevustakistused ei ole alati tingitud mitteotstarbekohase täidise tarvitamisest, vaid põhjust tuleb sageli otsida tarvitamise ja kohaleasetamise reeglite mittetähelepanemises. Tutvunegu enne täidise kohaleasetamist tehniline juhataja kui ka töö täidesaatja täpsalt kohaleasetamisreeglitega. Seda tööd usaldatagu ainult nendele, kes on teadlikud selle töö tähtsuses, osavad ja evivad vastava asjatundlikkuse. Täidis peab igal juhul vastama millimeetrilise täpsusega topuri ja kolbevarre läbimõõtudele. Et kindlaks teha vajalist paksust, tuleb maha arvata topuri läbimõõdu kolvivarre läbimõõt ja jagada saadud arv pooleks. On valitud täidis liig kõva, siis ärgu katsutagu kunagi teda ajada topurisse sissepressimisega, kuna seeläbi surutakse täidise väljast rasvaine. Palmitsetud rasvtäidised ei tihesta kunagi tugeva sissepressimise tõttu, vaid soojenemisest tingitud paisuvusest. Üksikud rõngad tulevad põiki läbi lõigata hästi terava noaga ja topurisse asetada lõikekohad vastamisi. Topuri liidet kinnistada ainult käega. Ei tihesta üks topur enam, siis ei tohi leppida ainult kõige pealmise rõnga uuendamisega; järgmised rõngad võivad olla rikkinenud veelgi rohkem. Seepärast võetagu välja kogu täidis, puhastatagu topur põhjalikult vanust jäänusist ja treitagu üle tingimata kolvivarre, kui see on kriimustatud. Kui on kord juba kriimustatud kolvivarre ebasünda täidise tarvitamise tõttu, siis ei aita midagi, ka kõigepeem täidis — topur saab alati vähem või rohkem pihkama.

Teedeministeeriumis kinnitati: Narva-Jõesuu ranna-riietushoone projekt (dipl. ins. R. Federmann).

Teedeministeeriumi ehitusinspektsiooni ametnikkude initsiatiivil asutakse „Ehitustegevuse arendamise seltsi“ loomisele, millest osavõtmiseks palutud: ehitusteadlased (ka Eesti Inseneride Ühing), ehituseandjad (peaasjalikult riigi ja omavalitsused), ehitiste kasutajad (majaomanikud, üürnikud), ehitusmaterjalide tootjad ning ehituste teostajad (ehitusettevõtjad). E. T. A. S-i põhiülesandeks oleks rakendada ühisele tööle ning omavahelisele arusaamisele loendatud tege-
laste grupe. B.

ÜLEMISTE—PIRITA KAAANAL.



Ülemiste—Pirita kaanal algab Pirita jõest umbes 2 km Lagedi raudteesillast ülespoole, Aaviko talu kohal; suundub üle Rae asunduse Mõigu surnuaia kohal Ülemiste järve. Kaanali pikkus umbes 12 km. Kaanali kaevati Tselluloose vabriku poolt 1922. a. Kaanali läbilaskevõime $Q=500$ l/sek. Vesi tõstetakse Pirita jõest pumpadega üles. Pumpbaseade võimsus umbes 70 kW. Algul kanti elekter üle Tallinnast, hiljem, kui õhuliin kapitaalremonti tarvitas, ehitati Pirita jõeale katlamaja ja elektrit töötati välja pumpade jaoks kohapeal. Kuni 1933. a. oli kaanal peaaegu tarvitusetu. Kui 1933. a. augusti kuul hakati pumpama, selgusid kaanalis varsti defektid — peaasjalikult tammide tugev filtreerumine. Käesoleval suvel tehti kaanali kapitaalremont. Umbes 1,5 km ulatusel ehitati kaanal betoonist, kohati kinnises torustikus; nõrgad kohad sillutati, ehitati uued dükkerid, anti projektprofiil kogu ulatusel. Pärast remonti kaanal omab esialgsest suurema läbilaskevõime, nii et võidi üks lisapumba aggre-
gaat üles seada. Pärast kapitaalremonti juuli keskpaigast kuni käesoleva ajani töötab kaanal vahetpidamata. A. W.

Kroonika.

14. sept. s. a. paiku esitas Teedeministeerium Vabariigi Valitsusele Insenerikoja ning Inseneride, Arhitektide ja Tehnikute kutseõiguste seaduse-eelnõu lõpulis redaktsioonis. Olulisi muudatusi seaduste eel-

nõudes, nagu see sõelumisel oli E. I. Ü., ei ole tehtud. Märkida tuleb vaid, et valitseb selgusetus eriala määritelus. Kutseõiguste seaduse-eelnõust paistab järelduvat, et enne Eesti iseseisvust Venemaal diplomid omanud insenerid kaotavad osa omist õigustest. Kas selles mõttes raskusi tekib, näitab tegelik elu. Vabariigi Valitsusel on õigus teha erandeid, lubades praktikat pidada ka mitte oma erialal tegutseval inseneril.

E. I. Ü. Teaduslikus komisjonis oli läbivaatamisel *Tervishoiu ja Hoolekande asutiste hoonete püstitamise määrus*. Arvati, et meil puudub eriline tarvidus sarnase määruse järele, kuna ehitusele tulevate hoonete hulk on väga piiratud.

E. I. Ü. juhatus võttis vastu 14. sept. s. a. Ühingu liikmeks *Th. Seisler*'i.

19. sept. s. a. pidas „Ehitustegevuse Arendamise Selts“ asutamise koosolekut, kus valiti ajutine juhatus.

21. sept. s. a. Vabariigi Valitsuse koosolekul oli arutusel Insenerikoja seaduse-eelnõu.

E. I. Ü. liikmeid palutakse õiendada liikmemaks, et vältida katkestamist ajakirja saamisest.

„Tehnika Ajakirja“ talitusele: Palutakse E. I. Ü. liikmeid, kui ka ajakirja tellijaid, teatada aadressi muudatustest kohe talitusele, Tallinn, Vene t. 30, et kindlustada ajakirja korralikku kättesaamist.

Bibliograafia.

VEEMAJANDUS.

Tronbach, Ergiebigkeit, Dauer, Intensität und Häufigkeit der kurzen starken Regenfälle in Hohenheim.

Gesundh. Ing. 1934, H. 19.

Bleich, Studie über Regenfälle in New York.

Proc. Am. 1934, H. 2.

Schafersack u. Dachler. Das Widerstandsgesetz für die Wasserströmung durch Kies.

Wasserwirtschaft 1934, H. 15.

Jakuschoff, Über das Grundeis.

Wasserwirtschaft 1934, H. 16/17, 13/14.

Böss, Anwendung d. Potentialtheorie auf die Bewegung des Wassers in gekrümmten Kanal- oder Flussstrecken.

Bauing. 1934, H. 25/26.

Wedernikow, Versickerung aus Kanälen.

Wasserkraft u. Wasserw. 1934, H. 12.

Oesterle, Die direkte potentiometrische Salzbestimmung verdünnter Salzlösungen bei Wassermessungen.

Wasserkrft u. Wasserw. 1934, H. 13 u. 14.

Tellimise hind: aastas — Kr. 5.00, ½ aastas — Kr. 2.50. Välismaale 50% kallim. Üksiknumber 45 senti. Kuulutuse hinnad: 1 lehekülj 40 kr., ½ lhk. 20 kr., ¼ lhk. 10 krooni. Kaantel 50% kallim.

Vastutav toimetaja A. GRAUEN, tlf. 450-44, 523-57. Kaastoimetajad A. VELLNER, tlf. 431-69. ja A. PUKSOV, tlf. 441-47.

VÄLJAANDJA ESTI INSENERIDE ÜHING.

Ilmus trükist 22. sept. 1934. a.

J. Zimmermann'i trükitoda Tallinnas, Lühike jalg 4.