

Kat. nr. _____
T. Ü. Keemia-inst.
raamatukogu

MÄETÖÖDE ÕPPERAAMAT

KOOSTAJAD:

J. AARMANN, J. ASSON, K. FELDWEBER, J. KARK,

O. VUHT

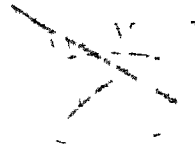
J. KARK'i ÜLDREDIGEERIMISEL

k-2707.



TALLINN, 1933. A.
KIRJASTUSE PEALADU MAJANDUSMINISTEERIUMI
MÄEAMETIS

Iall Eesti Karj Ühisuse truckikoda Pikk 2 1933



20

B.94

SISUKORD.

	Lhk.
Mineraloogia, petrograafia ja geoloogia algmõisted. <i>J. Kark</i>	3
Mineraloogia	3
Petrograafia	5
Füüsiline geoloogia.	6
Ajalooline "	12
Eestikeelsete õpperaamatute nimestik	14
Kaevetööd, <i>O. Dukht</i>	15
Sissejuhatus	15
Kaevetööde erinevus mannerainete liikide järele	15
Kaevandusõõnsuste nomenklatuur	16
Käsitsi tehtavad kaevetööd	20
Labida töö	20
Kõpla "	21
Kiilu või kangi töö	22
Tööd kirka või peitli ja vasara abil	23
Kaevetööd tule abil	23
Lõhketööd	23
Puuraukude arvu ja koha ning laengu suuruse määramine	24
" valmistamine (puurimine)	26
Löökpuurimine inimjõul	26
" mehaanilisel jõul	28
Puurvasarad	28
Löökpuurmasinad kitsas mõttes	30
Puuraugu puhastamine ja tolmu kõrvaldamine	33
Puuride teritamine	34
Löökpuuride produktiivsus ja töötamise kulud	35
Keerdpuurimine	35
Lõhkeained, <i>J. Kark</i>	40
Lõhkeainete käsitlemine	42
Masinatega tehtavad kaevetööd, <i>O. Dukht</i>	44
Survõhu löökpeitel.	45
Bagermasinad	47
Ekskavaatorid	47
Amberbagerid	48
Soonimismasinad	49
Löök-soonimismasinad	49
Kaapijad soonimismasinad	51
Survõhu majandus.	52
Kompressorid	52
Survõhu torustik	54
Kaevanduse toestik, <i>J. Aasmann</i>	56
Toestiku ülesanded	56
Mannerainete rõhumine	56
Kaitsetervikud	58
Toestusmaterjalid	59

	Lhk.
Lõök-uhtpuurimine	185
Keerdpuurimine puursudame saamisega	186
Puurimine „Rotary“	187
Manteltorud	187
Ettevaatuse abinõud puurimise juures.	189
Sorteerimine (rikastamine), <i>J. Arvmani</i>	190
Pesemine	190
Sõelumine	191
Peenendamine	191
Mõõtmised, <i>J. Kark</i>	192
Seadused ja määrused, <i>J. Kark</i>	193

MINERALOOGIA, PETROGRAAFIA JA GEOLOOGIA ALGMÕISTED.

Maapind, millel elutseme, muutub. Meie lühikese eluaja kestes oleme tähele pannud, kuidas, näiteks, sood kuivavad või ümberpöörduvad — heinamaad ja metsad soostuvad; kuidas jõed-järved ühte kallast lõhuvad ja kuiva maa veega asendavad, aga teist kallast liivakuhjatistega laiendavad. Liivalademed kantakse tuulest ühelt kohalt teise (leeted) jne. Ei ole mõeldav, et kunagi on olnud aeg, kus maakeral mingeid muutusi ei sündinud. Jälgede järele, mida jätnud sarnased muutused, võib seadida kokku tõenäolikkude muutuste käiku. Selle ülesande kallal töötab teadusharu, mille nimi geoloogia.

Et ära märkida muutusi maakeral, peab geoloog tundma neid aineid, mis muutuvad. Nendest näeme, näiteks, liiva-, savilademeid, põllumulda, turvast, paelademeid, rändkive. Sarnaste mandreid moodustavate „mannerainete“ (kivimute, Gestein, горная порода) uurimist toimib petrograafia. Ja üksikute, ühtlasest ollusest koosnevate mannerainete osadega teeb tegemist mineraloogia.

MINERALOOGIA.

Mõned mineraalid on üldtuntud. Nii (harak-) räni (Quarz, кварц), mille teradest koosnevad peaaesjalikult meie liivad ja mida leiame pea igas põllukivis (munakivis). Kivisüsi on samuti mineraal; keedusool ka.

Meie peame pisut peatuma mõne mineraali juures, sest neid tarvitame sagedaste, kasutades ära kas nende mehaanilisi omadusi või nende keemilist koosseisu (algaineid, millest mineraal koosneb).

Mehaanilistest omadustest on tähtis eeskätt kõvadus (Härte, твердость), mida määratakse ligikaudselt kriimustades mineraali järgmisesse (Mohs'i) ritta seatud mineraalidega (No. 1 kõige pehmem, No. 10 kõige kõvem):

1) talk, 2) kiviisool, kips, 3) kaltsiit, 4) fluoriit, 5) apatiit (või harilik aknaklaas), 6) põllupagu (ortoklaas) või harilik taskunoo teras, 7) räni, 8) topaas, 9) korund, 10) teemant.

Siis on tähtis kuju, milles esineb teatav mineraal. Räni, näiteks, esineb meil harilikult teradena, kas teravkandiliste või õerdkandilistena. Kuid harva leiame ka teda (rändkivide õõnsustes) kuuekandiliste prismade ja püramiidide näol. Üldse on pea kõigi mineraalide iseloomustajaks nende kristallne kuju. Kristalliks nimetame loodussünnitatud keha, mis reeglipäraselt piiratud tasapindadega, milledele rööpselt püsivad ka kõik kristalli omadused.

Keemilisi mineraalide omadusi kasutame sama sagedasti. Kalt-
siidist põletame lupja, teeme tsementi; kivisütt põletame energia saavuta-
miseks; ärtsidest (maak'est; Erz, руда) sulatame metalle.

Räni (harakräni, Quarz, кварц). Metallilüüsi oksüüd. Lii-
vana tarvitatakse teede sillutamisel, savi-, lubja ja tsemendisegudeks ehi-
tustel; klaasi valmistamiseks. Vesiselge, läbipaistev räni esineb „mäe-
kristallina“ (Bergkristall, горный хрусталь) harilikult kuuekanaliliste
prismade ja püramiidide näol, kivides leiduvates õõnsustes. Vahest esineb
sama mäekristall mustana või hallina ja kannab siis suitsuräni nime.
Omades lilla värvitooni, kannab mäekristall ametisti nime ja esineb
kolmanda järgu kalliskivina. Kollakat või mustjaspruuni kumerpindliselt
lõhenevat räni liiki nimetame tulekiviks või lihtsalt räniks; triibuline sa-
masorti mineraal on achat, millele ligineb opaal, mis teatavat värvi-
mängu omades koguni esimese klassi kalliskivina võib esineda.

Räni on 7 järgu kõvadusklassi esindaja. Sellepärast tarvitatakse räni-
liivakivi ka käiaadeks, luiskudeks, lihvimiseks jne.

Pöllupagu („päevakivi“, Feldspat, полево шпат). Leidub meil
rändkivides ja nende lagunemisel sündinud kruusas nurgeliste silepinnaliste
tükkide ja tahvlikeste näol. Harilik värv kas valkjas hall või roosakas
punane; vahel ka rohekas-hall. Meil erilist tarvitamist ei leia. Väljamaal
seal, kus teda kerge puhtalt murda, läheb jahvatatult portselaani (ja klaasi)
segudeks, sest tema keemilises koostises esineb peaaegu ka ränihape ja alu-
miinium-oksüüd, s. o. savi ollused, ja saviks muutubki põllupagu, kõdu-
nedes ajajooksul ilmastiku mõjul.

Vilgukivi (valge, läbipaistev — muskoviit, must — bio-
tiit; osalt „kassikulla“ ja „kassihõbeda“ nime all tuntud; Glimmer,
слода). Peamiselt ka ränihapest ja alumiiniumoksüüdist koosnev mine-
raal, pehme, laguneb kergesti õhukesteks painduvateks lehekesteks ja litri-
kesteks. Leidub samuti rändkivides, kuid ei puudu ka harilikus liivas,
savis.

Glaukoniit. Ka ränihappe, alumiiniumoksüüdi ja raua ühendus.
Ilmub roheliste terakeste kujul liivakivides, savis, merglis, andes neile ro-
helise või roheka värvi. Mõnikord sisaldab palju kaaliumi ja võib sellepär-
ast väetisainena esineda.

Korund. Puhas alumiiniumoksüüd. Kristallne, klaar ja ilusa vär-
viline annab esimese klassi kalliskive: safiir ja rubiin. Kõvadus
Mohs'i järele 9. Sellepärast tarvitatakse ka korundi terakeste segu teiste
mineraalidega smirgeli nime all lihvimispulbriteks.

Kaoliin — portselan-savi; ka ränihappe ja alumiiniumoksüüdi
ühendus veega. Mitmete teiste mineraalide murenemise saavutis. Harilik
savi on enamalt jaolt kaoliini ja muude ainete (liiv, muda jne.) segu.
Veega segatult laseb ennast vormida. Ei lase vett läbi.

Pürokseenid ja amfiboolid. Harilikult tume-rohekad kuni
mustad mineraalid, ränihapest ühes magneesiumi, kaltsiumi või rauaoksüü-
didega koostatud. Ühes biotiidiga (must vilgukivi) annavad nad meie ränd-
ja põllukividele nende tumeda värvi. Kõvadus Mohs'i järele 5—6.

Magnetiit. Rauaoksüüd. Meil leidub mõnes paigas mere- või
järvekalda liivas, raskete tumedate terakeste näol. Kus ta koondatul kujul
(terve mägedena!) leidub, annab ta hea materjali raua valmistamiseks.

Limoniit on samuti rauaoksüüd, kuid ühenduses veega. Rooste
karvased ja ka tumedamad kooriku- või mugalataolised sünnitused ka meil
mitmel pool rohukamara all ja soodes ning järvede põhjas (soo-rauamaak);

mõnel kohal ka mulla (pulbri) — ookri näol. Kus teda rohkesti, seal sulatatakse ka temast rauda.

P ü r i i t. Rauda ja väävli ühendus. Valge või kollaka metall-läikega. Kõvadus Mohs'i järele 7 (annab vastu terast sädemeid). Harilikult kristallvälimusega, kuid ilmub ka tiheda massina. Eestis leidub üksikute pesakestena ja peene pulbrina kõigis lubjakivides; ei puudu ka liivakives. Terve korrana esineb meie vaesema õlikivi — diktionema-kildkivi — aluspõhjas. Temast tehti katseid ajada väävlihapet, kuid selgus, et kihi vähese paksuse tõttu tema kaevamine kalliks läheb.

K a l t s i i t. Sõehapu kaltsium. Puhtal kujul vesiklaarid kristallid, sagedad lubjapae õõnsustes ja lõhedes. Kaltsiidi terakestest koosneb marmor; kõik lubjakivid on enamikus ka sellest ollusest koos. Kui aga kaltsiumile lisaks tuleb rohkesti magneesiumi, siis kannab kivi *d o l o m i i d i* või *d o l o m i i t s e* lubjakivi nime. Kui kivis kaltsiidi ollusega koos ka rohkesti saviollust leidub, nimetatakse kivi: „*m e r g e l*“. Ka kriit on kaltsiidi või sõehapu lubja ühendus. Kui kaltsiiti kuumendada üle 900°, aurab temast süsihape ära ja jääb järele „põletatud lubi“ — kaltsiumi oksüüd, mis veega niisutatult annab „kustutatud lubja“.

K i p s. Väävelhapu kaltsium, veega ühenduses. Täiesti puhtalt kristalliseerunud vesiklaar. Harilikult lisandustega värvitud halliks, kollakaks, roosaks. Sagedasti esineb kiudlisena — ka meil Irboska lademetes on teda olemas. Suurem jagu kipsi esineb siin aga halli, peamiselt saviga segatud kipsi näol. Läheb suuremalt jaolt kuumendatult ja jahvatatult krohv-kipsiks, kuid kaunike hulk tarvitatakse ka põlluväeks; temast saadakse ka muid vähema tähtsusega tooteid.

A p a t i t. Vosvorhapu kaltsium, kloori või fluori lisandusega. Puhtalt vesiklaar, kristallne; harilikult värviline ja muu ainetega segatud. Kõvadus Mohs'i järele 5. Kaunis laialt leiduv mineraal — mikroskoopiliste nõelakeste näol teistes mineraalides. Meil on tema muistsete karpelajate (*O b o l u s*, *S c h m i d t i a*) karpide kivistusematerjaliks, sünnitades meie vosvoriidilademed, mis Harjumaal, Ülgastes, põlluväetiseks kaevetakse.

T e e m a n t. Puhast kristallne süsinik, kõrgema tuntud kõvadusega (10 Mohs'i järele). Süsinik leidub veel looduses grafiidi ja kivisõe näol. Meil on mineraalseist sütest olemas ainult turvas — söestamise algaste.

PETROGRAAFIA.

Mineraalid esinevad maakeral erilistes ühisustes (assotsiatsioonides), kas ühe-, kahe- või mitmekaupa, moodustades nõnda teineteisest erinevaid üksusi, (*m a n n e r a i n e i d*), milledest koosneb meile tuntud maakera kõva (mandri) osa. Mannerained on palju, nii et neid tundma õppides liigitada tuleb. Harilikult jaotatakse neid kolme suuremasse rühma:

1) Tard-mannerained (tardkivid), mis kõige tõenäolisemalt on sündinud angunud tulikuumast sulatisest: *m a g m a s t*.

2) Sette-mannerained, mis sadestunud veekogude või õhumere põhjas ja

3) Kristall-kildkivid, mis sündinud kas tard- või settemannerainetest, kuid läbi teinud erilisi muutusi suure rõhumise, kuumuse jne. mõjul.

Tard-manneraineid meil maapinnale suurte massidena ei kerki. Meie leiame neid ainult rändkividena. Mujal ilmas on suured alad, mille pind koosneb ainult neist. Ka Soomes on neid rohkesti.

Tuntuim neist on graniit, koosnev peamiselt põllupaost-orthoklas'ist (kaaliumi sisaldav), harakränist ja vilgukivist, sagedasti pürokseeni või amfibooli- ja ka muu mineraalide lisandusega. Põllupao värv annab graniidile kas punaka või halli karva.

Kaob kivi koostisest räni, siis nimetame teda mitte enam graniidiks, vaid sieniidiks.

Kaaliumita põllupaoga ja samade teiste mineraalega eraldatakse dioriiti ja gabbro't; kuid nende eraldamiseks on tarvis rohkem mineraloogia tundmist, kui meil tarvilik.

Mineraalid, mis senini nimetatud tardkivides ette tulevad, on kõik kristalliseerunud terade ja lehekeste näol leida. On aga liik kive, milles leiame suuremaid mineraalteri ühtlase massi sees. Siia kuuluvad: porfiir — suured mineraalid on põllupagu, vähemal määral ka räni; kui räni puudub, siis kannab kivi trachiiti nime.

Koosneb kivi peaaegu ainult ühtlasest tumevärvilisest massist, on tegemist basaltiga (mustjashall kuni must). Kuid tumedate tardkivide ligem määramine nõuab mikroskoopilist uurimist.

Ei või nimetatamata jätta ka nõndanimetatud pigikivi, mis on kiiresti hangunud magma — must (pruunikas) klaas. Kui sula magma, nõndanimetatud laava näol vette voolab, sünnitab ta pimskivi (vahukivi, Bimstein, пемза).

FÜÜSILINE GEOLOOGIA.

Enne, kui minna üle sette-mannerainete juurde, on otstarbekohasem heita pilku geoloogilistele nähetele. Jättes kõrvale maakera noorus-ea arvatava ajaloo, jälgime ainult neid muudatusi, mis aset leidsid kõva koorega maakeral ja millised ka praegu käimas.

Tulepurskavad mäed toovad esile maakoore sügavusest sula materjali (laavat), mis koosneb samadest algainetest, mis moodustavad ka meie tardkiva. Tungides maa sisse šahtides või mõõtes soojust puuraukudes, märgatakse soojuse tõusu sügavusega, umbes 1° iga 30 m. peale. Sellepärast võib oletada, et maakera koores teataval sügavusel nii suur kuumus valitseb, et maakoore materjal seal sula või vähemalt taignasarnane on. Sarnane materjal on teataval määral liikuv ja võib mõnesugustel mõjudel aeglaselt tõusta ja vajuda, mis avaldub maapinnal ebatasasuste tekkimisega: sünnivad kõrgustikud ja lohud. Viimastesse koguneb vesi: ookeanid, mered jne., kuna esimesed mandreid moodustavad.

Maapinna ebatasasuste tagajärjel esineb raskuse mõjul tegutseja tasandustoiming, mis settemanneraineid sünnitab. Settematerjali valmistumine sünnib murenemisel (Verwitterung, выветривание), mille all mõistetakse mannerainete lagunemist mitmesugustel välistel mõjudel: külma ja sooja, niiskuse ja kuivuse vaheldavus, osaline keemiline lahustamine, milleks kaasa aitavad taimed ja loomad. Kõva manneraine muutub neil mõjutustil pehmeks, koredaks; temast eralduvad suuremad või vähemad tükid. Uued tegurid hakkavad neid transporteerima.

Järsemalt kallakuilt variseb osa nõnda eraldatud materjalist raskuse mõjul alla, jäädes peatuma tasasele või vähema kallakuga pinnale.

Peene tolmu, ka liiva kannab sünnikohalt ära õhuvool, tuul; kui tuule kiirus raugab, või tolm märjaks saab, langeb ta maa peale; samuti jääb paigale liiv või muu materjal, mida tuul maa pinda pidi edasi veeretab. Nii

sünnivad tolmulademed, mis lõs's'i nime all tuntud, ja liiva-luited (meilgi mere ja suuremate järvede ümbruses).

Maapinnale, ka kõrgemate mägede otsa sademetena langev vesi püüab voolata võimalikult madalasse kohta. Voolates võtab ta ühes oma voolusängi materjale: osalt lahustatuna, osalt mehaanilise lisandusena, oma voolujou kohaselt. Raskemat materjali veeretab veevool edasi pinda (jõepõhja) mööda, Vesi ise kui ka tema läbi edasikantavad liiv, kivid jne. õõruvad manneraineid voolusängis, viies tekkiva puru ühes. Nii süvendab ja laiendab voolav vesi oma süngi, nii et orud ja kuristikud tekivad.

Kui veevool püsib käre (langus suur!) kuni tema suubumiseni suuremasse rahulisesse veekogusse (meri, järv), siis viib ta kõik tee peal temasse sattunud materjali sinna välja. Voolukiirus langeb seal teatava maa peal nullini, mis pärast ühestoodud materjal põhja vajub — jämedam kalda lähedal, peenem kaugemal. Ajajooksul täitub jõesuu esine osa merd või järve sarnase jõest kohale kantud materjaliga; settematerjali kuhjatis tõuseb üle mere (järve) pinna. Kuid materjali omaduste tõttu on harilikult sarnase kuhjatise pind lame. Jõgi, mis sunnitud sarnast lamedat pinda mööda voolama, voolab aeglaselt, mis pärast ta ei jõua enam jämedamat materjali merde viia, vaid kõik veerkivid, kruusa, liiva jätab ta sellel vooluosas maha ja viib merde ainult peene kõntsa.

Sarnase voolavate vete tegevuse viljana ongi kujunenud enamik lausikmaid, mis algavad mägede jalg ja laskuvad mere pinna alla. Kuid mõningates kohtades on vesi sarnast transporteerimist ja lihvimist toimetanud külmanud kujul, jäänud. Seal, kus soojust nii vähe, et lume näol aasta jooksul langevad sademed ära sulada ei jõua, korjuvad lumelademed, mis ajajooksul jääks kokku vajuvad. See jää hakkab aluspõhja kallaku suunas libisema ja moodustab jääliustikke. Maakera põhja- ja lõunanabade ümbruskonnas on kogu pind nende all; kõrgetest mägedest laskuvad nad ka mäekülgi ja orge pidi alla. Jääliustikud „kännavad“ üles oma põhja moodustavat pinda ja viivad oma liikumise sihis ühes materjali alates majasuurustest „rändrahnude“ mürakatest kuni peene tolmuni, millise materjali jätaavad sinna maha, kus jää sulab, ilma et see materjal oleks sorteeritud terapeensuse järele, nagu seda harilikult näeme vee või tuule transporteeritud materjali juures.

Suurtes veekogudes (meredes, järvedes) ei püsi vesi ka rahul. Tuule mõjul tekivad temas voolud ja lainetus. Lained paiskavad vee vastu kaldaid, mis selle tõttu purunevad. Purunenud materjali matavad lained veekogu põhja. Nii lamendab lainte tegevus randa — ühelt poolt lõigates maha ranna äkilisi ja kõrgemaid kohti ja teiselt poolt täites rannäärset merd (või järve). Kui veepind veekogus aastatuhandete jooksul alatasa tõuseb, võib temas sarnane lame kallakuga põhi väga laia ulatuse saada. Kui vesi pärast alaneb, ilmub see põhi ühise lamedusega kuiva maana.

Veekogudes, eriti meredes, on nii taime- (pisitaimed!) kui ka loomariigi elu rikas. Mõned neist valmistavad oma elu kestel kõvu osi, mis peale nende surma püsivad: teo- ja „konna-“ karbid, korallide ehitused, kalade luud ja soomused. Materjali nendeks osadeks võtavad nad vees lahustatud sooladest. See on veel üks veekogude põhja koguva materjali allikas. Harukordadel settivad ka vees lahustatud soolad ilma eluolevuste kaasabita (keedu- ja kaalisoolad, kips j. t.). Ühes mandritelt toodud tolm, muda, liivaga langevad ka eluolevuste jäätised ja soolad mere põhja, kattes teda kohtadel, kus veevool või lainetus neid ära ei uha, pideva korraga. Et aastatuhandete jooksul veekogude sügavus muutub, muutub ka vette

sattuv materjal, saab see põhja kattev kord kihtline; näiteks, lubjase materjali peale koguneb kord liiva, siis savi jne. Aastamiljonite kestel koguneb neid kihte nii paksult, et pealmiste kihtide rõhumisel alumised kokku pressitakse kõvaks kiviks. Sarnasele kõvenemisele aitab kaasa ka soojus, mis maa sügavuses valitseb.

Kui siis tagantjärele see endine merepõhi kõrgemale tõstetakse, ei sünni see harilikult mitte ühtlaselt, vaid selle juures saavad kihid harilikult asetatud enam või vähem kallakusse seisukorda, mille juures, raskuse mõjul, tuleb ette allaliuglemisi ja viltidesse vajumist, nagu näiteks sünnib sula lume kattega šottrenniga katusel. Nõnda sünnivad need sagedasti keerulised kihtide asendid, mida looduses võime tähele panna, — Eestis küll vähesel määral, sest meie asume nõndanimetatud „Soome-Skandia kilbil“, mis geoloogilisest ürgajast peale ainult vähesteid muudatusi läbi elanud. Nende kihituskujude juurde tuleme edaspidi tagasi.

PETROGRAAFIA (järg).

Kõik massiivsete mannerainete küljest murenemise protsessil eraldunud materjal, mida ülevalpool kirjeldatud viisil on kandnud sünnikohast eemale kas tuul, või vesi, või jää, settib kas maapinnal või veekogu põhjas ja moodustab sette-manneraineid. Tera suuruse poolest on eraldatavad:

1) savi. Tema peamineks on nii peened terakesed ja liblekeseid, et neid ka mikroskoobi all enam näha ei või. Keemiliselt on tegemist peamiselt ränihappe ja alumiiniumoksiüüdi ühendusega (ka vesi võtab ühendusest osa). Lisandustena leiame harilikus savis räniliiva, söehaput lupja, rauaühendusi jne. Lisandusteta puhas savi — kaoliin — on valge; ta kannab sulamata kõrget kuumust välja (on tulekindel).

2) liiv. Tuhk-teralisest liivast päle kuni jämedama kruusani käib selle nimetuse alla teraline, sömer materjal, mille teradel puudub side. Harilik mineraal, mille teradest koosneb liiv, on harakrääni, kuid sagedasti esinevad temas vilgukivi libled, magnetiidi terad jne.; vahest sisaldavad liivalademed savi (savikas liiv), esitades üleminekuid liivakale savile. Liiv, mis pole kannatanud kauget transporteerimist, on teravnurgeliste teradega, kuna kaugelt transporteeritud või sagedasti ühest kohast teise kantud liiva terad enam-vähem ümargused on.

3) Veerkivideks (munakivideks) nimetame neid mannerainete tükke, mis suuremad, kui kruusaterad, selle juures ilma teravate kantideta, mis ümaraks õerdunud. Sarnased kivid moodustavad ka terveid lademeid, kus nende vahed on täidetud savi või liivaga. Teravkandilised tükid võivad ka lademeid moodustada, ja siis nimetame sarnaseid lademeid rähaks (r ä h k).

Kui nimetada veel taime- ja loomajätistest moodustatud kõnts (veekogude, näiteks umbjärede põhjas) ja surnud karpelajate karbikuhjati, samuti tulepurskavaist mägedest väljapillutatavat tuhka ja õhus hanguvaid laavatükke, oleme loetlenud kõik pu d e d a d, tsementeerimata mannerained.

Kõvenemise protsess, millest üleval jutt oli, muudab need mannerained kivideks. Nii surutakse savine materjal kokku kildkiviks (Schiefer, сланец), mis peale savi võib sisaldada ka muid aineid ja ilmutada erinevaid omadusi, mille järele siis ka eraldatakse tahvlikildkivi,

katuse kildkivi, lubjakat kildkivi, bituumset kildkivi (mille alla käivad ka meie põlevkivi ja nõndanimetatud Dictyonema-kildkivi).

Liiv muutub liivakiviks, kui tema terad tsementeeruvad mõne sideainega. Selleks võib olla lubi, savi, rauaühendid, kips, ränihape. Sideaine kõvadusest ripub peaaesjalikult ära liivakivi tugevus. Alates pehmest, pudedast liivakivist, mis näppude vahel puruneb, kuni kristalliseerunud ränihappega liidetud „kvartsiidini“, mis sama tugev, kui räni ise, on igasugused vahepealsed kõvadused olemas.

Manneraine, mis peamiselt sisaldab veerkive, liidetud sideainega eel-pool vaadeldud liikidest, nimetatakse konglomeraat. Kui nõnda on liitunud ühte rähkne materjal, siis nimetatakse sarnast mannerainet breccia (breccia, брекчия).

Kõvenemise ajal kui ka üldse kõvas olekus satuvad geoloogiliste muudete sunnil nii tard- kui ka sette-mannerained kõrgema soojuse ja (või) ühesuunalise rõhuva või venitava jõu mõju alla. Selle juures sünnivad mannerainetes samalaadilised muuted, nagu metalli lehes või kangis, mida valtsitakse, venitatakse või pressitakse: materjal tiheneb, omab kiudlise või kordlise siseehituse ja ühtlasi muutub ka osalt tema keemiline struktuur. Samas suunas muutuvad ka mannerainete omadused soojuse ja mehaanilise jõu mõjul: ka nendes sünnib tihenemine, kordade eraldumine — sagedasti suunas, mis ei lähe ühte loomuliku kihtsusega, mis on settimistingimuste järeldus. Sarnast „vale-kihtsust“ nimetatakse klivaaž; eriti on ta omane kildkivile.

Samuti, kui tsementeeritakse rauda või pehmendatakse malmi, kuumutades neid söe ja mõne teise olluse segus, samuti sünnib ka mannerainetega, kui puutuvad kokku erineva koostisega ained, kõrgema temperatuuri juures. Sarnane juhus on näiteks siis, kui kerkib üles, läbi juba angunud maakoore, vedel, kuum magma. Siis muutuvad mõlemad — nii magma kui ka endine maakoore materjal: mitmed ained rändavad ühe seest teise sisse, sünnitades uusi mineraale, mida neis enne ei olnud.

Kõik sarnased muuted loovad mannerainete tüüpe, mis on vahelüüks tard- ja setteainete vahel, nõndanimetatud kristall-kildkive. Mõned neist on sündinud tardkividest, teised settekividest. Nimetame neist:

- 1) gneiss'i, mis on peamiselt kihtliseks „valtsitud“ graniit,
- 2) vilgukivi-kildkivi (Glimmerschiefer, слюдяной сланец), mis koosneb peaaesjalikult räniteradega vahelduvast vilgukivist, ja
- 3) fülliiti (Phyllit), mis koosneb pea samast materjalist kui eelmine, kuid märksa peeneteralisemast (peeneliblelfisemast) nii, et tema tihedam ja ühtlasem on.

Nüüd tuleme lubjakivide juurde, milliseid näeme harilikult niivõrd keemiliselt muutunutena peale nende materjali settimist, nii et materjali peensuse järele neid ritta seadida ei saa. Pealegi oletatakse, et osa materjali nende kivide tarvis on välja langenud lihtsalt keemiliselt vee-lahust, aga ei ole mitte olnud vees hõljuvate jaokete kujul.

Lähem tutvus lubjakividega näitab aga harilikult, et peamist materjali tema tekkimiseks on ikka andnud organismide jätised: loomade lubjased koorikud, luud, teokarbid; eriti suurt rolli mängivad aga mikroskoobilised „algloomad“, mis elavad lubjastes „puurikestes“, mis miljardites langevad mere põhja peale loomakeste surma ja moodustavad seal kriiti sünnitaja korra. Kriit on laialdaselt leiduv manneraine ja on üks kõige vähem pärastistest (peale settimist) muutustest mõjustatud lubjakivi.

Teistest lubjakivi liikidest nimetame veel:

1) tihe lubjakivi, milles ei suuda seletada üksikuid kristalle ka hariliku suurekstegeva klaasi abil;

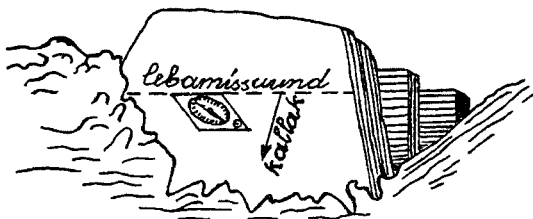
2) kristallne lubjakivi, kus need kristallid näha. Puhtad ja heade mehaaniliste omadustega kristallse lubjakivi sordid kannavad marmorinime.

Kui lubjakivis ühes kaltsiumi oksüüdiga esineb umbes sama palju magniumi oksüüdi, siis kannab kivi dolomiidi nime; on magniumi vähem, siis nimetame kivi dolomiitseks lubjakiviks. Lubjakivi, mis sisaldab märksal määral savi, nimetatakse mergel. Lubjatuff on söehapu lubi, mis jääb koorikuna maa peale, mida mööda voolab lubjaollust sisaldav ja soojenev või äraaurav vesi.

GEOLOOGIA (järg): TEKTOONIK (lademete kuju ja asukoha muutmise).

Nagu ju eelpool kirjeldatud, esinevad mannerained, eriti sette-mannerained, kordadena-kihtidena, mis mõnikord muutmata püsivad sadade kilomeetrite ulatusel, mõnikord aga vähese maa taga lõpevad. Iga kiht on eraldatud teistest kahe kihipinnaga, kas siledate või lainjate ehk krobelistega. See pind, mis kihi esialgse tekkimise ajal allpool oli, on tema põhi (liegend, почва); mis pealpool — lagi (hangend, кровля). Perpendikulaarselt kihipindele mõõdetakse põhja ja lae vahel kihi paksust (Mächtigkeit, мощность).

Harva on kihid horisontaalses asendis; sagedamini on nad mitmet viisi kallakud. Kallaku kihi asendit iseloomustatakse tema kallak-nurgaaga (Einfallen, падение) ja kallakuse ilmakaarega, mis perpendikulaarne



Joon. 1.

Lebamissuuna mõõtmine kompassi abil.

kihi horisontaalele (joonetele, mis kihi pinnal vesiloodis tõmmata võib); nende horisontaalide suunda nimetatakse lebamissuunaks (Streichen, простирание) (v. joonis 1). Kallakut mõõdetakse nõndanimetatud mäekompassiga, mis varustatud selleks erilise loodiga.

Kohati püsib kihtide kallak laial alal; kohati aga muutub ta kas aeglaselt või ruttu: kihid moodustavad volte.

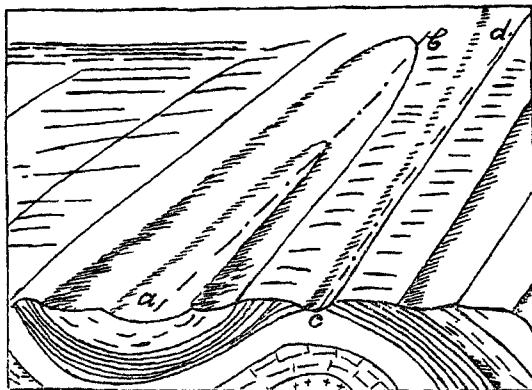
Harilikul voldil on kaks tiiba ja telgjoon. Kui kihtide kallak on telgjoonelt tiibadele, on tegemist antiklinaliga, kui tiivult telgjoone poole — siis sünklinaaliga. Kui telgjoont ennast pidi kihid kalduvad ühest telgjoone punktist vastupidises suunas antiklinali juures, on tegemist muhutaolise tõusuga: brachi-antiklinaliga; kui kallak sünklinaalil telgjoonel sihhib ühte punkti, on tegu lohutaolise brachisünklinaaliga.

Voldid võivad olla lamedad (joon. 2) või järsud, sümmeetrilised või vildakud, püst-, lamavad või ümbervisatud (joon. 3).

Sagedasti esinevad voldid, mille tiivul kihid paksuse poolest erinevad, — ühel tiival on nad õhemad kui teisel.

See õhenemine laheb vahest nii kaugemale, et kogu tüh kaob — kihid on sunn rebenenud, murdunud ja murdpinda pidi ar nühkunud Sarnasel juhul raagime murdvoldist (joon 4)

Murrud (Bruche, сбросы, взбросы) (joon 5) uldse on sagedased nahted maakera kooses Mõnesuguse jõu mõjul tekib kusagil mannerainetes lõhe, vahest kumneid ja sadu kilomeetreid jalgitav, tema labi eraldatud mannerainete vinnad võivad süs nihkuda lõhet pidi igas mõeldavas suunas, nii et enamalt kokkupuutunud kihid võivad lahku minna vaevalt margatavast ulatusest peale kuni mitmete sadade meetrite ulatuseni Murd lõhe võib olla püstloodis või ka horisontaalpinna suhtes igasuguse muu



Joon 2
Brachi-) sunklinal ja antiklinal

ab ja cd — vastavad telgjooned Tüh a ja c vahel on uhne



Joon 3

Voldid ristlõikes

- a—b Jarsud summeetrilised püstvoldid
- b—c Jarsk vildak volt
- c—d Lame " "
- d—e Umbervisatud volt
- e—f Lamav volt

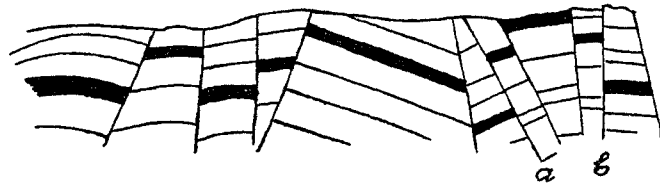
nurga all Selle järele, missuguse nurga all lõikab murdpind horisontaalpinda või jalle kihtpinde, eraldatakse murdude liike, andes neile erinimetusi Kuid eralduvus ripub ar ainult kahest suurusest murdlõhe seinte vastastikku nihkumise suunast ja ulatusest Neid suurusi tulebki arvesse võtta nii geoloogiliste kui maetoostushiste ulesannete lahendamisel

Murdlõhed esinevad sagedasti terve rühmadena kas roopseid või uksteist labistavaid lõhesid Kui lõhed on ligilähedalt püstloodis, võivad maakoore osad mõne lõhepaari vahel olla kas allavajunud või püsunud kõrgel, kuna naabrusalad on vajunud Esimesel juhul on tegemist geoloogilise kraaviga (Graben, грабен), teisel juhul kumaga (Horst, ропсг)



Joon 4

- a Õhenenud tühaga voldipaari ristlõikes
- b Murdvolt ristlõikes



Joon. 5.
Murrud ristlõikes.
a—b Kühm.

Mannerainetes tekkivad lõhed püsivad harva lahtistena. Lõhe seintelt pudenevad tükid täidavad neid osalt. Kuid peamiselt täituvad nad materjaliga, mida toovad lõhesid oma vooluteeks tarvitajad vedelikud: magma, nafta, gaasid ja üle kõige vesi, milledest settib lõhes mitmesugust kõvenevat materjali, mis erineb lõhe seinte materjalist. Sarnased täitunud lõhed kannavad soonte (Gang, жила) nime. Sagedasti on soonte mineraalide seas rikastunud maagid, nii et soonte sisu mäetöödega päevalgele tuuakse.

AJALOOLINE GEOLOOGIA.

Kui moodustuvad setted mõne veekogu põhjas, siis on iga allpool lamav kiht vanem, kui iga pealmine kiht. Nõnda võib rääkida suhtelisest kihtide vanusest. Uurimiste najal, mis tehtud üle kogu maailma, on sarnaste loomulikus olekus püsivate kihtide järele tehtud kindlaks kihtide järjekord kõige vanematest kuni kõige nooremateni. Uurimiste kestel märgati, et igale kihtide rühmale on iseloomustav vanematest ja noorematest kihtidest eralduv taime- ja looma-jätiste kogu, ja et taime- ja loomariik on maakera vanematest aegadest alates arenenud teatavas suunas. See asjaolu annab geoloogidele võimaluse määrata maakoore kihtide võrreldavat vanadust ka siis, kui tegemist on eraldatud kihtide paljastusega, — kui aga kihtides leidub iseloomustavaid organismide jätiseid. Jätised on suuremalt jaolt kaotanud orgaanilise osa, mis asendatud mineraalainega; öeldakse: „jätis on kivistunud“. Vahel on hoidunud alles ainult jätise seesmine või väline jälg, mis vajutati jätist ümbritsevasse settematerjali, kuna jätise enese materjal on lahustunud ja lahustajaga (sagedamini veega) ära viidud. Nende jätiste uurimine on eri teadusharu — paleontoloogia — ülesanne.

Mitmesuguste tundemärkide järele on igal maal ettetulevad mannerainete kihtide rühmad eraldatud üksustesse, milledele antud eri nimed, harilikult koha nimede järele, kus need kihid kõige paremini paljastuvad või kus neid kõige enne uuriti. Mäekaevanduste piirkondes kannab koguni iga üksik kiht ise nime või numbrit. Suurematele üksustele, mis ühendavad hulga väiksemaid üksusi, on antud rahvusvahelised nimed. Üksikasju võib leida peatüki lõpul loetletud raamatutes. Siin toome ainult üldisema jaotuse (kõige vanemad rühmad kõige all), et näha kohta, kuhu kuuluvad meie maal tuntud lademed.

V. Kainozoikum (Neozoicum, кэнозой)

kvartäär (Quartär, Pleistocän, четвертичные отложения)
tertsiäär (Tertiär, третичные отложения)

- IV. Mesozoikum (Mesozoicum, мезозой)
 Kriit (Kreide, мел)
 Jura (Jura, юра)
 Triias (Trias, триас)
- III. Paleozoikum (Palaeozoicum, палеозой)
 Perm (Perm, пермские отложения)
 Karbon (karbon, каменноугольные отложения)
 Devon (Devon, девон)
 Siluur (Silur, силур)
 Ordoviits (Ordovic, Untersilur, нижний силур)
 Kambrium (Cambrium, кэмбрий)
- II. Eozoikum (Proterozoicum, Eozoicum, Archeozoicum, эозой)
 I. Archeikum (Archaicum, Azoicum, архейские отложения).

Meil Eestis on tehtud oletusi, et puurimistel Tallinnas on saadud kätte archeikumi kihid. Kuid põhjendused on nõrgad. On oletatud, et osa meie nõndanimetatud „sinisavist“ (savi ja liivakivi kihtide vaheldus), mis paljandub meie põhjarannikul merepinna läheduses, kuulub eozoikum'i. Kuid enamik peab sinisavi ühes teda all ja peal ümbritsevate liivadega k e m b r i u m i s s e kuuluvaks. Tarvitust leiab sinisavi tsemendi juureliksamiseks (Kunda, Aseri) ja telliskivideks (Loksa).

Ordoviits algaks siis Obolus-liivakiviga, mis kohati põhjas konglomeraatne ja milles ettetulevad konnakarbid vosvorhapust lubjast koosnevad, nii et neid kaevetakse ja rikastatult ning jahvatatult „Eesti vosvoriidi“ nime all turule lastakse (maa-alune kaevandus Ülgastes).

Vosvoriidi kivi laeks on bituumne Dictyonema-kildkivi, mis algab sagedasti püriidi kihikesega. Püriiti on proovitud tarvitada väävlilhappe saavutamiseks ja kildkivi õliajamiseks, kuid mõlemate vähene kasuliku saaduse sisaldus pole senini lubanud asuda nende tööstuslisele kasutamisele.

Dictyonema kildkivil lamab glaukoniit-liiva kord. Liivas on võrdlemisi palju kaaliühendusi, nii et on avaldatud mõtet, teda kaaliväetusena tarvitada, kuid see on jäänud teostamata.

Siis tuleb paks rühm lubjakive, mida laialdastes kivimurdudes muratakse ehituskivideks ja lubjapõletamiseks, eriti Tallinna ümbruses (Lasnamägi, Suhkrumägi, Harku jne.).

Nendel lubjakividel lamevad Kukruse kihid, mis kujutavad enesest lubjakivi ja kukersiidi (põlevkivi, õlikivi) vaheldavust. Selle õlikivi saavutamiseks on olemas laialdased kaevandused Kukrusel, Kohtla-Järvel, „Kütte Jõus“, „Eesti Kiviõlis“, Vanamõisas ja Ubjas.

Kukruse kivi laes esinevad lubjakivid ja dolomiidid umbes 50—60 meetri paksuses, mis veel ordoviits'i arvatakse; siis järgneb umbes 90—100 meetri paksune, samuti dolomiidi ja lubjakivide rühm (mõnes kohas ka liivakivi), mis juba siluuri kuuluvad.

Devooni alumisi kihte Eestis ei tunta. Kõige madalamaiks devooni lademeteks meil osutuvad punased pehmed liivakivid, vahest savi vahekihtidega. Neil lamavad dolomiidi- ja lubjakivid, mis ületatakse savi- ja dolomiidikihtidega, millede vahel kipsikihid esinevad, mida Irboska läheduses muratakse.

Nende kihtidega lõpevad meie geoloogiliselt vanemad lademed. Nad langevad keskmiselt umbes 3 meetrit ühe kilomeetri peale lõuna sihis, mispärast põhjast lõunasse minnes maapinnal ikka nooremad kihid ilmu-

vad ja meie riigi kõige lõunapoolsemas osas — Petserimaal — ka kõige nooremad (devoon kipsiga) kihid maapinda moodustavad.

Lademeid, mis kuuluksid devoonist nooremasse paleozoikumini, mesozoikumini ja tertsiäri, Eestis ei leidu. Kvartääri kuuluvad mitmesugused mannerjäätised, mis esinevad sorteerimata ja osalt sorteeritud savi-liiva-kruusaveerkivide ja rändrahnude kuhjatistena, mis moodustavad sagedasti iseloomulisi pinnavorme erinimede all.

Jõgede ja järvede savi, liiva, kruusa ja veerkivide enam-vähem sorteeritud setted on ka uuema aja sünnitused, samuti turvas, leeteliiva kuhjatised ja kaldavallideks kokkupaisatud materjal. Kohati sisaldavad need setted rauaühenduste kuhjumist soo-raua maagi ja ookri näol; mõningates umbjärvedes on settinud söehapu lubi järvemergli näol; samuti on lubi settinud (eriti devooni piirkonnas) koreda tuffi kujul. Ka huumuse — musta mulla — tekkimine on üks nooremaist geoloogilistest nähetest.

Eestikeelseist õpperaamatutest geoloogia ja mineraloogia alal on saadaval:

Bekker Hendrik. Ajaloolise geoloogia õpperaamat Tartu (Loodus) 1923.

Bekker H. Lühike ülevaade Eesti geoloogiast. Äratrükk koguteosest „Eesti“. Tartu 1925.

Kalkun J. Mineraloogia käsiraamat. Tallinn (G. Pihlakas & Poeg) 1921.

Kalkun J. Üldine geoloogia. Tallinn (G. Pihlakas) 1922.

Winkler, Henry v. Eestimaa Geoloogia I. Tallinn (G. Pihlakas) 1922.

KAEVETÖÖD.

Sissejuhatus.

Kaevetööde otstarbeks on mitmesuguste kaevanduse õõnsuste tegemine ühes kaevetise kõrvaldamise ja ümberpaigutamisega.

Kasulike maapõue varade — kaevetiste — kättesaamiseks on vaja teha kaevetöid mitte üksi mainitud varade lasus, vaid ka neid ümbritsevates mannerainetes; ka need tööd kuuluvad kaevetööde hulka.

Maapõuevarade kättesaamiseks on vaja peale puht kaevetööde veel palju teisi abitöid, nagu: õõnsuste toetamine, kasuliku kaevetise ja aherkivi transporteerimine igasuguste veo- ja tõsteabinõudega, veoteede ehitamine ja korrashoidmine, tuulutamine, veekõrvaldamine, valgustamine j. n. e.; kõik need abitööd kirjeldatakse üksikasjalisemalt vastavates käesoleva mäetööde õpperaamatu peatükis; siin vaatleme ainult kaevetöid.

Nende tööde läbiviimiseks vajatakse mitmesuguseid tööriistu, masinaid ja ka aineid, millega lõhutakse ja vähendatakse sidet manneraine jaokeste vahel, nagu lõhkeained, surve all olev või külmanud vesi, tuli.

Kaevanduste tootmise töödel kasutatavad masinad pannakse käima inimjõuga ehk mehaanilise energia abil, nagu: surve all olev vesi või õhk, veeaur, elekter.

Vastavalt mainitud abinõudele, millega toimetatakse kaevetöid, jagunevad viimased: a) käsitsi, b) masinate abil ja c) lõhkeainete abil tehtavad kaevetööd.

Kaevetööd jagunevad oma lähema otstarbe järele kolme gruppi, nimelt: 1) varapaiga avamise, 2) ettevalmistamise ja 3) kasuliku kaevetise koristuse või eksploatatsiooni tööd.

Kõigi kaevanduse tööde läbiviimisel kasutatakse palju inimjõudu, mis teeb kogu tööstuse kuludest välja 60—70% (Saksa ja ka Eesti andmete järele, ilma amortisatsiooni ja kapitali 0,0 arvesse võtmata). Inimjõudu kasutatakse just kõige rohkem puht kaevetöödel, kuna kõrvaltööd — nagu vedu, tuulutamine, veekõrvaldus — sünnib enamjagu masinatega.

Inimjõu tarvitamine on aga kõige kallim, võrreldes teiste energiatega. Seepärast on tööstuse kulude vähendamise huvides kasulik võimalikult suuremal määral asendada inimjõudu lõhkeainete ja iseäranis masinate tööga.

KAEVETÖÖDE ERINEVUS MANNERAINETE LIIKIDE JÄRELE.

Erinevate omadustega mannerained nõuavad mitmesuguste abinõude ja viiside tarvitamist kaevetöödel.

Praegu jaotatakse mannerained viide klassi, väljamõttes nende vastupanust kaevetöödel: 1) pudedad (tsementeerimata) mannerained, 2) pehmed, 3) rähksed, 4) kõvad ja 5) väga kõvad.

Pudedateks manneraineteks nimetame niisuguseid, mille jaokestel ei ole ühtegi sidet, ehk see side on väga kehv, nagu liiv, muld, osalt turvas. Mõned pudedad mannerained hakkavad kergesti liikuma, kui (voolav) vesi neid läbib, nagu peeneteraline savikas veega läbiimbunud liiv, nõnda nimetatud vesiliiv.

Pehmeteks manneraineteks nimetame niisuguseid, mille jaokesed küll on seotud üksteisega, kuid mille vastupanevus tööriistale (labidale) on väikene, nagu savi, kriit, kivisool, mõned pruunsöed.

Rähkseteks manneraineteks nimetame niisuguseid, mille üksikud osad ka kõvad olla võivad, kuid mis siiski hõlpsasti kõpla all purunevad ehk eralduvad nendes olevate lõhede ja mörade tõttu, nagu kildkivi, pae-kivi, liivakivi, põlevkivi, kivilüsi ja teised. Laerõhumise suurenemisel võib ka kõva kivilüsi rähkseks muutuda.

Kõvadeks nimetame niisuguseid manneraineid, millede tükide eraldamine raske, nagu graniit, magnetiit, kõva kivilüsi ja teised. Kaevetöödel nendes ainetes tuleb tarvitada lõhkeaineid.

Väga kõvadeks nimetatakse niisuguseid manneraineid, millede tükide eraldamiseks on vaja kulutada palju ja tugevaid brisant lõhkeaineid, näiteks kvartsiit, basalt ja teised.

See jaotus põhjeneb manneraine füüsilistel omadustel, nimelt kõvadusel, elastsusel ja sitkusel, kuid tuleb arvesse võtta ka manneraine esinemiskuju (kihid, lõhed, klivaash) ja seisukord (kas murenenud või mitte).

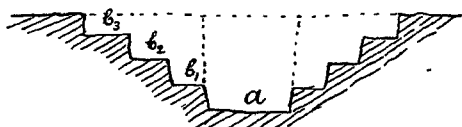
Kaevetööde viisi ja abinõude valiku peale mõjub ka tarvidus saada kasulikku kaevetist teatud suuruses tükides, näiteks, kui tarvis saada kasulikku kaevetist suurtes tükides, siis peab tarvitama vähem brisantset lõhkeainet ehk töötama ilma lõhkeaineta, kui aga tükide suurus ei ole tähtis, siis võib ka tugevajulist lõhkeainet tarvitada.

KAEVANDUSÕONSUSTE NOMENKLATUUR.

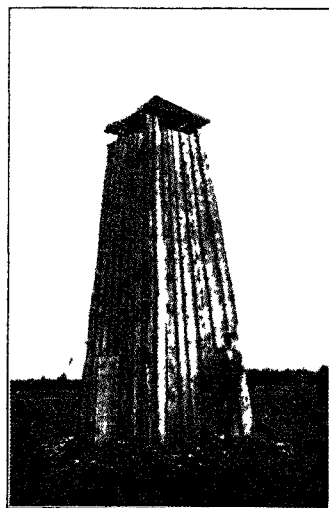
Mäetööstuses ettetuleva tegevuse kirjeldamise juures on vaja sagedasti nimetada seda kohta, kus tööline töötab, eri oskussõnaga, mis mitte igale ühele arusaadav ei ole ja seepärast eriti selgitada tuleb:

a) **Maa pealseks tööks** mäetööstuses nimetatakse niisugune kaevetöö, mis sünnib lahtise taeva all, vastandiks maaalusele tööle, mis sünnib maa all, kunstliku valguse juures;

b) **Sissevõtteks** nimetatakse esimene lai kraav *a* (vaata joonis 6), mis tehakse selleks, et sealt alustada kasuliku kaevetise väljavõtmist astmetaoliste töökohtade või esidega b_1, b_2, b_3 , mida nimetatakse karjeerideks.



Joon. 6



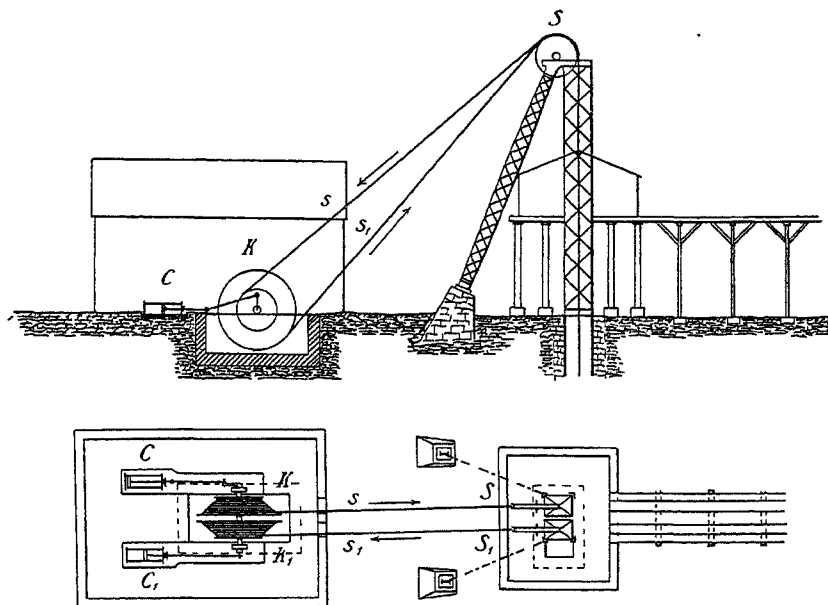
Joon. 7.
Kukuruse põlevkivikaevandus.
Õhutoru õhušahti kohal.

Sissevõte „a“ on varapaiga avamise töö ja ühtlasi ka ettevalmistamise töö; karjeerides toimib aga koristuse või eksploatatsiooni töö;

c) Shurf ehk kaev on püstloodis käik maa sisse, mis tehtud selleks, et leiukohta uurida ehk maaaluseid toid tuulutada.

Shurfi avaus on lahtine või tema peal on tornitaoline toru, tuulutamise hõlbustamiseks (joonis 7).

Shurfi mööda liikuda võib redelite kaudu või toobrites, mida vinnaga tõstetakse;



Joon. 8.

d) Šahtiks nimetatakse shurfi või kaevu sarnast püstloodis käiku, mis on varustatud maa peal tõstetorni ja tõstemasinaga (joon. 8); šahti läbilõige on suurem kui shurfil ja temal on harilikult redeli (a), torude ja kaablite (b) jaoskonnad ja 2 tõste jaoskonda (c, c.) (joon. 9).

Šahti nimetatakse tõstešahtiks, kui tema kaudu peamiselt tõstetakse kasulikke kaevetist maa peale, ja tuulutamise šahtiks, kui tema läbi kaib ainult tuulutavool.

Šahtide läbilõige on neljanurgeline, ringikujuline või elliptiline.

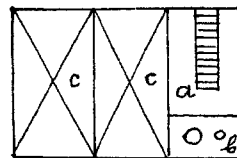
Püstloodis šaht labistab harilikult ahert manerainet, ainult alumine šahti osa labistab kaevetist.

Ühes šahtiga võib avada ka mitu kasulikku kihti (vaata S_1 joon. 10);

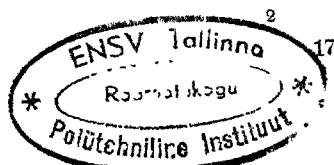
e) Gesenkideks nimetatakse püstloodis käigud kahe maaaluse horisontaal käigu vahel (vaata S_1, S_2, S_3, S_4 , joonis 11).

Gesenkide otstarbeks on kasulike kihtide avamine juba olemas olevate õõnsuste kaudu, kasuliku kaevetise allalaskmine ehk ülestõstmine; ka tarvitatakse gesenke tuulutamise, veekõrvaldamise ja inimeste liikumise ots-

Maetoo õpperaamat.



Joon. 9.



tarbeks. Gesenki läbilõike kuju on samasugune, nagu šahtil, kuid harilikult väiksem.

f) Kui kasulik kiht saab maapealt minnes avatud horisontaalse käiguga, siis nimetatakse sarnane käik stolliks (joon. 12).

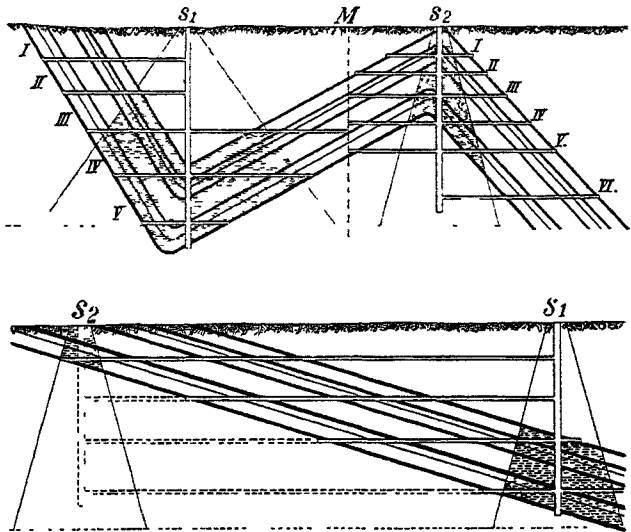
Stoll harilikult läbib ahermanneraineid, kuid kui kaevetise kiht on ise väikese kallakuga ehk peaaegu horisontaalne, siis võib stoll olla ka kasuliku kihi sees, nagu näiteks põlevkivi kaevandustes Eestis.

Stolli läbilõige (joon. 13) on harilikult neljanurgeline (a), või trapeetsitaoline (b), kuid võib ka olla ümmargune, elliptiline või kaarvõlviga (d).

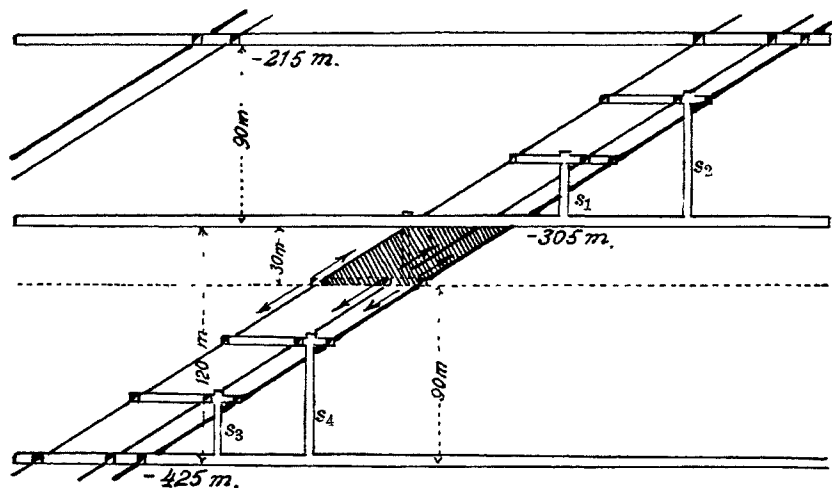
Kui stolli tarvitatakse kaevetise väljaveoks, siis nimetatakse teda veostolliks, kui inimliikumiseks, siis käigustolliks, kui veekõrvaldamiseks, siis veestolliks; ühel ja samal ajal võib stolli tarvitada ka tuulutamiseks;

g) Kweršlag on oma ehituse ja iseloomu poolest sarnane stollile, kuid ta ei suubu kunagi maapeale ja ei käi kaevetise kihti pidi, vaid aherkivi pidi (joon. 14, c);

h) Kallakšaht ja kallakstoll on kallak maaalune õõnsus, mis algab maapealt ja ulatub varapaiga lasuni, läbistades kas varapaika

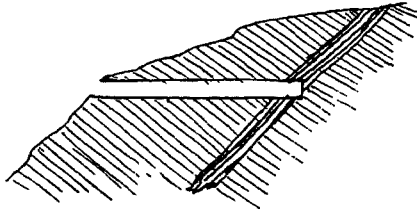


Joon. 10.



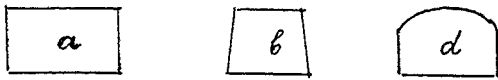
Joon. 11.

ümbritsevaid aherkivi kihte või minnes lasu ennast pidi (joon. 15). Nende ülesanne on samane, nagu šahtil või stollil. Vahe kallakšahti (a) ja kallakstolli (b) vahel on see, et viimane läheb tõusuga maa pealt maa sisse, nii et vesi teda mööda võib välja voolata, kuna aga esimesel on kallak maa pealt maa sisse, nii et sealt vett peab välja pum-pama. Ka šurfid võivad olla kallakud

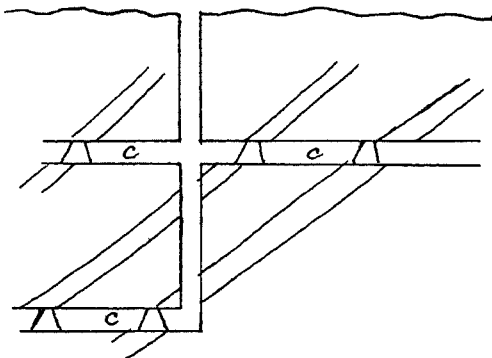


Joon. 12.

i) Püsivad toasarnased õõnsused maa all nimetatakse üldiselt kambriteks, lisades igakord juurde kambri ülesannet tähendava



Joon. 13.



Joon. 14.

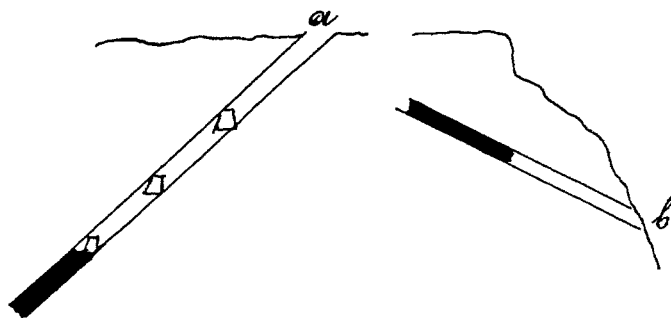
sõna, näiteks laadimise ruum šahti juures maa all, pumba-, masina-, lambi-, vagunite täitekambrid, hobusetallid, dünamiidi ladu ja teised. Kõik need kambritaolised õõnsused on oma laiuse ja kõrguse mõõtude poolest suuremad kui harilikud kaevanduse käigud;

k) Strekid on stollide sarnased horisontaal õõnsused leiukohas eneses, mis maa peale välja ei tule; nende ülesanne on sama, kui stollidel ja peale selle veel leiukoha töö väljade jagamine alajaotustesse;

l) Bremsbergid on niisugused kallakstrekid, mida mööda kasulik kaevetis oma raskusega alla lastakse;

m) Kallakstrekid on käigud, mille läbilõige samasugune kui stollil, kuid mis läbibastavad kaevetise lasu kallaku suunas. Kallakstrekidega jaotatakse varapaiga väli tööväljadesse. Kallakstreki ülesanne on samasugune, nagu stollilgi; ainult vagonettide liikumine sünnib seal enamalt jaolt köie abil kas masina jõuga või kasuliku kaevetise enese raskuse läbi;

n) Diagonaalstrekid moodusta-



Joon. 15.

vad õigest nurgast erineva nurga kaevetiskihi lebamissuunaga; nendel on samad ülesanded kui harilikul strekil ja kallakstrekil.

Kui kihid on peaaegu horisontaalsed, nagu meil Eestis põlevkivi kihid, siis on raske vahet teha harilike, kallak ja diagonaal strekkide vahel;

o) Ortiks nimetatakse horisontaalne strekk paksus kihis, mis ühendab kasuliku kihi lage sama kihi põhjaga ja on asetatud ristjoones strekile.

Strekkidega ja teiste käikudega varapaik jaotatakse tööväljadeks ja nende jaoskondadeks.

Harilikult saab ruum, kust kasulik kaevetis välja võetud, täidetud aherkiviga. Täidetud ruumi jäetakse mõnikord käigutaolised õõnsused, kui täitematerjali vähe. Need strekid nimetatakse pimedaiks. Töökoht, kust kasulikku kaevetist välja võetakse, nimetatakse esiks. Samuti kannab „esi“ nime iga manneraine pind, mis kaevetööde tagajärjel nihkub edasi manneraine sisemusse. Koristustöodes jääb esi ja täiteruumi vahele vaba ruum, mida nimetatakse tööruumiks.

Sooneks nimetame mannerainesse või kaevetisesse perpendikulaarselt esile tehtud kitsast õõnsust, mille pikkus ja laius on kas paralleelne või perpendikulaarne kihtide lebamissuunale.

Käsitsi tehtavad kaevetööd.

Ehk küll eriti viimasel ajal kõikjal kaevandustes püütakse inimjõudu asendada mehhanismidega, on siiski veel küllalt kaevetöid, mis ainult käsitsi tehakse; samuti võetakse appi käsitsi töö masinatega ja lõhkeainetega töötamisel. Käsitsi tööde hulka arvatakse: labidaga, köplaga, kiiluga, kangiga, kirkaga, tulega ja puuriga tehtav töö. Puurimise töid tehakse peamiselt lõhketööde eesmärgiga, mispärast neid kirjeldame lõhketööde peatükis.

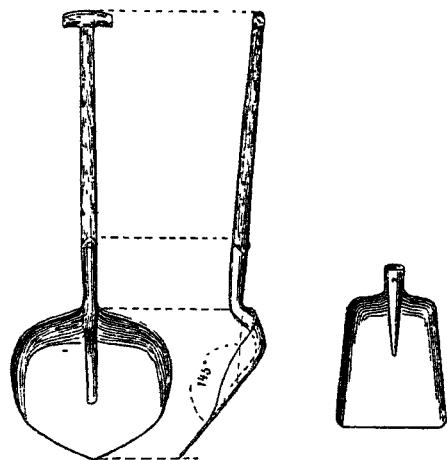
LABIDA TÖÖ.

Labidas koosneb teraslehest ja putkest, mis lehe külge kinnitatud koonuse sarnase toruna ja millesse kinnitatakse puust labida vars. Teraslehe alumine äär on terav ja

ülemine õigenurkselt ettepoole painutatud.

Labida vars on lehega ühes joones, kui labidat tarvitatakse peamiselt kaevamiseks; kui aga labidat tarvitatakse kühveldamiseks, siis moodustab labidavars lehega 140—150° nurga, et töölisel vähem kumardada tuleks (joon. 16).

Labidaid tarvitatakse kaevetöödeks pudedate ja pehmete mannerainete kaevamise juures, nagu liiv, muld, turvas, savi, pruunsüsi, aegunud põlevkivi jne. Ka tarvitatakse labidaid kaevetise ja aherkivi laadimisel vagonettidesse ja transportööridesse ja pildumisel tühja kaevanduse õõnsusse täitena.

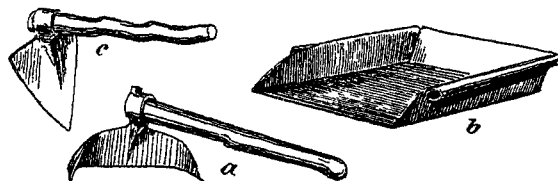


Joon. 16.

Labida täis võib kaaluda umbes 7—8,5 klg., mispärast labidad peavad olema mitmet suurust. kuna kaevetise erikaal ja tükkide suurus on mitmesugune.

Kui on tegemist väga suurte kaevetise tükkidega, mida raske tõsta labidaga, siis tarvitatakse roop-köblast (joon. 17-a), või plekistküna (joon. 17-b).

Kui on vaja mitte ainult kühveldada, vaid



Joon. 17.

ka kaevata, siis tarvitatakse teravaotsalist roop-köblast (joon. 17-c).

Üks tööline võib maaall 8 tunni jooksul 12—18 tonni kaevetist laadida labidaga vagonettidesse, seistes ühel kohal. Kui ta peaks aga ka vagonette veeretama 50—200 meetri kaugusele, siis langeb see hulk 8—10 tonnini.

Maa peal võib üks tööline kaevata välja keskmise kõvadusega niisket liiva või mulda ja visata seda mehe kõrguseni vagonetti 20—22 tonni 8 tunni jooksul.

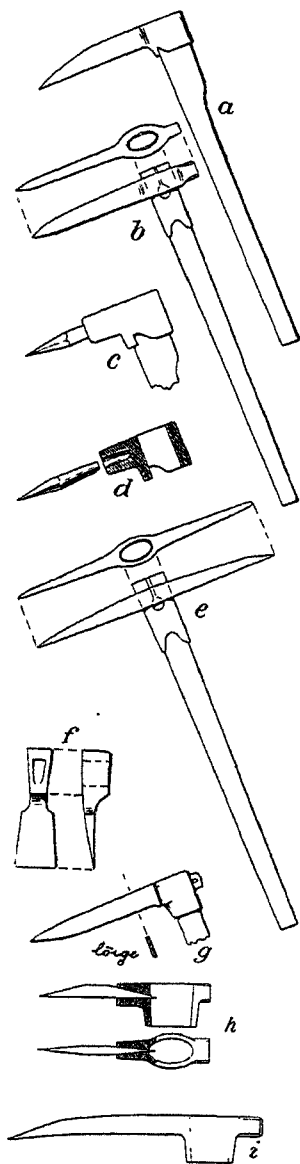
KÕPLA TÖÖ.

Köblas on kiilu sarnane tööriist, mille silma on kinnitatud ristjoones kiilule puust vars (joon. 18).

Köblas nimetatakse lihtsaks, kui tal on üks kiilu sarnane ots (joon. 18-a); kaheteraliseks, kui tal on kaks kiilusarnast otsa (joon. 18-e).

Köpla vars silma kohal on kooniline jämedama otsaga väljapoole, mis takistab köpla varre otsast äratulekut töötamise juures. Vars pistetakse peenema otsaga köpla silmast läbi. Vahest asetatakse köpla silma raudplekist kest, mis vähendab varre rikkumist ehk deformeerimist töötamise ajal (joon. 18-b).

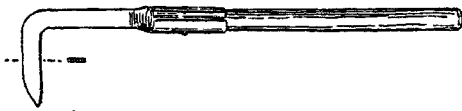
Varred tehakse harilikult saare- või kasepuust, kuid mitte tammepuust, sest see on abras ja kare käele. Köpla silma pealmine külg tehakse tugevam, sest teda tarvitatakse mõnikord ka haamri asemel. Kaheteraline köblas, kui tasakaalustatud varre suhtes, on töö juures mõnusam; ka on teda vaja kaks korda harvemalt teritada kui lihtköblast. Kuid kaheteralist köblast on raske kasutada kitsastes maaalustes töödes. Ajakulu teritamiseks jääb ära eraldi teraotste tarvitamisel, mida võib köpla peast välja võtta ja sepapajja teritada anda.



Joon. 18.

Maapealsetel töödel pehmes manneraines tarvitatakse laia teraga kõblast, mille tera risti kõpla varrele on (joon. 18-f).

Soonimiseks tarvitatakse ka soonimise rauda (joon. 19). See on tehtud kitsast õhukesest teraslehest; leht on painutatud õige nurga all ja tema ühe otsa külge kinnitatakse puust vars.



Joon. 19.

Kõpla suurus valitakse manneraine kõvaduse kohaselt — kõvemale suurem. Kõpla kaal kõigub 0,6—4,0 klg. vahel.

Kõplaga töötamise juures peab tööliste vahe olema vähemalt 2,2 meetrit. Šahti süvendamise juures peab 1 töölisele andma kõplatööks vähemalt 3 ruutmeetrit.

Töölise produktiivsus 1 töötunni jooksul on umbes:

pehmete mannerainete väljakaevamisel maa peal	0,4—0,17	m ³
rähksete " " " "	0,12—0,08	"
pehmete " šahti süvendamisel	0,25—0,09	"
rähksete " " " "	0,08—0,06	"

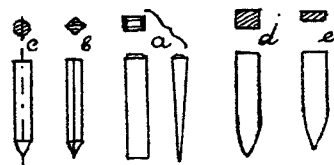
Kivisöe kaevamisel õhukestes kihtides 0,25—0,35 m³ ühes soonimisega, mille peale kulub umbes 35—40% tööajast. Antratsiidi kaevamisel umbes 0,12—0,17 m³ ühes soonimisega, mille peale kulub umbes 50% kogu tööajast. Soonimise tööd tehakse mõnikord ka iseseisvalt erivahetuses.

Põlevkivi tootmise tööd sünnivad lõhkeainetega ja sellepärast kõpla ja labidaga tehtud tööd on siin abitööd.

KIILU VÕI KANGI TÖÖ.

Kiiluga töö seisab selles, et teras või raud (terasest otsaga) kiil aetakse haamri löökidega lõhe või prao sisse, mis olemas manneraines, millega eraldatakse üks tükk mannerainet teisest. Tööriistad on järgmised:

a) kiil moodustab enesest kas laperguse, kolmetahulise prisma (joon. 20a) või neljatahulise prisma püramiiditaolise otsaga (joon. 20b) ehk pikema ümmarguse raua püramiidilise ehk koonilise otsaga (joon. 20c). Otsad võivad olla ka kumeralt teritatud (joon. 20d, e). Kiilude pikkus 15 kuni 45 sentim., laius 3,75 kuni 12,5 sm. ja jämedus 2,5—3,75 sm., kaaluga 1—2 klg.



Joon. 20.

Laiad küljed on kiilul vähe kumerad, et kiil mitte manneraines kinni ei jääks;

b) v a s a r või haamer on kas ühe käega või kahe käega löömiseks. Ühe käe vasar moodustab neljakandilise raua või terase tüki, millel on keskel auk varre jaoks (joon. 21). Vasar on pisut loogas; looga kese on tööliste küünarnukis.

Ühekäe vasar kaalub umbes 1—3 klg. Kahekäe vasar on samakujune, kuid raskem ja kaalub umbes 3—5 klg.

c) k a n g on pikk ümmargune või kandiline raud (teras), millel üks ots on terav nagu kiilulgi. Kangi pikkus on 0,75—1,5 meetrit ja läbimõõt

2,5—3,75 sm. Kangi terav ots pistetakse manneraine praosse ja nõnda kangutatakse manneraine tükk lahti. Kang lüüakse manneraine praosse, kas kangi oma raskusega ehk kangi otsa lüüakse kahekäelise vasaraga. Et kiil mitte liiga ei deformeeriks mannerainet ja avaldaks mõju suurema pinna peale, siis pannakse kiilu ja manneraine vahele raudpleki tükid või lehed.

Kiiluga töötamise juures peab tööline töölisest vähemalt 1 meeter kaugel olema, aga parem, kui see vahe on suurem — umbes 2 kuni 6 meetrit.

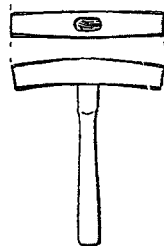
TÖÖD KIRKA VÕI PEITLI JA VASARA ABIL.

Kirkaga töö seisab selles, et terava otsaga teraspeitli („kirka“) pihta, mis hoitakse ühe käega viltu manneraine pinda vastu, lüüakse teises käes oleva vasaraga, mil teel eraldatakse tükikesed mannerainest. Kirkad on varreta ja varrega. Varreta kirka moodustab neljakandilise või ümmarguse terasest pulga pikkusega 12 kuni 85 sentim. ja jämedusega 20 kuni 37,5 mm., millel üks ots on püramiidi taoliselt teritatud, teine ots aga tõmp, mille peale lüüakse vasaraga.

Varrega kirka on samasugune teraspulk, mille keskel on aga auk varre jaoks.

Kirkaga tööde juures on tarvitata samasugune ühe käe vasar kui kiiluga töötamise juures (joon. 21).

Kirkaga tööd kasutati varemalt sagedasti kõvade mannerainete tootmiseks, nüüd aga tehakse seda tööd peamiselt lõhketöödega. Kuid toestiku pesade tegemiseks ja ja maaaluste õõnsuste seinte tasandamiseks ja neile soovitava kuju andmiseks tehakse kirkaga töid praegugi.



Joon. 21.

KAEVETÖÖD TULE ABIL.

Kohtades, kuhu lõhkeainete toimetamine raske, kuid kus kaevetööd tuleb teha kõvades mannerainetes, võib purustada neid aineid tule abil. Eelduseks on käepärane ja odav kütteeaine, hää tuulutamine ja põlevate ainete (kivisüsi, põlevkivi) puudumine kaevikus.

Lõhkumisele kuuluv esi kuumendatakse kas tuleriida (puudest, turbast) asetamisega esi peale (süvendamistöodel), kõrvale või alla, või ka hõõglampidega (nafta, petrooleum). Kuumendatud esi jahutatakse äkitselt kas vee või külma õhuga, mille mõjul manneraine puruneb. Parimaid resultate annab ebaühtlase koostisega manneraine. Enne lõhketööde arenemist tarvitati sarnast tule-tööd kaunis sagedasti.

Lõhketööd.

Kui manneraine kõvadás ja sitkus nii suur, et tema purustamine teisel viisil kallid, tarvitatakse tema purustamiseks lõhkeaineid.

Harilikult sünnib see nõnda, et mannerainesse puuritud auku asetatakse lõhkeaine laeng ja viimasesse sütik ehk süütenööri ots, kas varus-

tatud lõhkekapliga või ilma; laengu peale asetatakse topp, millest sütiku nõõri, traadi ehk süütenõõri ots välja ulatab; viimase abil tekitatakse laengus säde, mis kutsub välja lõhkeaine plahvatuse kas otseteel (püssirohi) ehk sunnib plahvatama enne lõhkekapli, mis detoneerudes kutsub välja kogu lõhkeaine plahvatuse.

Lõhketöö koosneb nõnda järgmisist osist:

- a) Puuraukude arvu ja koha määramine ning laengute suuruse väljaarvamine.
- b) Puuraukude valmistamine.
- c) Puuraukude laadimine ja laengute süütamine („laskmine“).

PUURAUKUDE ARVU JA KOHA NING LAENGU SUURUSE MÄÄRAMINE.

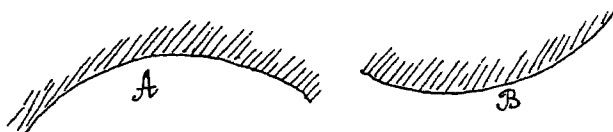
Lõhkeained on kallid ja neid läheb kaevandustöödeks palju tarvis. Sellepärast on tähtis teda kulutada nii, et iga padrun annaks võimalikult palju kasulikku tööd. Lõhketöö järelalusena peab eralduma teatav hulk mannerainet (või kaevetist), purustatult suuremateks või vähemateks tükkideks. Tükkide suurusel, millised soovivad, on oma ülemine ja alumine piir: puurlaeng ei pea tõstma tervik-manneraine küljest mitte liiga suuri lahmakaid, mis nõuavad oma ärakoristamiseks veel täiendavat tööd; samuti ei pea laeng purustama kaevetist ka liiga peeneks pulbriks, mis kaubana ei kõlba, raske ära koristada ja sageli hädaohtlik hingamise või tule tekkimise suhtes.

Seda ehk teist resultaati saavutame muutes puuraukude asetust üksteise suhtes, üksiku puurangu suunda, sügavust ja lähimõõtu; lõhkeaine valikuga, tema hulga määramisega igas puuraugus ja ka laadimise viisi ja süütamise järjekorraga. Muutes kõiki neid tegureid praktilistes piirides on saadud andmed, mil tingimistel lõhketöö annab kõige kasulikumaid tagajärgi igasugustes mannerainetes töötades.

Mannerainete omadused lõhketööde suhtes on aga lõpmatuseni erinevad, nii pehmuse, kõvaduse, sitkuse jne. kui ka ühtlusetuse suhtes, mis väljendub kihtsuses, kihtide vahelduvuses, klivaaž-mõrastikus jne. Sellepärast ongi tarvilik iga eri töökoha tarvis saavutada katsete varal andmed, mis näitavad, kuidas on kõige kasulikum juhtida siin puurtõid; teoreetiliselt seda teha ei saa.

Kaevandustöödel omab lõhkelaeng harilikult pikerguse padrunite-paki kuju; sarnase kuju omab ka tema plahvatusel tekkija hiigla surve all oleva gaaside kogu; selle kogu pinna iga osakene lööb nagu vasara löökpind puurangu vastava seinosa pihta; edasi kandub löögi energia juba manneraine (kõva aine) jaokeste kaudu, üldiselt kutsudes esile nende jaokeste eemaldamist laengu asukohast.

Selge on, et sissepoole kumera pinnaga piiratud mannerainet (A) raskem on lõhkuda kui väljapoole kumera pinnaga (B). Tegelikus elus on kõige sagedamini tegemist t a s a p i n d a d e g a piiratud mannerainete lõhkumisega. Eraldatakse juhuseid: 1) kus manneraine on avatud



Joon. 22.

ainult ühe tasapinnaga, mille ulatus nii suur, et katab vähemalt kogu piirkonna, kuhu ulatub veel mõeldava puurlaengu purustav mõju; 2) kus selle purustava mõju piirkonnas manneraine on avatud veel teise tasapinnaga, mis esimese pinnaga moodustab 90-le kraadile ligidase nurga; ja 3) kus esineb veel neile kahele pinnale ligikaudu perpendikulaarne kolmas tasapind. Lõhketööde kerguse mõttes lähevad need juhud suurema kerguse suunas ja tulevad alati puuraugud nende tarvis erinevalt määrata.

Esimeses järjes toimub lõhkeaine valik. On see valitud, on teada ka tema omadused, tema lõhkevõime. Lõhkuda kavatsetava manneraine (kaevetise) omaduste, esi kuju ja tema soovitava edasinihkumise kiiruse kohaselt valitakse puurlaengu sügavus, mis kõigub maa-alustes kaevandustes 0,25 ja 2 meetri vahel, sagedamini olles 1-he meetri ümber. Puuraugu läbimõõdu määrab harilikult olemasolevate puuride läbimõõt, mis peamiselt erineb käsitsi või masinajõul puurimisel.

Puuraukude paigutamisel tuleb peamiselt järgmist tähele panna:

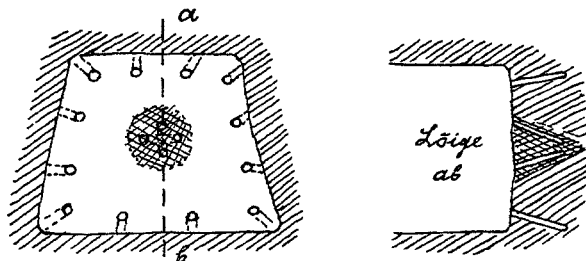
1. Esil on kolm vaba pinda (astme nurk pealmaa kaevikus; allmaa kaevikus esi, milles tehtud püst- ja horisontaalsoon). Arvestades soovitava esi edasinihkumise ulatusega määratakse puuraugu sügavus pisut vähem sellest ulatusest ja asetatakse puurauk homogeense (ühtlase) manneraine puhul nõnda, et puurlaengu keskpaiga kaugus kõigest kolmest vabast pinnast (möödetud vastavale pinnale perpendikulaarses sihis) oleks ühesugune. Mitteühtlase manneraine puhul (kihid, mõrad) on puurlaengu keskpaiga kaugus igast vabast pinnast pöördvõrdeline manneraine vastupanule selles suunas.

Puurlaeng täidab harilikult $\frac{1}{3}$ kuni $\frac{1}{2}$ osa puuraugu kogusügavusest. Laengu suurust võib ligikaudu arvutada välja vormeli järele: $L = pvh^2$, kus L on lõhkelaengu kaal kilogrammes, p — arv, mis iseloomustab lõhkeaine jõudu, v — manneraine vastupanu suhteline arv ja h — puurlaengu keskpaiga kõige vähem ulatus vabast pinnast meetrites. Arv p on lõhkeželatiinil 1, dünamiidil (75⁰/0) 1,35, ammoniidil 1,85 ja püssirohul 2; arv v on kvartsiidil 1, liiva- ja lubjakivil 0,5 kuni 0,75, savi-kildkivil 0,25 kuni 0,35, kivisöel 0,15.

Kui valitud (saadaolev) lõhkeaine oleks nii nõrk, et tarvilise tagajärje saavutamiseks peaks täitma temaga üle poole puuraugu sügavust, siis on tarvis kas teha puurauk jämedam ja tarvitada jämedamaid padruneid, või leppida vähema esi nihkumisega (h). Kui aga lõhkeaine liiga tugev, tuleb vähendada tema „laadimistihedust“, s. o. paigutada lõhkeaineid puurauku nii, et üksikute padrunite vahele vahed jääks (lõhkeaine kaaluline hulk puuraugu mahu üksuse peale väheneks).

On esil kaks vaba pinda, osutub terve rida puurauke, mis asetatud rööpselt vaba pindade löikekandile, ühesugustes tingimustes. Tuleb määrata peale laengu suuruse ka nende puuraukude kaugus üksteisest. Määramine sünnib järelegi töö tingimistes tehtud katsete tulemuste põhjal. Harilikult kõigub puuraukude kaugus üksteisest puurlaengu kese ühe- kuni kahekordse sügavuse vahel. Laengu suurus kahe vaba pinna juures võetakse harilikult kaks korda suurem kui kolme vaba pinna juures. Kui aga laengute plahvatamine peab sündima mitte korraga, vaid teatavas järjekorras, nii et eelmine plahvatus järgmisele kolmanda vaba pinna loob, siis valitakse sarnastele järgnevatele puuraukudele laengud, nagu 3-me vaba pinna puhul.

Ühe vaba pinna puhul võib puuraukude asetuse olla väga mitmekesine. Enam-vahem ühtlases aines purustatakse harilikult kogu esi

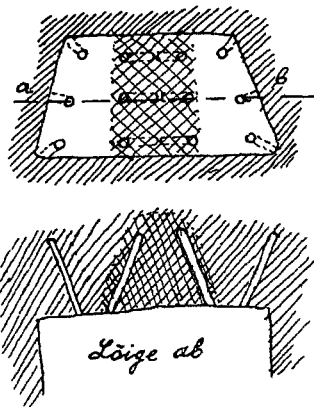


Joon. 23.

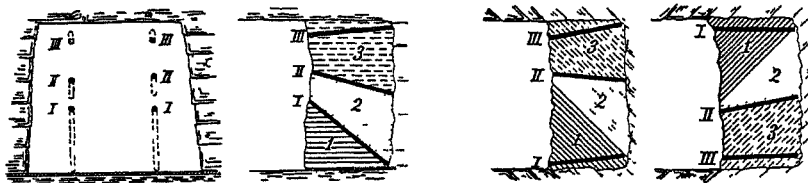
ulatus kahes järgus: esiteks tehakse algavaus ühte punkti või ühele joonele sihtijate ja korruga plahvatajate puuraukude abil (joon. 23 kooniline avaus ja 24 kiilukujuline avaus), et avaneks veel üks vaba pind, ja siis lõhutakse algavause ümb-

rus uute puuraukude abil, süüdates neid kas korruga või üksteise järele.

Mitte ühtlases manneraines, kus kihitus või mõrasus toovad kaasa vahema vastupanu lõhkejõule teatavas suunas, asetatakse ja süüdatakse puuraukud nõnda, et lõhketööd annaks kõige soodsama tulemuse. Igal erijuhul tuleb siin leida kõige kasulikum lahendus. Naitusena on joonisel 25 vasakul pool toodud puuraukude asetamise järjekord seal, kus kaevetis kergesti erineb põhjast; kahel parempoolsel joonisel: vasemal — esilt allapoole kalduvate kihtide puhul ja paremal pool — puhul, kui kihid kalduvad esi poole.



Joon. 24.



Joon. 25.

PUURAUKUDE VALMISTAMINE (PUURIMINE)

sünnib erilise riista, puuri, abil. Puur kujutab terasritva, mille üks ots kannab erikujulist tera, mis mannerainet purustada võib. Tera võib tungida mannerainesse kas ridva telje sihis, kui puurile antakse selles sihis hoog (löök), või selle teljele perpendikulaarses sihis — kui puuri keeratakse. Nii löök kui ka keeramine võib sündida kas inimjõul või mehaanilisel jõul.

Löökpuurimine inimjõul.

Tööriistadeks selle puurimise juures on

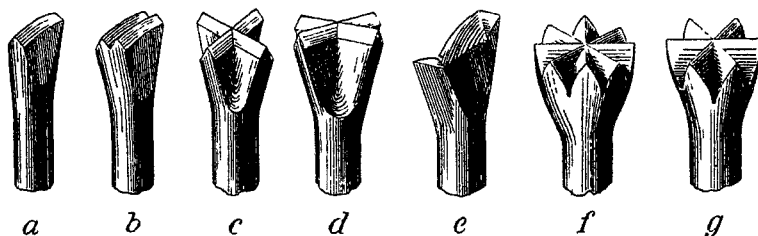
- a) puur,
- b) vasar (haamer),

- c) lusikas augu puhastamiseks kivi jahust,
- d) tangid, purunenud puuri osade väljapüüdmiseks august.

P u u r moodustab enesest terasest ridva. Tema terakandja otsaga puurustatakse mannerainet, lüües puuri teise otsa peale haamriga või järsult tõugates (rasket) puuri vastu mannerainet. Iga löögi (tõuke) järele keeratakse puuri tema geomeetrilise telje ümber $25-45^\circ$, nii et sünnib ümargune puurauk.

Puur tehakse harilikult erilisest paremast terasest ja ta on kas ümargune, neljakandiline või mitmekandiline, 18—30 mm. läbimõõduga. Eelistatakse rohkem mitmekandilist puuri, sest ta libiseb puuri keeramise juures vähem kui ümargune ja ei ole nii valus käele kui neljakandiline. Välimine puuri ots tehakse harilikult kumer, et haamri löögid mõjuksid puuri telje suunas. Puuri tera on ikka laiem kui puuri ritv, selleks, et puur vabalt liiguks puuraugus ja et võimalik oleks puurimise juures tekkival peenikesel purul, „puurjahul“, tera alt välja pääseda. Tera on 1,33—2,5 korda laiem kui puur ise; mida pehmem manneraine, seda laiem on tera.

Kõige lihtsam tera kuju on peitli sarnane (joon. 26-a). Peitli põskede laius on umbes 8—12 mm.; teritamise nurk muutub 30° kuni 120° ; mida kõvem manneraine, seda suurem teritamise nurk. Peitli lõikeäär võib olla sirgjooneline, kaarjooneline, nurk- või murdjooneline.



Joon. 26.

Harilikult tarvitatakse murd- või kaarjoonelist tera, sest sirgjoonelisel teral kuluvad või purunevad kergesti nurgad ära, mis nõuab puuri sagedamat teritamist.

Ka selleks, et puuraugu seinad tasased ja tsilindritaolised tuleksid, antakse peitli terale mitmesugune kuju (joon. 26): lihtpeitel — a, dopeltpeitel — b; ristpeitel — c, d, Z-kujuline peitel — e ja kroonpeitel — f, g.

Nendel erikujulistel peitlitel on ka veel see paremus lihtpeitli ees, et nemad ei kiilu kinni praguses manneraines ja nendega puurimine on vähem kogenenud puurijatel kergem kui liht peitlitaoliste puuridega. Kuid esimeste puuride korrashoidmine ja teritamine on palju kallim kui viimasel ja sellepärast on liht peitel kõige rohkem tarvitusel. Ka on erikujuliste peitlitega puurimine vähem edukas.

Sügavamate puuraukude tegemiseks tarvitatakse puuri mitmes pikkuses, kusjuures pikemal puuril on tera laius vähem kui lühemal, selleks, et ta mahtuks vabalt puurauku, mis alatud lühema puuriga, mille tera puurimise juures kulub kitsamaks ja vastavalt teeb ka puuraugu sügavamal kitsamaks.

Harilikult tarvitatakse kolme pikkusega puure: eelpuurid 36 sm. kuni 72 sm.; keskmised puurid 72 sm. kuni 108 sm. ja suured puurid 108 sm. kuni 144 sm.

Puuri tera laius kõigub ühe käega puurimise juures 32 mm. kõige lühematel kuni 25 mm. kõige pikematel ja kahe käega puurimisel 45 mm. kuni 35 mm.

Ühe käega puurimisel kaalub puur 1—3 kg. ja kahe käega puurimisel 3—6 kg.

Puurimise peale tarvitatud ajast kulub: puhtpuurimise peale umbes 54%, puuraugu puhastamise peale umbes 5%, puuride vahetamise peale umbes 11% ja vaheaegadeks 30%.

Ühe puurija produktiivsus on 1 tunnis allapoole sihitud aukude juures:

savi-kildkivis umbes	0,65 mt.
liivakivis „	0,35 „
lubja- või paekivis	0,25 „

Vasara (haamer) puurimise töö juures on samasugune kui kiiltöö juures (joon. 21); ta kaalub ühe käega puurimisel umbes 1—3 kg. ja kahe käega puurimisel 4—8 kg. Vasara kaal peab mitte vähem olema kui puuri kaal, mille otsa haamriga lüüakse. Vasara põhjad (löögi pinnad) on vähe kumerad, et löök saaks tsentraalne.

Ühendades puuri ja vasarat üheks riistaks saame puurkangi. Ta on umbes 1,5—2 m. pikk ja kaalub 10—12 kg. Mõlemas kangi otstes on harilik puuri tera.

Puuri tõstab puurija kahe käega üles ja tõukab ta tagasi augu põhja vastu suure jõu ja hooga; iga sarnase löögi järele keerab ta vähe puuri.

Sarnase puurimise juures saab inimjõud palju paremini ära kasutatud kui vasaraga puurimise juures, kus umbes 30% kasulikust tööliste jõust kaduma läheb.

Puurida võib sarnase puuriga ainult küllalt avaras ruumis ja kõige otstarbekohasemalt seal, kus puuraugud suunduvad 60—90° horisontaalse pinnaga.

Enne kangiga puurimise algust peab vasarpuuriga umbes 20—40 sentimeetri sügavune auk puuritama, et anda õiget suuna puuraugule kangiga edasi puurimisel. Puurjahu kõrvaldamine august sünnib harilikul teel kas veega või vastava lusikaga.

Löökpuurimine mehaanilisel jõul.

Sarnane puurimine sünnib löökpuurmasinatega või perforaatoriga, mis töötavad peamiselt survõhuga.

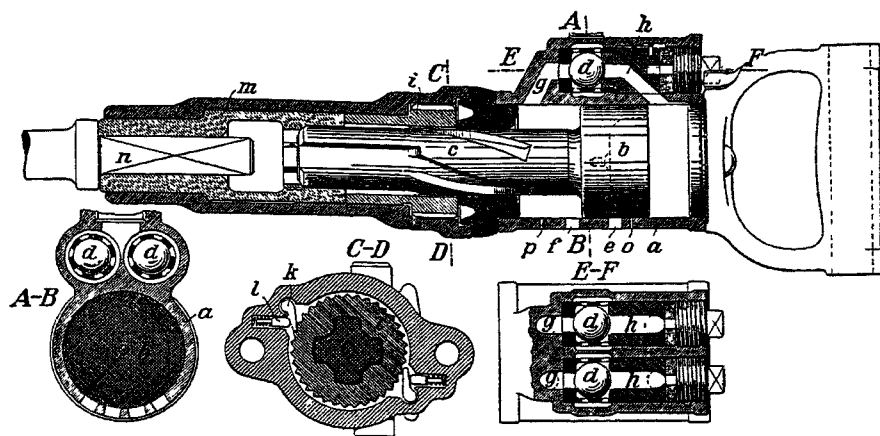
Puurvasarat eks nimetatakse niisuguseid perforaatoreid, mis töötavad survõhuga ja kantakse töö juures käsitsi tööliste poolt, kes surub puurvasarat puuraugu põhja ja vahest keerab ka puuri ümber tema telje, kui sarnane keeramine ei sünni automaatselt.

Löökpuurmasinateks kitsamas mõttes nimetatakse niisuguseid, mille paigaldamiseks töötamise juures tarvitatakse eriseadeid, kusjuures puuri keeramine ja edasi nihutamine sagedasti sünnib automaatselt. Tööliste ülesandeks sarnase masina juures on ainult tema töö juhtimine.

Puurvasarad.

Joonis 27 kujutab Saksa A/s. Flottmanni puurvasarat. Temal on järgmised osad: tsilinder — a, löögikolb — b ühes löögi vardaga — c,

käigu ja juhtimise aparaat — d, g, h, kolvi keeramise seade — i, k, l, eri kest — m, milles asub puuri (peitli) ots — n, mis niikaugele kestasse — m ulatub, et ta kolvi varre otsa lööke vastu võib võtta.



Joon. 27.

Puurpeitli — n puuriv ots asub kogu aeg puuri augu põhja peal vabalt, saades ainult järjest lööke kolvi varda — c otsalt; kesta — m abil keeratakse teda ka oma enese telje ümber selleks, et puuri löögid ei takaks mitte ühte ja sama kohta.

Puurvasaral on käepide, millest tööline kinni peab ja puurmasinat puuraugus õigel kohal ja õiges seisandis hoiab, survõhu õigel ajal puurvasarasse laseb või sulgeb ja puurvasarat järjest sügavamale auku nihutab.

Puurvasara käimapanemise või käigu juhtimise aparaat koosneb ühest või kahest teraskuulikesest — d, mis liiguvad edasi ja tagasi kanaalides — g ja h, mida mööda survõhk juhitakse kord ühele, kord teisele poole kolvi — b. Survõhk on juhitud kanaalide g ja h keskkoha. Kui tema satub kolvi — b vaba otsa peale (nagu joonises näidatud), tõukab ta kolvi puuri poole. Selle juures saavad aga kuulikesed d surutud oma vasakpoolsetesse pesadesse, millega sulutakse värsket survõhu juurdepääs kolvi vasakpoolsele küljele. Kolb jätkab oma liikumist pahemale poole kuni avaneb auk e tsilindri seinas, mis laseb survõhu tsilindrist välja voolata.

Omal liikumisel pahemale poole surub kolb ka endisest survest ülejäänud õhu välja läbi augu — f, kuid peale augu kinnikatmist kolviga saab ülejäänud õhk tsilindris kokku surutud, mis sunnib lõpuks kuulikesi d, d oma pahempoolsetest pesadest nihkuma parempoolsetesse pesadesse ja sulgema kanaali h, kusjuures aga avatakse kanal g.

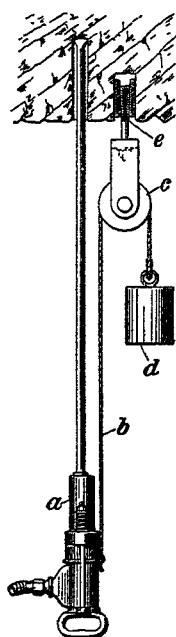
Teiste firmade poolt ehitatud puurmasinad sisaldavad analoogilisi osi ja juhtimise seadeid.

Löökpuri keeramine toimetatakse käsitsi ja ka automaatselt. Käsitsi puuri keeramise juures ei ole selleks eriseadet vaja, vaid tööline keerab tervet vasara keha nii palju kui tarvis; puuri ots, mis puurvasarasse sisse käib, peab olema kandiline, et ta mitte ei libiseks.

Et puurvasara käsitsi keeramist kergendada, tehakse ta käepide vähe laiem, väljapoole ulatavate osttega, mõlema käega kinnipidamiseks.

Samaks otstarbeks tehakse puurmasinale eri kangitaoline pide, kui puurmasinat ei ole tarvis töölisel enesel käes hoida. vaid ainult keerata.

Puuri keeramine automaatselt sünnib järgmiselt (joon. 27): kandiline puuri ots pistetakse vabalt kestasse — m, mille ülemise ääre ribad liiguvad sirgjoonelistes soontes, mis tehtud kolvi vardade — c alumises osas; sama vardade ülemises osas on pikergused kruvitaolised sooned, milles liiguvad vastava mutri — i ribad; selle mutri välispool on kärisratta kujuline ja teda võib keerata ainult ühes suunas, kuna vastases suunas keeramist takistab kärisratta link — k ühes vedruga — l, mis litsub lingi kärisratta vastu.



Joon. 28.

Kui kolb liigub allapoole, siis keeratakse ühes sellega ka kärisrattas selles suunas, kuhu lubab link — k selle tõttu, et kärisrattas kui mutter jälgib kruvitaolisi soone kolvi vardal — c. Kolvi vastupidisel liikumisel kärisratta link — k keelab mutri liikumist, mille tõttu kolb — b peab keerduma ja ühes sellega ka kest — m, millesse paigutatud puur. Kolvi keeramise seade on näha lõikes CD.

Käsitsi keeratav puurvasar annab tugevama löögi kui sama suur vasar automatkeeruga, sest automaatseade pidurdab lööki. Kuid pehmetes mannerainetes puurimisel on kasulikum siiski tarvitada automaatselt keeratavaid puure, kuna käsitsi ei saa nii ruttu seda teha kui tarvis.

Kesta — m sisse pistetav puurpeitli ots on harilikult neljakandiline; tal peab olema võimalus vabalt edasi-tagasi liikuda.

Puurvasara käepidemega ülemine osa on ühendatud alumise osaga vedru ja mutri abil kahe raudvardaga; sarnane elastiline ühendus vähendab löökide mõju vasara enese keha peale.

Puurvasarasse pääseb survõhk voolikut pidi, mis kinnitatakse selleks vasara küljes oleva kraaniga toru otsa.

Et puurvasarat oleks kergem hoida puurimisel lakke, tarvitatakse vastu-kaaluna vihti, mis ripub üle bloki viidud köiel (joon. 28).

Löökpuurmasinad kitsas mõttes.

Nad jagunevad kahte liiki: ühed, kus puuri edasinihutamine sünnib käsitsi, ja teised, kus see sünnib automaatselt. Esimesed on rohkem tarvitavad ja nad kõlbavad nii kõvas kui ka pehmes manneraines; teised kõlbavad rohkem pehme manneraine tarvis.

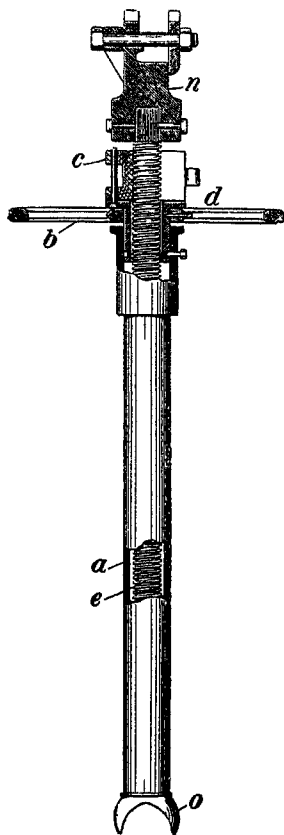
Kirjeldame mõnda neist lühidalt.

1) Löökpuurmasin peamiselt laes puurimiseks (joon. 29).

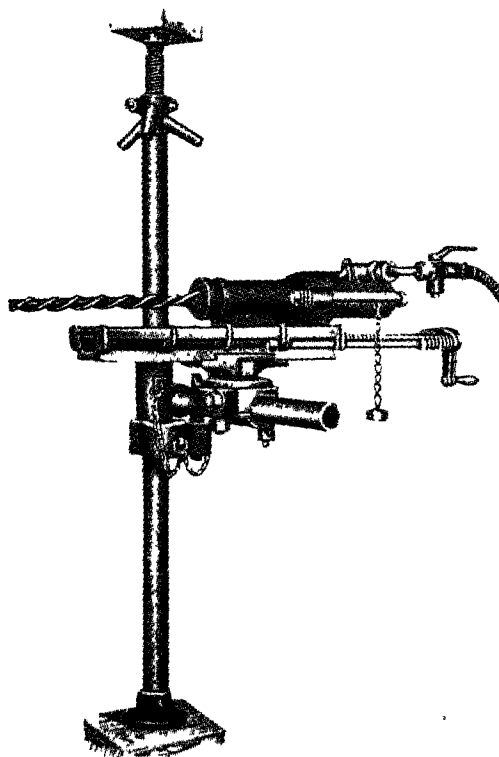
Puurvasar on kinnitatud spindli — e ülemise otsa — n külge; spindel on paigutatud raudsilindrisse — a, mille alumine ots — o tugeneb põhja peale. Spindli üles ja alla liigutamine sünnib mutri — c läbi, mida keeratakse käsiratta — b abil.

2) Puurmasin, mida tarvitatakse peamiselt horisontaalsete ja kallak-akude puurimiseks (joon. 30).

Puurvasar on ühenduses spindli abil nihutatava liuguriga. Liugur ise on kinnitatud oma alusega horisontaaltoru külge, mille ümber võib liugurit keerata ja igas seisangus kinnitada. Samuti võib liugurit ka pikuti seda toru edasi ja tagasi nihutada. Horisontaaltoru ise on aga



Joon. 29.

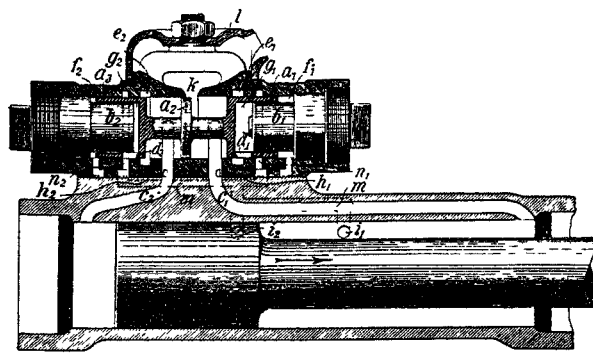


Joon. 30.

ühenduses ümargusest rauast tungraudtulbaga, millel esimene võib kinnitatud saada liikumatult igas kõrguses.

Järgmised puurmasinad erinevad senini kirjeldatuist sellega, et puur on siin kinnitatud püsivalt kolvi varda külge. Selle juures on kolvi käik pikem kui puurhaamril, mille tõttu ka löök kõvem, kuna survõhu mõju kolvi peale kestvam. Ka saab pikema löögi tõttu puurjahu rohkem kohevil hoitud ja puuraugust paremini kõrvaldatud kui lühikeste löökide juures, missugune paremus iseäranis nähtavale tuleb sügavate horisontaalaukude puurimisel. Nende puurmasinate löögi pikkus on 150—280 mm. ja löökide arv 280 kuni 400 minutis. Puurmasina tööliigutused on kolmesugused: a) kolvi edasi ja tagasi käik (löögid); b) kolvi või puuri keeramine iga löögi järele; c) töötsilindri edasinihutamine vastavalt puuri süvenemisele.

Saksa firma „Demag“i“ survõhuga töötava puurmasina löökliigutused sünnivad järgmiselt: õhujaoajal kolvil on kolm ühesuurust rõngast $a_1 - a_2$



Joon. 31.

kus ta rõhub kolvi vaba põhja peale, sundides seda liikuma paremale poole. Aga siis pääseb survõhk ringkanaalist e_1 läbi jaotiskolvi a_1 rõngas oleva avause d_1 sama rõnga a_1 tsilindrilisse ruumi g_1 , sundides jaotiskolvi liikuma pahemale poole. Äratarvitatud survõhk tsilindri paremalt poolt voolab välja läbi tsilindri seinas oleva kanaali c_1 ruumi k ja sealt läbi keeratava torukujulise avause e välja; äratarvitatud survõhk pahemalt poolt tsilindrilisest ruumist g_2 juhitakse välja läbi juhtivas kolvis a_3 oleva avause d_2 , tsilindri seinas oleva kanaali m ja avause i_1 tsilindri paremale poole, kust ta voolab välja mööda kanaali c_1 , nagu eelpool kirjeldatud. Ringkanaalid f_1 ja f_2 on kanalide h_1 ja h_2 kaudu alalises ühenduses kanalidega c_1 ja c_2 .

Kui puuri kolb, liikudes paremale poole, avab augu i_2 tsilindri seinas, siis on jaotiskolb oma äärmises vasakpoolses seisandis ja värsket survõhki hakkab voolama läbi avause i_2 kanaali m mööda ringkanaalisse n_2 ja sealt läbi jaotiskolvi a_3 seinas oleva d_2 avause kolvi a_3 tsilindrilisse ruumi. Jaotiskolb hakkab nüüd ringkanaalis f_2 ja tsilindrilises ruumis g_2 oleva ülirohutu töttu (tsilindrilises ruumis g_1 on õhurõhumine vähem) liikuma paremale poole, mille töttu ka töökolb peab muutma oma liikumise suuna ja liikuma paremalt poolt pahemale poole. Nii pea kui jaotiskolb on jõudnud oma äärmisele parempoolsele seisakule, hakkab kirjeldatud tegevuse uus ring.

Puuri keeramine sünnib põhimõttes samuti kui puurvasaratel.

Näide: joon. 32. Töötsilindri tagumises osas käib tsilindri põhjast p spindel d läbi, mille peal on pikergused kruvi-sooned; välimise spindli otsa külge on kinnitatud käriratas a , mis keerdub ainult ühele poole, kuna teisele poole keeramist takistavad kaks linki b , mis kinnitatud tsilindri põhja külge; linke litsub kärirastast vastu vedru c .



Joon. 32.

Töökolvi pahempoolse otsa sees on tsilindriline õõnsus, nõnda sügav, et mahutab enesesse terve spindli d ; töökolvi õõnsuse alguses on kinnitatud liikumatult mutter e , mille ribad vastavad spindli d soontele. Kui kolb liigub allapoole, siis laseb end keerata ka käriratas a vabalt selles suunas, kuhu sun-

nib teda keerama mutter e ühes spindliga d; kui aga kolb liigub tagasi või ülespoole, siis lingid b takistavad kärisratta ja seega ka spindli keeramist, mille tõttu on sunnitud keerduma puur ise. Arvesse võttes, et puuri ei keerata löögi ajal, ei vähene selle läbi löögi jõud.

Sarnase puurmasina tsilinder kinnitatakse liuguri külge, mis võib liikuda pika käsitsi keeratava kruvi abil eriraami vahel edasi-tagasi.

Õhk juhitakse tema tsilindrisse külje pealt töökolvi otsa läheduses ja lahkub tsilindrist läbi sumbutaja, mis on paigutatud tsilindri peale ja laseb ennast keerata sinna poole, kus ta töölist ei tülitaks.

Sarnane puurmasin kaalub umbes 48—115 kg. ja monteeritakse tööajaks tugeledele, mis kinnitatakse kruvi või muu tungraua seade abil õõnsuse põhja ja lae vahel (joon. 33).

Kus lage ei ole olemas (maa peal), seal tarvitatakse tugede asemel puurmasina kinnitamiseks raskeid kolmjalgju.

Elektrivooluga tegutsejad mootorid on sündsad keerdpuurimise juures, kuna löökpuurimiseks neid kohaldada on raskem. Siiski on katsutud ka löökpuure elektriga käitada, et hoiduda survõhu seadete muretisemisest. On konstrueeritud kaht tüüpi masinaid: 1) kus puurile annab löögi-hoo elektromagneedi (solenoidi) külgetõmme raudsüdamikule; selleks saadetakse solenoidi mähisesse alalist elektrivoolu nii sagedasti katkestatult, kui palju lööke puur peab andma; 2) kus puuri löögid saavutatakse elektrimootori jõul keerleval völli olevalt vändalt.

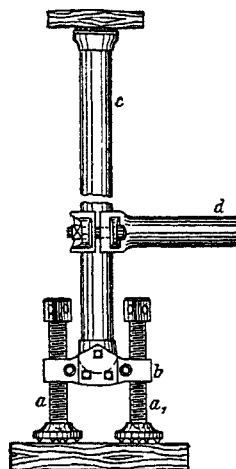
Need elekter-löökpuurid on seni vähe levinud, mispärast nende kirjeldus ära jääb.

Kuid on kaunisti levinud elektrivoolu tarvitamine maa-aluste, vähemate kompressorite käitamiseks, kust siis survõhku võetakse puurmasinate ja muude seadete käitamiseks. Teada on, et survõhu torustiku viimine iga kaevanduse töökoha lähedusele ja tema korrashoidmine on kulukas. Pikk torustik sünnitab kuni 30% survõhu energia kadu — õhu mitte küllalt tihedate ühenduste kaudu väljavoolamise ja torustiku seinte hõõrumise tõttu. Sellepärast on kasulikum kompressoreid paigutada võimalikult töökoha lähemale, käitades sarnast kompressori elektriga, viies kuni temani maapealsest elektrijaamast ainult voolukaabli, milles pingekadu minimaalne.

Puuraugu puhastamine ja tolmu kõrvaldamine.

Puurjahu eemaldamine august sünnib iseenesest, kui auku puuritakse ülespoole.

Horisontaalsete ja allapoole sihitud aukude puurimisel tarvitatakse nüüd ussarnaseid spiraalpuure. Arvesse võttes, et sarnane löökpuur vastava automaatselt tegutseva seadeldisega teeb minutis umbes 100—180 keerdu, võib temaga august kõrvaldada puurjahu nagu tiguga; see võib aga sündida senikaua, kui spiraali sooned ei ole veel täitunud puurjahuga. Kui see sündinud, siis on vaja puur august välja tõmmata ja kas uue vastu vahetada või puurjahust puhastada. Kui puuritakse allapoole, kus-



Joon. 33.

juures auk on alati täidetud veega, siis võib puuri välja võtmata puurida 1—1,5 meetrit, ilma et puuri ja puurauku oleks vaja puhastada.

Puurjahu võib august kõrvaldada ka survõhuga, mida juhitakse augu põhja õõnsete puuride kaudu, milleks on puuri teras auk, mida mööda juhitakse puurauku pressõhku. On olemas seadeid, kus veejuga puurjahu välja uhab.

Puurtolmu kahjuliku levimise vastu õhus, kui puurauk kuiv, tarvitatakse mitmesuguseid abinõusid. Laes puurimisel püütakse tolmu eri leht- rissesse, mis puuri samba külge kinnitatud. Horisontaal-puuraukudest ime- takse tolmu eriimejatega välja. Vahest lüüakse tolmu maha pulveriseeritud veepiiskadega (uduga). Sama otstarvet täidab ka märg lapp, mis pannakse augu peale, kust puur läbi läheb.

Puuride teritamine.

Nii käsi- kui ka masinpuure tuleb sagedasti teritada, mis osutub tähtsaks ülesandeks, eriti siis, kui on tegemist mitmesaja puuriga päevas.

Teritamise protsess koosneb neljast tööjärgust:

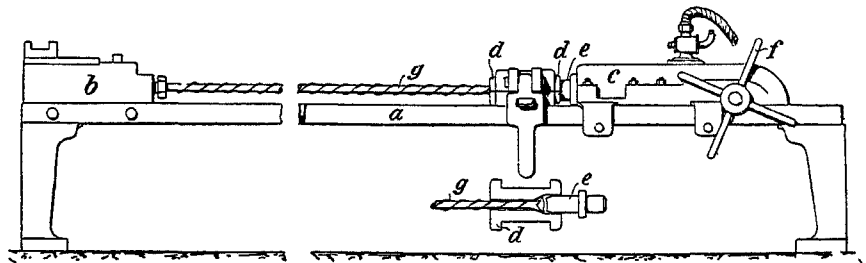
- a) Soojendamine tagumiseks.
- b) Teritamine tagudes või pressides.
- c) Soojendamine karastamiseks.
- d) Jahutamine karastamiseks.

Tarviliku kõvaduse ja sitkuse omandamiseks peab hea puuri teras sisaldama teatava osa kroomi ja niklit (süsinikku 0,5—0,9%).

Sarnane teras on aga väga tundelik ülekuumenduse vastu. Selle- pärast on soovitatav tarvitada õlikütttega soojendamise ja karastamise ahje, millede temperatuuri reguleeritakse püromeetrite järele.

Et teritamine käsitsi väga aeglane on ja eriliste terakujude juures vahest ka võimatu, siis tarvitatakse selleks teritamise masinaid (joon. 34).

Puur, mille tera vastavalt kuumendatud, asetatakse tömpotsaga alu- ssesse b ja teraga alusesse d, mille pealmine pool on lahti klapitav. Selles aluses on pesa, mis vastab puuri tera kujule; iga tera laiuse jaoks peab olema eri pesa vorm, muidu peab puuri pärast vormimist masinas veel käsitsi järele aitama, mis tülikas. Alus d on nihutatav masina pingil, samuti ka pressõhuga töötav löökvasar, mille käiku reguleeritakse ratta f abil ja mille löökidega vormitaksegi tera. Pärast teritamist kuumenda- takse puuri ots veel kord ja karastatakse vee- või õlivannis. Ühe sarnase masinaga võib tunni jooksul teritada 30—40 puuri.



Joon. 34.

Puuride teravuse eest hoolitsemine on väga tähtis, sest nüri puur töötab väga ebaproduktiivselt ja tekitab sagedasi puuri ja puurmasina osade murdumisi.

Puuride teritamise masinaid tarvitatakse ka Eestis, näiteks A/ü. „Eesti Kiviöli“ kaevanduses ja ka Narva jõe põhja süvendamise juures Peipsi vee-pinna alandamiseks.

Löökpuuride produktiivsus ja töötamise kulud.

Puurvasaratega võib puurida igas manneraines, peamiselt aga kesk-mise kõvadusega, nagu savises kildkivis, kivisöes, põlevkivis, soolas, kipsis jne., kus puur võib tungida edasi kuni 40—80 sm. minutis.

Kõvemas manneraines langeb puurhaamri produktiivsus, ulatudes gra-niidis kõige paremal juhusel 4—8 sm. minutis.

Keskmiselt võib arvata puurhaamri produktiivsust päevas 2—4 tunni tarvitamise juures 10—20 meetrit; kukersiidis umbes 8—10 meetrit tun-nis. Keskmise masin tarvitab umbes 150 liitrit õhku minutis, mis nõuab umbes 4¹/₂ hobujõudu kompressorilt.

Üks puurvasar kaalub keskmiselt 11—25 kg. ja maksab 80 kuni 150 krooni. Arvesse võttes, et puurvasar kaalub vähe võrreldes teiste puu-rimisseadetega, võib teda tarvitada kitsastes käikudes. Kuigi puurvasa-rate töö on iseenesest väga ebaproduktiivne, kuna löök purustatavale kivile puurangu põhjas antakse puuri kaudu, mille inertsi vältimiseks kaob osa jõudu, on löökpuuri tarvitamine siiski levinud, sest löökide jõu kaotsi-minek kompenseeritakse löökide suure arvuga ja puurvasara odavuse, ker-guse ja hõlpsa kasutamisega.

Puurimise kulud on 3 kuni 10 senti puuritud meetrile.

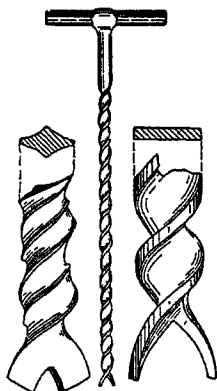
Keerdpuurimine.

Keerdpuurimise juures on jõu kadu umbes 50% vähem kui löök-puurimise juures, kuna jääb ära puuri edasi-tagasi liikumine. Ka puuride kuluvus on keerdpuurimise juures märksa vähem kui löökpuuridel. Kuid kõva manneraine puurimiseks tarvitatakse siiski rohkem löök- ja tõuke-puure, mille elav jõud mõjub rohkem purustavalt puurangu põhjas oleva manneraine peale.

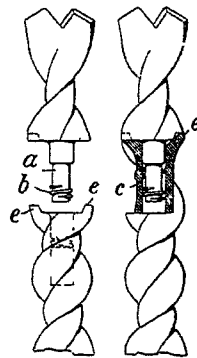
Keerdpuurimise juures peab puur nõnda kõvasti vastu puurangu põhja rõhu-tama, et puuri tera vajutataks manneraine sisse.

Puuri keeramine sünnib käsitsi või mehhanismi abil ja rõhumine puuri peale kas otsekohe töölise käte või rin-naga, või kaudselt mõne me-haanilise seadeldise abil.

Keerdpuurimise juures tarvitatakse ainult usspuure.



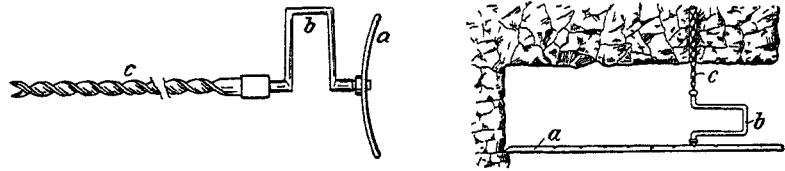
Joon. 35.



Joon. 36.

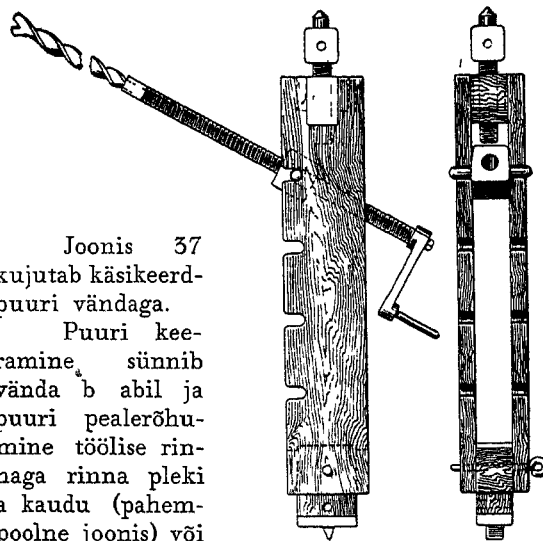
3*

Puuri tera kuju oleneb mannerainete kõvadusest. Pehmetes mannerainetes hargneb puur kaheks teravaks otsaks (joon. 35); kõvemates on üks tõmbi nurga all murtud tera.

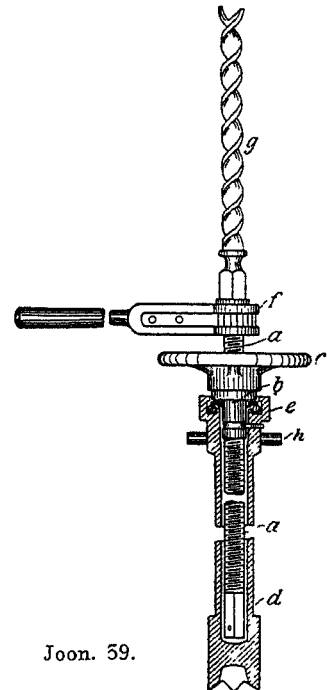


Joon. 37.

Sagedasti tarvitatakse vahetatavaid puuri otsi (joon. 36). Sel puhul jäävad puuride ridvad ise kaevandusesse, kuna ainult puuri otsad sepikotta teritamiseks viiakse. Silmas pidada, et puuri otsi võib teha kõige paremast terasest, siis on ka nende vastupidavus märksa suurem kui puuril, mis ühes tükis, kuid halvemast materjalist.



Joon. 38.



Joon. 59.

Joonis 37 kujutab käsikeerdpuuri vändaga.

Puuri keeramise sünnib vända *b* abil ja puuri pealerõhumine töölise rinnaga rinna pleki *a* kaudu (pahempoolne joonis) või ridva abil vända otsa peale (parempoolne joonis).

Joonis 38 kujutab keerdpuuri raami kinnitatava spindliga.

Mutter riputatakse raami külge kahe telje abil. Raam kinnitatakse kruvi abil lae ja põhja vahele. Ühte spindli otsa asetatakse puur, teise otsa vänt ehk käristi. Vänt võimaldab kiiremalt keerata puuri, kuid käristi võimaldab kõvemast rõhumist puurile, kuna tema vars on harilikult pikem kui vänt.

Iga täie keeru juures süveneb puur mannerainesse $2\frac{1}{2}$ —5 mm. Kui spindlit hoidja mutter pole keeratav, siis võib sarnase puuriga puurida ainult ühtlases aines; kui aga puur peab läbistama vahelduva kõvadusega

aineid, peab mutter olema pööratav (joon. 39).

See pööratavus lihtsustab ka spindli pikkuse reguleerimist uue puuraugu kohal.

Eesti põlevkivikaevandustes, kus puurimine sünnib veel käsitsi, on tarvitusel Westfalia käsi-puurmasin (joonis 40), kus raamisse kinnitatakse spindel ühes mutri ja puuriga.

Elliot'i käsikeerdpuurmasin
(joonis 41).

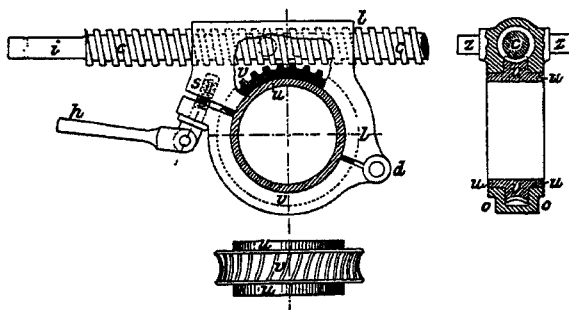
Iseäralduseks on tigu v, millel on mõlemal pool pildurdamise rõngas u. Teo mutter koosneb kahest šarneeriga ühendatud osast. Ülemist osa läbis- tab puuri spindel c; alumine osa surutakse kruvi s abil ülemist ja tiguratast vastu. Kõvem või lõdvem kruvi rõhumine reguleerib teo pöör- ramist ühes spindliga, mõjutades sellega suuremat või vähemat puuri süve- nemist mannerainesse.

Selle masinaga võib tööline mõlema käega vaheldumisi puurida, kuna Westfalia süsteemi juures peab tööline ühe käega keerlevat mutrit kinni hoidma.

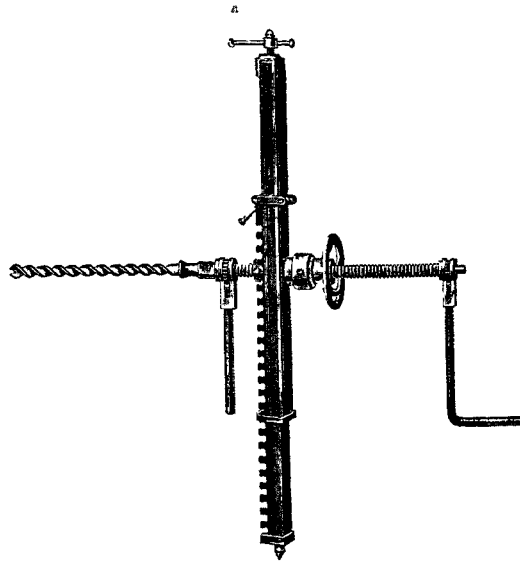
Mis puutub käsi-keerdpuuri produktiivsusse, siis tuleb võtta arvesse, et tööline võib oma rinnaga rõhuda keerdpuuri rinna pleki peale umbes 10—15 klg. rõhuga, missugusest rõhumisest aitab, et puuri tera pehmema manneraine sisse vajuks.

Selle juures võib tööline puurida 10—30 minuti jooksul umbes 1 meetri sügavuse augu. Kui manneraine aga kõvem, tuleb tarvitada puur- masinaid, mis võimaldavad suuremat rõhumist puuri peale kui lihtne inime- se rõhumine.

Sarnaste seadetega puurib tööline põlevkivis 1 meetri sügavuse augu 6 kuni 20 minuti jooksul (keskmiselt 12 minutiga).



Joon. 41.



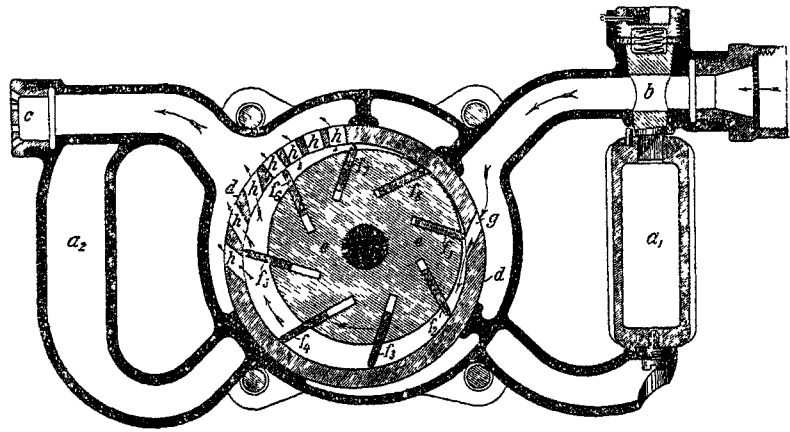
Joon. 40.

Kui manneraine veel kõvem, on kasulik suurema hulga puuraukude korral tarvitada mehaanilise jõu abil käivaid puurmasi- naid.

Mehaanilise jõuga töötajast keerdpuurmasinainas on osa käes hoitavaid.

Need masinad töö- tavad kas survõhuga või

elektriga; neid hoiab tööline käes ja rõhumine sünnib samuti töölise rinnaga, sellepärast kõlbavad nad ka ainult pehmete mannerainete tarvis.



Joon. 42.

Joonis 42 kujutab sarnast firma A/S. Westfalia, Gelsenkirchen, poolt valmistatud survõhuga töötavat keerdpuurmasinat. Tema keerdkolb e on asetatud tsilindrisse d ekstsentriliselt, nii et väiksem osa tsilindri sisemisest pinnast puutub pea kokku kolvi pinnaga, kuna suurema osa tsilindri ja kolvi pindade vahele jääb mitte ühelaiune vaba ruum.

Tsilindrisse peaseb survõhk sisse läbi käepideme a, b ja augu g; läheb aga välja läbi tsilindri seinas asuvate aukude h, h, h....., käepideme a₂ ja kõla sumbutaja c kaudu.

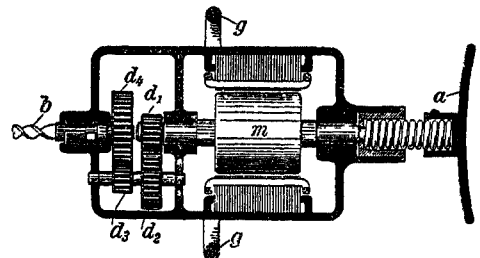
Keerdkolvi on asetatud 8 alumiiniumsiibrit, mis vabalt võivad liukuda edasi ja tagasi omas asendis kolvi sees. Tsentrifugaaljõuga saavad nad kolvi keerlemisel surutud tsilindri sisemise pinna vastu, kusjuures survõhk, mis sattunud tsilindrisse läbi augu g, surub väljaulatavate siibri otste peale ja paneb kolvi tiirlema suure kiirusega (umbes 3000 tiiru minutis).

See suur tiirude arv muudetakse vähemaks (500 või ka 125 tiiru minutis) eri hammasratastiku abil.

Praegu kirjeldatud puurmasinal on palju häid omadusi, võrreldes löökpuurvasaratega ja käsi-keerdpuuridega, kui puurida tuleb mitte väga kõvas ja ühetaolises manneraines, nimelt:

a) puurida võib 1 minuti jooksul 0,5—1,6 m., aga puurvasaratega samadel tingimustel umbes pool sellest, käsitsi puurimisel aga 10—15 korda vähem. Selle juures on sisseimetud survõhu tarvitus umbes 40—60 m³ tunnis, mis vastab umbes puurvasara õhu tarvitusele ja on mõnikord koguni vähem;

b) tolmu tekkimine ja tülitav raputamine ning müra puuduvad;



Joon. 45.

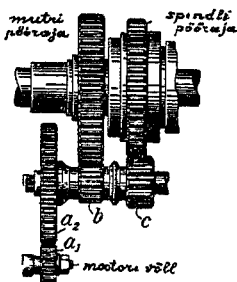
c) puurimise kulud teevad ühe meetri peale välja Saksa andmete järele 2,2—4,4 pfennigit, kuna samad kulud puurhaamritel on 3—10 pfennigit ehk meie oludes umbes sama palju sente.

Joonisel 43 on kujutatud elektrijõul töötaja kasi-keerdpuurmasin.

Elektrimootori ankerrootor teeb umbes 2800 tiiru minutis, mis hammasrataste kombinatsiooni abil saab alla viidud nii, et usspuuri tiirude arv kõigub 245—325 vahel.

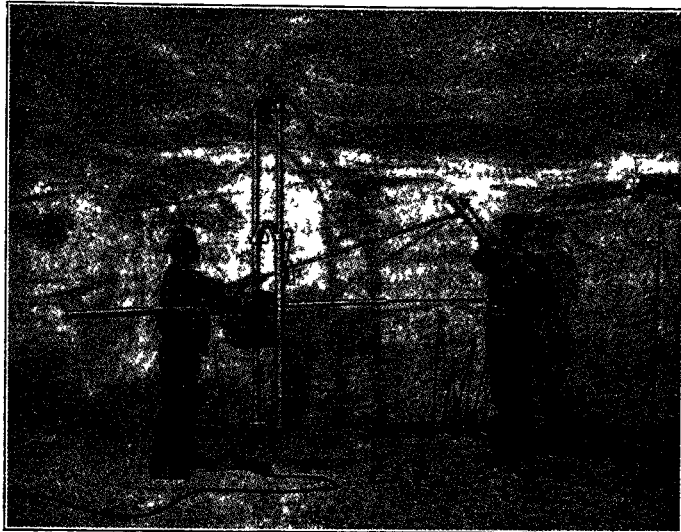
Rinna-plekki a võib ära võtta ja asendada elektrimootori tiirleva võlli otsa kinnitatava smirgelkäiaga puuri terade teritamiseks (kohal, kus ei ole plahvatavaid gaase).

Puuri produktiivsus on 20—120 cm. minutis ja ta tarvitab 0,6 hobujõudu, puuri kaal on 12,5 kg. Puuri hind on umbes 4 korda ja puurimise kulud vähemalt 2 korda suuremad kui lõokpuurvasaral või samatübilisel survõhuga töötaval keerdpuurmasinal. Sellepärast tarvitatakse teda ka ainult seal, kus puudub survõhk ja kus puurida tuleb ühetaolises pehmes manneraines.



Joon. 45.

kõvema manneraine puurimisel hammasratas b võib ise ennast vähe keerata võlli ümber ja seega spindli edasitungimist vähe takistada. Hammasrataste b ja c võll pannakse käima hammasratta a₂ abil, mida omakord paneb käima hammasratta a₁, mis on asetatud elektrimootori võlli peale.



Joon. 44.

Sambaga keerdpuurmasinaid ehitatakse ainult elektriga töötamiseks. Joonis 44 kujutab firma „A. E. G.“ poolt valmistatud sammaspuurmasinat.

Elektrimootor, mis teeb umbes 2800—3000 tiiru minutis, annab puuri spindlile hammasrataste (joon. 45) vahelelülitusel umbes 110—300 tiiru minutis.

Spindel keerleb mutris, mis tiirleb samuti kui spindelgi, kuid vähema kiirusega. Spindlit keerutab hammasratta c, mille läbimõõt suurem on kui hammasrattal b, mis käima paneb mutri, milles keerleb spindel. Sellest kiiruste vahest tekib spindli edasinihkumine. Hammasratta b ei ole mitte kindlalt paigutatud oma võlli peale, vaid teatava hõõrumisega, nii et

Niisugune puurmasin tarvitab umbes 1,5 hobujõudu ja kaalub umbes 90 kg. Pehmes ja ühetaolises manneraines võib temaga puurida 75—100 cm. minutis, kõvemates 36—50 cm. Tarvitatakse seda masinat peamiselt soola ja mineti (raua ärtsi) puurimisel ja puurimise kulud teevad ühe meetri puuraugu peale keskmiselt 6 senti välja.

Lõhkeained.

Lõhkeaineteks nimetatakse sarnaseid gaase, vedelaid või kõvu ollusi, mis teatavail tingimistel suure kiirusega (silmapilkselt) lagunevad, sünnitades selle juures suurt kuumust, mis paisutab lagunemise produkte nõnda, et nad omavad suure rõhumise, mis purustab lõhkeainet ümbritseva keha. Sarnast kiiret lagunemist, mis harilikult seotud leegi ja kõlaga (pauk, mürts), nimetatakse plahvatuseks.

Tehnikas tarvitatakse kahte liiki lõhkeaineid: tõukajaid ja purustajaid (brisantseid). Esimesed, nagu must ja suitsuta püssirohi, lagunevad aeglasemalt ja võimaldavad tarvitada neid sellepärast püssi- või kahuri laengu torust välja tõukamiseks. Teised lagunevad silmapilkselt ja tarvitatakse sellepärast ka mäetöödel mannerainete purustamiseks.

Tähtis on, et lõhkeaine plahvatusproduktid nõuaks palju suuremat mahtu kui lõhkeaine ise. Selleks on tarvilik, et kas kõik ehk pea kõik plahvatusproduktid oleks gaasid ja et nende temperatuur oleks võimalikult kõrge. Alglõhkeaine ise olgu aga võimalikult tihe. Seda nõuet täidavad kõige paremini kõvad ained; vedelikud vähem, ja gaasid pole üldse tehniliselt lõhkeainetena tarvitatavad.

Harukordadel — uurimistööde juures, kui lähemas ümbruses pole saada muud lõhkeainet, tarvitatakse mannerainete lõhkumiseks ka musta püssirohtu, mille koostis on harilikul jahi-püssirohul: kaalisalpeetrit 75%, väävlit 10%, puusütt 15%; nii nimetatud „mäe-püssirohul“ kaali- ja naatriisalpeetrit 62%, väävlit 20%, sütt 18%. Samuti võib tarvitada suitsuta püssirohtu, püroksiliini, mis on lämmastikhappe ja tselluloosi (harilikult puuvilla näol) ühendus.

Kloorkaali (Berthollet-sool), peenelt segatult süsivesinikkudega, on ka lõhkeaine. Kaevandustöödel tarvitatakse vedelaid süsivesinikke, millega imbutatakse kloorkaali, mis selleks peab poorse aine kujul esinema. Imbutusvedelikuks on kas nitrobensool (nitrotoluol) või petrooleum ehk nafta. Imbutatud kujul nõuab kloorkaali kõigist ettevaatusnõuetest kinnipidamist, mis lõhkeainete kohta maksvad, kuna imbutamata aine ohtu ei sisalda.

Lämmastikhappe ja glitseriini ühendusena saadakse õline vedelik, nitroglitseriin, mis kange lõhkeaine. Kuid vedelal kujul on tema tarvitamine ohtlik. Sellepärast segatakse teda kuivatajate ainetega. Kõige kangemajõuline aine saadakse imbutades püroksiliini nitroglitseriiniga, nii et sünnib kõva süldi sarnane segu, niinimetatud lõhkeželatiin. Imbutades nitroglitseriiniga mõnesuguseid poorseid, keemiliselt inertseid aineid, näiteks kiiselguuri, saame dünaamiidid, mis erinevad lõhkejõu poolest.

Mitmesugused muud ained, mis koosnevad peamiselt süsinikust ja vesinikust („süsivesinikud“), ühinedes lämmastikhappe jätisega, mis sisaldab palju hapnikku, muutuvad ka lõhkeaineteks. Nendest tarvitatakse mäe-

tööstuse lõhkeainete segudes trinitrotoluooli (troitiili), mis kangejõuline, kuid kaunis tuim (raskelt plahvatama pandav) aine, ja sama tuima trinitronaftaliini.

Ammonsalpeeter (lämmastikhappe ja ammooniumi ühendus) on ka puhtal kujul raskelt plahvatama pandav lõhkeaine, kuid segudes sagedasti tarvitav.

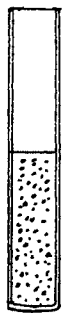
Eriliiki lõhkeaineid, rohkem tundelikke, tarvitatakse tuimemate ainete plahvatama panemiseks, „süütamiseks“. Peamiselt on siin tarvitusel „paukuv“ elavhõbe, kuid mõnel puhul ka tina-asiit (tina ja lämmastiku ühendus). Harilikult asetatakse need ained kapslitesse („lõhkekapslid“) ühes kloorkaali, tetra-nitroaniliini (tetriili) või muude ainetega.

Üksikutena võetud lõhkeainetel on igalühel oma eriomadused, mis teatavate lõhkeülesannete tarvis kas soodsad või mittesoodsad. Et suurendada soodsaid omadusi ja vähendada mittesoodsaid, selleks tehakse alglõhkeainetest segusid, lisades tarbekorral juurde ka inertseid aineid. Kõik mäetöödel tarvitavad lõhkeained on sarnased segud, mis erinevad oma töövõime ja hinna poolest. Nendest tuleb iga eri lõhkeülesande tarvis valida kõige kohasem. Valimise aluseks võivad olla võrdluskatsed tegelikel lõhketöödel antud tingimustes.

Eriti tuleb ära märkida nitroglitseriini sisaldavate lõhkeainete (peamiselt dünamiitide) külmamise hädaoht. Nitroglitseriin hangub (kristalliseerub) juba $+8^{\circ}\text{C}$ juures ja muutub nõnda hädaohtlikuks hõõrumise, murdmise või löögi vastu. Talvistel töödel meie kliimas tuleb sellega arvestada ja kas jätta tarvitamata lõhkeained, kus nitroglitseriini üle 4 protsendi, või tarvitada külmamist takistajate lisandustega (näiteks dinitrokloorhüdriin) dünamiite, ehk võtta tarvitusele lõhkeaine soojendamisinõud.

Ammonsalpeetrit sisaldajad lõhkeained kardavad väga niiskust, mis pärast nad peavad pakitud olema parafiiniga imbutatud kestadesse ja nende hoiulaod peavad olema hästi kuivad. Ka lõhkekapslid on tundelikud niiskuse vastu.

Mäetöödel tarvitavad lõhkeained peavad tulema vabrikust padrunite kujul, s. t. tsilindrilliste pulkade näol, paberist kestas. Padrunite paksus on mitmesugune, puuraugu läbimõõdu järele; meil tarvitatakse enamikus 25 mm ja ka 30 mm paksuseid. Harilik padruni kaal on 67 grammi, nii et langeb 15 täit padrunit ühe kilo peale. Padrunid asetatakse pakki-desse $2\frac{1}{2}$ kilogrammi kaupa; igasse pakki asetatakse ka mõned poolikud padrunid. 10 pakki täidavad puukasti, milledes lõhkeaine vabrikust välja lastakse, millel peab olema peale vabriku nimetuse ka täpne lõhkeaine liigi tähendus.



Ka vedelikkudega imbutamise teel valmistatavate lõhkeainete alusained peavad olema puurauku mahtuvate padrunite näol. Nii kloorkaaliumi „briketid“, ja nii ka vedela hapnikuga imbutatavad tahma, puujahu ja teiste sarnaste põlemisainetega täidetud kestad. Vedel õhuhapnik, mida valmistatakse erilistes seadetes, külmutades harilikku õhku kuni -180° , kui ta on ühetaoliselt ära jaotatud põleda võivate ainetega, ühineb sarnaste ainetega silmapilkselt, plahvatusega, kui plahvatus algatatakse lõhkekapsliga. Seal, kus palju lõhketöid ja kõvad lõhkeained kallid, võib sarnane hapnikuga lõhkumine olla kasulik.

Peale lõhkepadrunite ja kapslite (joon. 46, kapsel Nr. 8 loomulik suurus) on lõhketöödel tarvilikud veel abinõud kapslite süütamiseks. Selleks tarvitatakse kas süütenööri või elektrijuhesid

Joon. 46. ühes eriliste sütikutega.

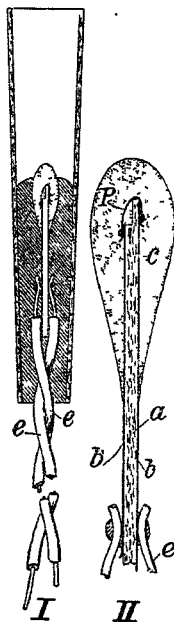
Süütenöör (Bikfordi nöör), mida mäetöödel tarvitatakse, on musta püssirohu mõõdukalt kokkupressitud tolmuga täidetud õõnes puuvillane punutud nöör, kas kateta, või vastava tõrva- või kautschukkattega (niisketes puuraukudes; vee all töötades). Sarnase nööri püssirohust südame põlemise levimise kiirus peab olema ühetaoline; harilikult levib põlemine nööris ühe minuti jooksul 50 sentimeetri võrra.



Joon. 47.

Süütesüतिक.

bb — metallist lehekeseid, uksteisest isoleeritud; c — süütemassi kõrgem punkt; ee — juhetraadid; g — papist või metallist hüüls; h — valatud vaahlmass.



Joon. 48.

Hõõgsüतिक.

a — kartongpaberi riba; bb — metallist lehekeseid; c — süütemassi; e — juhetraadid; P — hõõgtraadike.

levas segus, mis on tehtud nõrgalt voolu juhtivaks vastavate ainete juurdelisamise teel.

LÕHKEAINETE KÄSITAMINE.

Lõhkeainete hoidmise määrused näevad ette eri ladusid nende paigutamiseks nii maa peal kui ka maa all. Määruste nõuded on iseenesest arusaadavad: peab hoiduma, et 1) lõhkeaine neis rikki ei läheks, 2) et tema laos ei plahvataks ja 3) kui plahvatab kogu lao täis lõhkeainet, siis umbruskonnale, eriti inimeste elule, võimalikult vähe hädaohtu tekiks. Selleks on ladudel vallid ümber, mis juhiks plahvatuselt laialipaisatud esemeid üles taeva alla, aga mitte horisontaalselt laost kaugemale; maa-aluses kaevikus on ettenähtud tarvilikud lahtised ruumid laoga ühenduses, kus võiksid laieneda plahvatusgaasid, ilma kaevanduse käike lõhkumata. Piksevardad peavad kõrvaldama välgu ohu; trataaiad, lukustatud ukSED, võredegA aknad ja alaline vahivalve — kurjategijate kartuse.

Kauaaegse laos olemise ajal, eriti kui ladu niiskepoolne, muutuvad lõhkeained, ühed rutemini, teised aeglasemalt. Mõned saavad selle juures tuumemaks, nii et annavad tarvitamise juures suure protsendi kardetavaid tõrgeseid; teised muutuvad tundelikumaiks, mis sisaldab varajase plahvatus

ohtu. Sarnase muutunud lõhkeainega töötamise mõju ei ole igatahes võimalik ette arvestada, ja temaga töötamisest tuleb loobuda, hävitades ära lõhkeaine, kui tema lagunemine niikaugale on arenenud, et ka lõhkeainete vabrik teda enam värskendamiseks tagasi ei võta. Nende ainete hävitamine, mis kergesti vees sulavad, võib sündida nende merde viskamise teel, kuna teised tulevad väikeste partiidena ära põletada lahtises õhus tehtud tulel. Nõnda ei või aga hävitada lõhkeaineid, mis metallkestades (lõhkekapslid); neid on kõige parem uputada sügavas veekogus mudase põhjaga.

Lõhkeained plahvatavad, kui mõni aine osakene on tema lagunemiseks küllaldase temperatuurini soojendatud ja kui see küllaldane soojus silmapilkselt levib ka kogu lõhkeaine hulga. Tarviline soojus võib sündida ka mehaanilise jõu mõjul: hõõrumisest, löögist, survest. Lõhkeainete käsitamisel tuleb hoiduda igast sarnasest mõjutusest enne seda aega, kuna lõhkeaine peab plahvatama, et teha kasulikku lõhketööd.

Enamik mäekaevandustes tarvitata vaid lõhkeaineid nõuab plahvatuse valjakutumiseks lõhkekapsli lõhkemise mõju, pealegi kaunis palju paukuvat elavhõbedat sisaldaja kapsli mõju, harilikult kapsel Nr. 8, milles 2 grammi lõhkeainet. Mida vähem kapsli number, seda vähem temas lõhkeollust. Kapsel ühendatakse süütenööri või elektrisütikuga nõnda, et tuli, mis süütenööri pidi tuleb või sütikus tekib, võiks takistamata pääseda lõhkeolluse juurde.

Samuti peab lõhkekapslil kogu lõhkelaenguga olema tihe ühendus. Harilikult pistetakse nõõri või sütiku otsa kinnitatud lõhkekapsel lõhkeaine sisse, milleks üks padruni ots lahti võetakse ja lõhkeainesse kapsli jämeduse pulgaga auk vajutatakse. Padruni otsa katnud paberist kesta ääred köidetaksé siis süütenööri või süütejuhede ümber kõvasti kinni ja, kui tarvis, kaetakse mõne niiskust isoleeriva materjaliga. Sarnast lõhkekapsliga varustatud padrunit nimetatakse süütepadruniks.

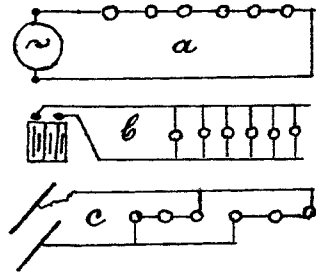
Iga üksik puurauk varustatakse lõhkelaenguga, mille suurus määratakse lõhutava manneraine omaduste kohaselt, poole lõhkepadruni täpsusega. Hästi puhastatud puuraugu põhja asetatakse padrun padruni peale, nõrga rõhumisega, ja kõige peale süütepadrun, mille süütenöör või juhed ulatuvad puuraugust välja. Kui puurauk vett täis, siis ei vaja ta erilist toppi; muil juhtudel on soovitav auk laengu peal täita millegi ainega, näiteks kivipuruga, mis paberist kestadesse (padrunite näol) pakitud, saviga j. m. s. Topi ja puuraugu seina vahelt ulatab siis välja süütenöör või -juhe.

On puurauk (või terve rühm puurauke ühes ja samas esis) nõnda laetud, eemalduvad kõik töölisel tema ümbrusest hädaohutusse kaugusesse ja kohale jääb ainult minöör, kes siis laenguid süütab. Hariliku süütenööri puhul, kui nõõride pikkus ühesuurune, süüdatakse laengud selles järjekorras nagu nad lõhkema peavad. Süütajaks on harilik lahtise tulega lamp või eriline süütaja, mis sel puhul, kui lõhketöid tehakse õhus, mis võib sisaldada plahvatavaid gaasisegusid, süütab süütenööri välisõhust eraldatud karbis.

Elektriga süütamine toimatakse kas eri vooluallika abil (magneetelekt-riline masin, elementide patarei) või valgustuse või mootorite tarvis antava vooluga. Üksikutest puuraukudest väljaulatuvad juhed lülitakse kas järjes-tikku (a, joon. 49) või paralleelselt (b, joon. 49) ehk gruppidega (c, sama joonis) üldjuhede külge, mis ulatuvad lõhkumise mõjust vabasse paika. Kui kõik juhed korras, esi ja kogu hädaohtlik ümbrus inimestest vaba, ühen-datakse juhed vooluallikaga, millega süüdatakse sütikud. Kui kõigis süiti-kutes põleva segu pulga pikkus on ühesugune, lõhkevad kõik laengud kor-

raga; kui aga need pikkused pole ühesuurused või kui on sütiku ja lõhkekapli vahele lülitatud erineva pikkusega süütenööri tükke, siis lõhkevad laengud järjestikku.

Lõhkelaengu plahvatuse juures sünnivad gaasid, mis hingamiseks kõlbamatud. Mõned neist, näiteks söehappegaas, ainult rõhuvad oma olemasoluga alla õhu hapniku sisalduse, kuid pole ise kihvtised, kuna teised, näiteks vingugaas (sööksüüd), väävelvesinik, lämmastikoksüüdid, kloorvesinik, kloor -- on ka vähesel määral sissehingatult tervisele kahjulikud ja teatava protsendimäära ja mõjumise aja juures otse elukardetavad. Sellepärast on keelatud tarvitada maa-alustes kaevandustes sarnaseid lõhkeaineid, mis sünnitavad kihvtiseid gaase. Igatahes tuleb ära oodata, kuni gaasid esist lahkuvad, enne kui lubada töölistel ilmuda esisse.



Joon. 49.

Esisse ilmumisega ei pea ruttama ka siis, kui on kahtlus, et mitte kõik valmistatud laengud ei plahvatanud (kui kõik laengud pidid lõhkema korraga, või kui plahvatuste arv oli kontroll-kuulamise juures vähem kui oli laetud puurauke). Võib olla, et mõne takistuse tõttu tuli jõudis aeglasemalt süütenööri pidi edasi, mille tõttu plahvatus hilineb. Vähemalt 15 minutit tuleb sarnasel kahtluse juhul hoiduda esisse minemast, ja siis ka väga ettevaatlikult lõhutud materjali koristada, pidades meeles, et tööriista lõõgist või kivi kukkumisest võib lõhkemata padrun, eriti kui see on süütepadrund, lõhkeda ja lähedalolijatele vigastusi või surma tuua.

On puurlaeng jäänud plahvatamata ja esi sein puuraugu ümber terveks, ei pea mitte lõhkeaineid august välja urgitsema, vaid ammonsalpeetrilise lõhkeaine puhul võib, kui puuraugu asend seda lubab, augu mõneks ajaks vett täis panna. Igal juhul võib sarnast tõrges-puurlaengut eemaldada sellega, et läheduses, umbes 25 cm. kaugusel, puuritakse uus puurauk, mille laeng siis ka tõrgese välja viskab, mõnikord pannes ka teda plahvatama.

Lõhketööde tegija peab täpselt täitma kõiki nõudeid, mis toodud vastavas sundmääruses (R. T. 1927. a. Nr. 46), ja omama suurt vilumust omal alal ja kainet pead. Kaevanduste statistiliste andmete järele annab lõhketöö suure protsendi raskemaid õnnetuid juhtumisi. Kõige rohkem on olnud juhtumisi, kus lõhkemise juures laialipaisatavate kildudega on vigastusi juhtunud, sest inimesed ei olnud mitte eemaldatud ohutusse kaugusesse.

Masinatega tehtavad kaevetööd.

Masinate abil kiirendatakse kaevetöid: võimaldatakse saavutada hulga rohkem kaevetist ajaüksuses kui käsitsi töö puhul. Sellega vähendatakse ettevõttesse mahutatud kapitali protsendimäära ja üldisi kulusid, mis langevad iga kaevetise üksuse peale, lühendatakse toetiku iga ja vähendatakse kaevandusõnnsuste sissevarisemise hädaohtu, tarvitatakse vähem inimjõudu, mis harilikult kallim masinajõust. Mõnesuguste masinate tarvitamine kaevetöödel vähendab või kõrvaldab hoopis kalli lõhketöö tegemise ja võimaldab saavutada kaevetist enam sobivamas tükisuuruses.

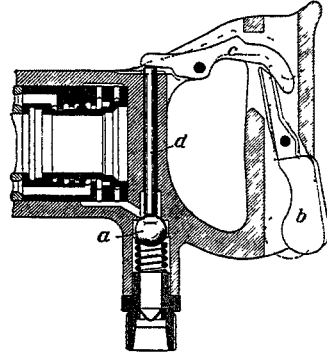
SURVÕHU LÕÖKPEITEL.

Konstruksiooni poolest sarnaneb puurhaamritele, erinedes peamiselt seepoolest, et neil on pikem lõök (kolvi käik) ja et peitlit ei ole tarvis iga lõõgi jaoks oma telje ümber keerata.

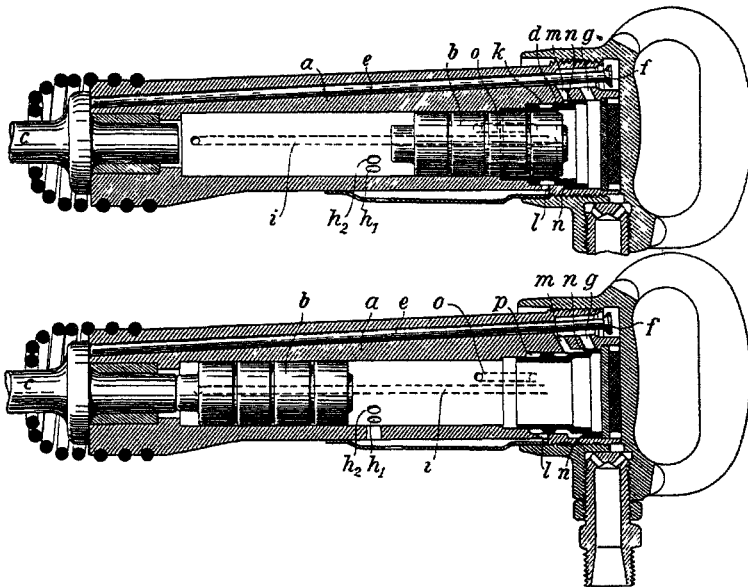
Sarnane riist on varustatud käepidemega, mida pidi tööline riista hoiab ja millesse mõnel süsteemil paigutatakse survõhu sisselaske seade. Näiteks joonisel 50 avaneb õhu sisselaske kuulventiil *a*, kui töölise käsi vajutab lingi *b* peale, mille liikumine lingi *c* kaudu surub alla tihvti *d* ja kuulventiili *a*.

On süsteeme, kus survõhu sisselask sünnib automaatselt tööalgusel, kui peitel vajutatakse mannerainet vastu (joon. 51). Peitli *c* tsilindripoolses otsas olev rõngas vajutab tsilindri *a* seina paigutatud varda *e* peale, mille tõttu avaneb ventiil *f* ja survõhk pääseb jaotusseadesse.

Lõõkidega töötavais survõhu-riistades võib õhujaotus tsilindris sündida liikuva kolvi enese kaudu, nagu näiteks joonisel 52, kus survõhk satub tsilindrisse augu *a* ja kanaali *b* kaudu, surudes kolvi tagasi; selle juures väljub töötanud survõhk tsilindri tagumisest osast aukude *c* läbi. Jõuab kolb nii kaugele, et kattuvad augud *c*, satub survõhk kanaali *d* kaudu kolvi taha ja sunnib teda ettepoole liikuma, sest kolvi tagumise otsa pind on palju suurem ringi pinnast, millele rõhub survõhk kolvi esipoolel. Survõhku juhtijad kanaalid võivad olla ka kolvi enese kehas, aga mitte tsilindri seinas, nagu meie joonisel.



Joon. 50.



Joon. 51.

Sarnasel õhujaotuse seadel on see puudus, et kolvi käik on väga väike ja survõhu vastusurve kolvi liikumisel peitli suunas vähendab kolvi löögi võimet.

Sellepärast eelistatakse masinaid, milledes survõhu juhtimine sünnib eraldi klappide või siibrite kaudu.

Näitena olgu jaotisseade joon. 51.

Siin on kolvi ja tsilindri vahele paigutatud astmeline torukujuline siiber *d*, ringruumiga *k*.

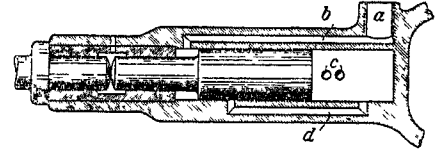
Niipea kui ventiil *f* avaneb, tungib survõhk läbi tsilindri seinas oleva augu *g* tagumisse tsilindri osasse ja sünnib kolvi liikuma ettepoole; selle juures siibertoru *d* on surutud oma äärmisesse pahempoolsesse seisandisse. Kolvi edasilikumisel väljub äratarvitatud survõhk pahemalt poolt kolvi alguses läbi aukude h_1 h_2 otsekohe välja, parast aga läheb ta kanaali *i* kaudu ringruumi *k* ja sealt tsilindri seinas oleva augu *l* läbi välja.

Kui kolb omal liikumisel ettepoole on avanud juba augud h_1 h_2 kolvi tagumise pinna taga, siis langeb seal surve tunduvalt, nii et survõhk tungides tsilindri seinas oleva augu *m* läbi ja rõhudes siibertoru välispinnal oleva astme *n* peale jõuab nihutada mainitud siibrit tahapoole, asendisse, milles teda kujutab meie joonise alumine osa. Selles siibertoru seisandis satub survõhk augu *m*, siibri ringruumi *k* ja tsilindri seinas asuva kanaali *i* kaudu kolvi ette, sundides seda liikuma tagasi paremale poole; kui selliselt liikudes kolb on kinni katnud augu *o* tsilindri seinas, mille kaudu survõhk välja pääseb siibertoru tagust ringruumi *p* mööda ja augu *l* läbi, surutakse õhk tsilindri tagumises osas kokku ja see surve, mõjudes siibertoru parempoolse otsa laiale pinnale, sünnib siibertoru nihkuma tagasi oma endisesse pahempoolsesse seisandisse, mis põhjendab kolvi liikumise kordumist kirjeldatud viisil.

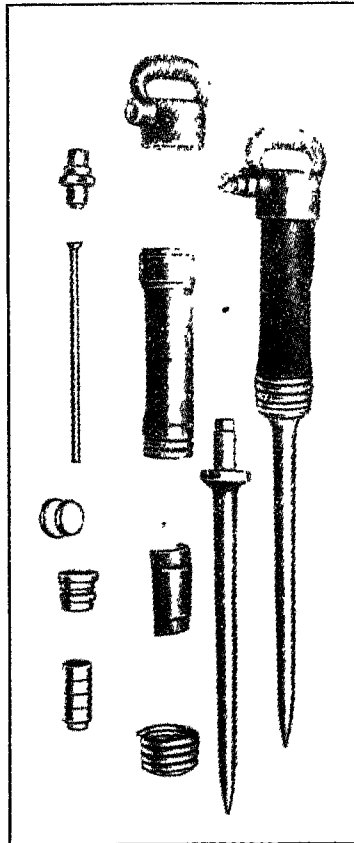
Peitel ise (joon. 53) kujutab koonuse või piramiidi näol teritatud varda, mille terav ots lõhub mannerainet, kuna teise otsa peale, mis asetatud tsilindrisse, annab hoope töökolb.

Peitlit kinnitab tsilindri külge vedru.

Et väljuv (tarvitatud) survõhk ei sünnitaks müra ja ei segaks töötajaid, pannakse aukudele, kust survõhk väljub, auguga kaan peale, mis sumbutab müra ja annab väljuvale õhule soovitava suuna.



Joon. 52.



Joon. 53.

Et hõlbus oleks vahetada katkilainud ehk ärakulunud osi, tehakse löökpeitlid kergesti lahtivõetavaina. Joonisel 53 on näitena kujutatud üksikud osad eraldatuina.

Kolvi löökide arv kõigub 750—1200 vahel. Kogu riista kaal 5 kuni 14 klg. Õhku läheb 28 kuni 40 m³ tunnis.

Põlevkivikaevandustes võib löökpeitleid kasulikult tarvitada kitsastes käikudes seinte tasandamiseks, toepuude pesade tegemiseks ja ka kõva lae raiumiseks ning lõhketööde juures saadud suurte tükkide purustamiseks.

Šahtide süvendamisel ja betooni lõhkumisel tarvitatakse ka raskeid löökpeitleid, millede kaal kuni 33 klg.

Löökpeitel maksab umbes 100 krooni ja teda võib amortiseerida umbes 1½—2 aasta jooksul.

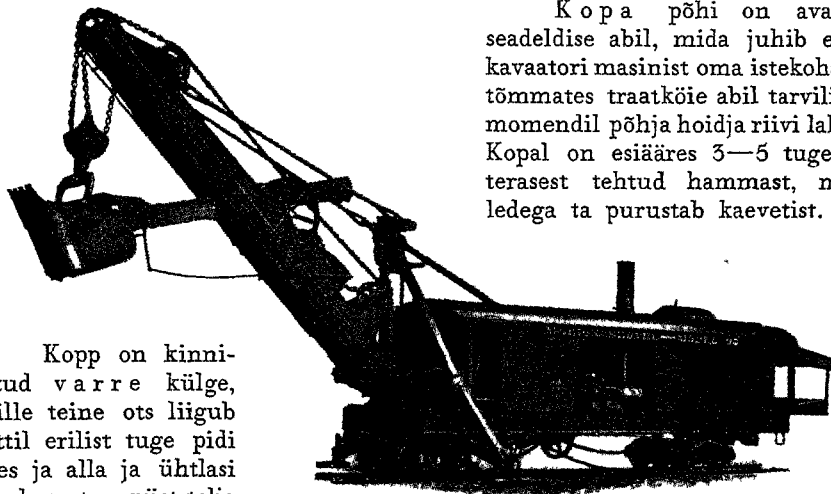
Kui löökpeitli terav ots kujundada labidana, võib sarnase riistaga töötada savi kaevates või üldse pehmemaid manneraineid tükeldades.

BAGERMASINAD.

Neid tarvitatakse maapealsetel kaevetöödel, kus tegemist võrdlemisi pehmete mannerainete suure hulga kõrvaldamise või koristamisega. Ühel liigil nendest on üksainus suur astja („kopp“), millega kaevetist ümber paigutatakse; neid nimetatakse (auru-, mootor-) labidateks või ekskavaatoreiks; teisel liigil on hulk väikseid koppe, ämbreid, asetatud liikuvale ketile (ämberbagerid).

Exskavaatorid.

Hariliku ekskavaatori kaeveriistaks on terasest kopp (tõrs), mille maht 1—4 kantmeetrit.



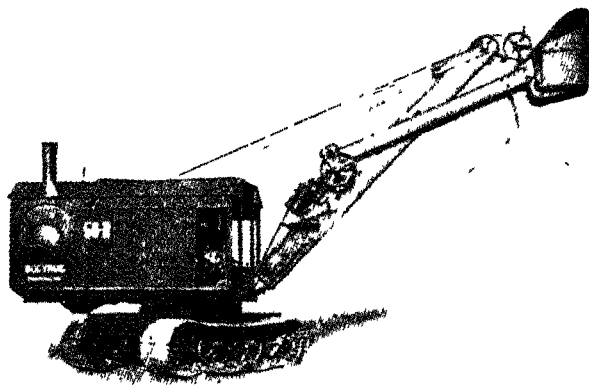
Kopp on kinnitatud varre külge, mille teine ots liigub rattil erilist tuge pidi üles ja alla ja ühtlasi on keeratav püst-telje ümber hammaslati ja hammasrataste abil.

Varre tugi on töötamise ajal liikumata, kuid ka teda võib asetada kõrgemale või madalamale. Varre tugi on kinnitatud oma alumise otsaga ekskavaatori alusraami külge, kuna teist otsa hoiavad köied.

Joon. 54.

Joonis 54 kujutab rööbastel liikuvat ekskavaatorit ja tema alusraami. Tarvitusel on nad peamiselt Ameerikas, kus nad ehitatakse suuretüübilistena. Nende alusvanker on pikk, 2 kuni 3 teljega ja vankri ühes otsas on pöorraam, mille külge kinnitatakse kopa varre tugi, mille ülemist otsa hoiab köis või latt. Sarnast raami ei saa pöörata püsttelje ümber. Jõumasinad asuvad otse raamil.

Teine raami tüüp on pööratav (joon. 55). Pealmine raami osa võib alumisel kinnitatud püsttelje ümber saada pööratud 360°. Pöörlevale osale



Joon. 55.

on paigutatud kõik ekskavaatori jõumasinad, kopa varre tugi ja masinisti asukoht. Ekskavaatori raami alumine osa asub ka selle raami juures kas rööpade või liikuvail rattastel või tõuklindil (nagu sõjaväe tankidel). Eriti viimasel ajal eelistatakse tõugu tarvitamist, mis võimaldab ekskavaatori liikumist igas sihis.

Iga ekskavaator võimaldab neljasugust liikumist: 1) kopa varre

edasi ja tagasi liikumine, 2) kopa üles ja alla tõstmine, 3) kopa varre toe pööramine vertikaalse telje ümber, 4) kogu ekskavaatori edasilikumine. Nende liikumiste võimaldamiseks võib olla ekskavaatoril kas üksainus üldine masin, mis eriühenduste abil loetletud liikumisi toimetab, või iga liikumise ehk mõne liikumise jaoks oma mootor ehk masin. Viimane viis on eelistatav eriti elektrijõu tarvitamise puhul. Kui aga ekskavaator töötab auruga, siis on harilikult 2 aurumasinat olemas, milledest üks liigutab kopa vart edasi ja tagasi, kuna teine kõik teised liikumised toimetab.

Iseloomustav ekskavaatorile on kopa tõste kõrgus, arvatud roobaste või tõugu aluspinnast; see kõrgus on keskmiselt 4—7 meetrit. Samuti on tähtis kopa liikumise piir horisontaalsihis (keskmiselt 6—10 meetrit).

Eestis töötab suurimana ekskavaatorina Menck & Hambrock'i ekskavaator kopa mahutavusega 3,75 kantmeetrit (A/S. „Kütte-Jõud“ kaevanduses).

Manneraine või kaevetis puistatakse kopast mingile transportabinõule, kas vagunitesse, mis siis harilikul teel ära veetakse, või transportööridele, mis ekskavaatorite juures omavad sagedasti imposantse ilme.

Kerge maa juures on ekskavaatori keskmine tunni produktiivsus 19 — 90 kantmeetrit ja halva maa juures umbes 10—50 kantmeetrit.

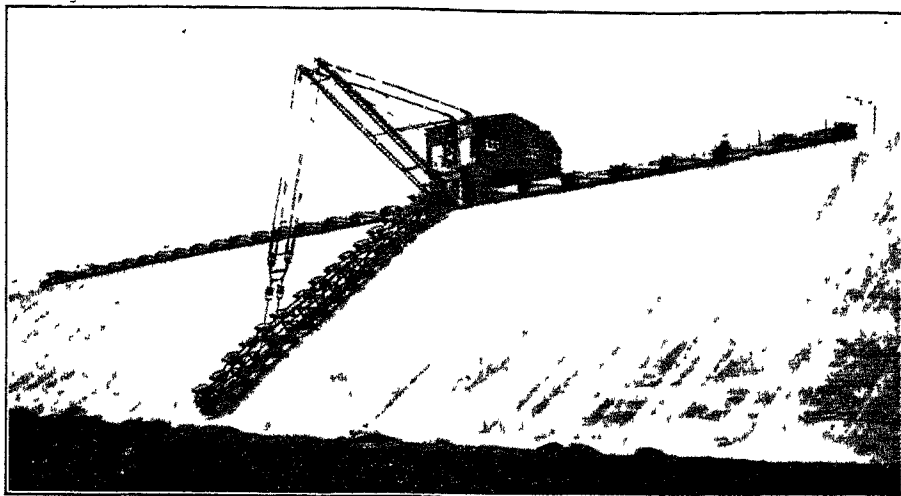
Ämberbagerid.

Ämberbageris liigub otsata kett, mille külge on kinnitatud teataval kaugusel kopad või ämbrid, mis kaabivad mannerainet ja tõstavad kaabitud aine tarvilisse kohta. Kett käib redelitaolist raami pidi; seda raami võib seada tarvilise kallaku all, et kopad alati riivaksid kaevetavat mannerainet.

Ketti ühes koppadega veab raami ühte otsa paigutatud trummel, mida ajab ümber mingi jõumasin, mis paigutatud roobastel liikuvale alusele (joon. 56).

Ämberbagerit võib tarvitada ainult ühtlases ja pehmes maas.

Tööde juures maapealsetes kaevandustes, eriti seal, kus kaevetist tuleb tuua välja soost või vee alt, tarvitatakse kabel-bagerit, kus kaevaja kopp tõmmatakse terasköie abil kohta, kus kaevetis välja puistatakse.



Joon. 56.

SOONIMISMASINAD.

Löök-soonimismasinad.

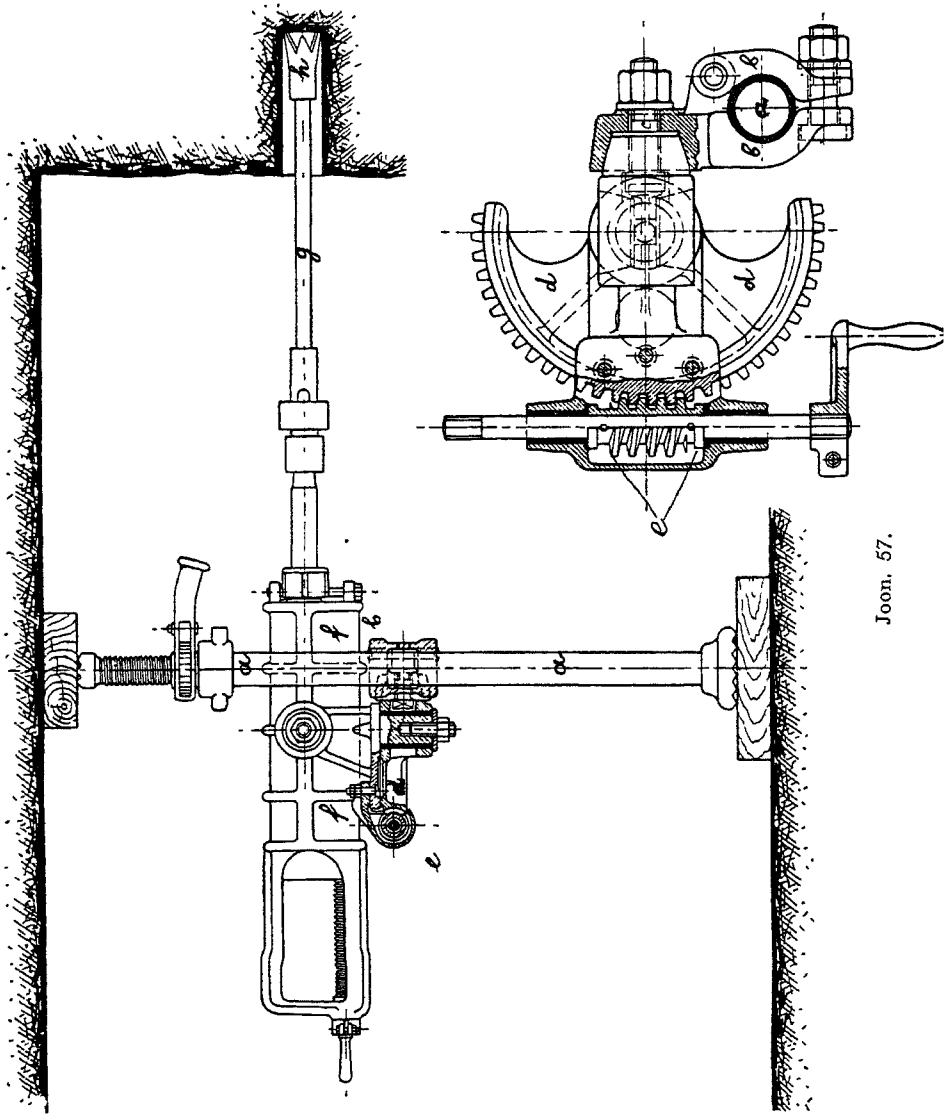
Nad on harilikult varustatud sambaga, mis toetub õõnsuse põhja ja lakke (või seintesse) ja töötavad peamiselt survõhuga. Oieti on see sambaga löökpuurmasin, kuid kinnitatud samba külge hammasektori kaudu, mille abil masina tera pööratakse samba ümber ühes pinnas, mille tõttu see tera lõhubki mannerainesse sektorikujulise soone.

Firma „Demagi“ soonimismasin on tarvitusel Eestis Ülgaste vosvo-riidikaevanduses (joon. 57).

Samba a külge kinnitatakse poldi abil liigendrõngas b, varustatud silmaga c, millesse kinnitatakse tiguhammastega varustatud sektori d tapp. Sektorit võib pöörda tapile perpendikulaarse telje ümber tigu e abil. Sektori külge monteeritakse liikumatult löökpuurmasina liugekarp f, milles liigub puurmasina silinder, mille kolvi otsa kinnitatakse pikem või lühem varb g soonimiskrooniga h. Sektor d võib silmas c saada kinnitatud igas asendis, nii et soont, mille pind paralleelne sektori pinnale, võib teha nii horisontaalset kui ka vertikaalset või mõnes vahepealses suunas. On puurmasinaid, millel 2 sektori, nii et võib üle minna horisontaalselt soonelt vertikaalsele või ümberpöörduvalt, puurmasinat vabastamata.

Soonimise terad või „kroonid“, mis kinnitatakse puurmasina kolvi-warda külge, eripatrundi või kiilu ja rõnga abil, on mitmekesised (joon. 58). Nende valik sünnib kaevetise vastupanu järele: on ta sitke või murenev jne.

Kui soonimise krooni asemele panna varda otsa kiil ehk peitel, siis võib soonimismasin töötada ka kui survõhu löökpeitel, millega soonepealne kaevetise kiht maha lüüakse.



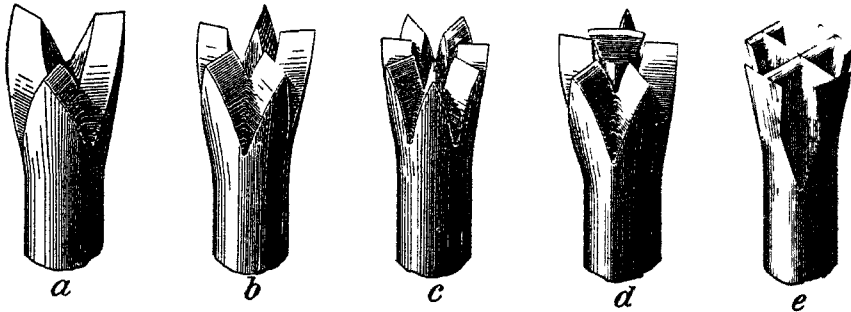
Joon. 57.

Sammassoonimise masinaga võib ühelt kohalt soone teha, mille sügavus on 2—3 meetrit ja laius 4—5 m.

Osav tööline võib ühe tunni jooksul soonida 2—3 m², 8-tunnilise tööpäeva kestvusel aga 12—15 ja ka kuni 20 ruutmeetrit.

Iseäranis kasulikud on sammassoonimise masinad kitsastes käikudes, kus 2—2¹/₂ tunni jooksul võib 1,5—2 m sügavuse soone teha streki kogu laiusel, nii et ühes vahetuses võiks strekki edasi nihutada vähemalt 1¹/₂ m.

ehk kolme vahetusega 4—5 meetrit. Selle juures saavutatakse umbes 70—80% suuremat produktiivsust ja ka suuremat lõhkeainete kokkuhoidu.



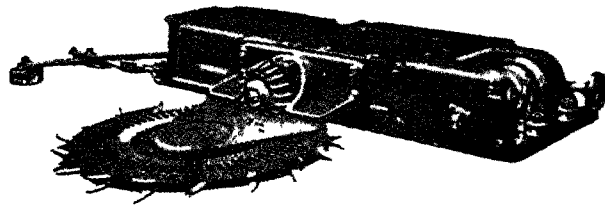
Joon. 58.

Survõhu tarvidus on 115—165 m³ tunnis; amortisatsiooni eaks võib arvata 3 aastat.

Kaapijad soonimismasinad.

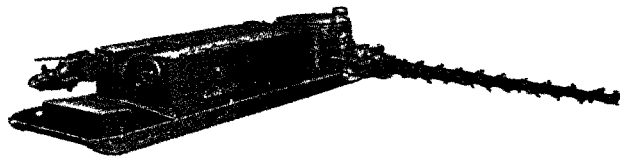
Vastandina lõhk-soonimismasinatetele võib teisi tüüpe soonimismasinaid nimetada kaapijateks masinateks.

Eriti Inglismaal, kus püsivad kivisöekihid, tarvitatakse ratas-(ketas-)soonimismasinaid (joon. 59), mille tiirleva ketta aare külge kinnitatakse soonijad teravad hambad. Sarnast masinat on raske tarvitada seal, kus manneraine pudeneb ja ratta kinni matab.



Joon. 59.

Saksamaal on laialt tarvitusel ritvsoonimismasinad (kujutised 60 ja 61). Elektromootor (joon. 61) või mõni survõhuga töötav mootor *a*, ülekande osa *c* kaudu, paneb oma telje ümber keerlema soonimisridva *b*, mille kehasse on asetatud kruvijoont moodustajad lõikajad terad. *d* on vints, mille abil masin, mis lebab saanitaolisel alusel, tõmmatakse edasi konksu *k* suunas.



Joon. 60.

Ritv ühes teradega on keskmiselt 160 m/m paks, nii et soon ka sama lai saab. Terad on mitmekujulised; nad kinnitatakse ritva puuritud

aukudesse ja vajavad sagedat vahetust, eriti kõvas manneraines. Masin võib teha 1,5—1,8 m. sügava soone; ta kaalub 1000—2000 kg.

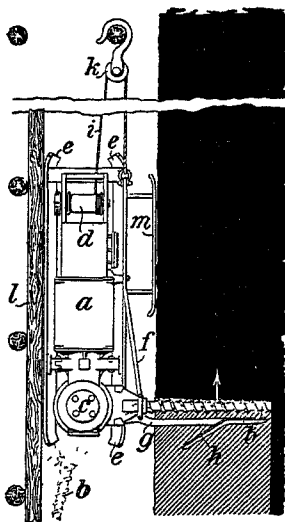
Masin on eriti kõlvulik vahelduvas (kõvem, pehmem) ja varisevas manneraines.

Kett-soonimismasinal (joon. 62) on ridva asemel kett, mis erilise raami ümber liigub ja oma liigetesse asetatud teradega soone mannerainesse kaabib.

Terad on asetatud nii, et nad keti liikudes kaabivad jooni, mis üksteisest nihutatud natuke eemale; tervel soone laiusel, mis harilikult 120 m/m suur, sünnib nõnda 5—9 soonekest.

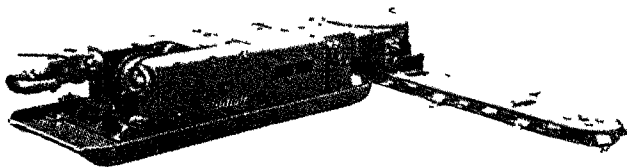
Ketiraam on samuti pööratav vertikaalse telje ümber nagu ritvgi; edasinihutamine sünnib samuti vintsi abil ja mootorid on ka samalaadilised nagu ritv-soonimismasinal.

Kaapijad soonimismasinal tarvitavad 30—50 hobusejõudu; amortiseerida tuleb neid 3 aastaga. Ühes tunnis võivad nad soonida 15—60 m³; ühes töövahetuses 200—300 m² pikkade eside ja heade töötingimuste juures. Tarvitada võib neid kihtides, kus kallak ei ületa 15°.



Joon. 61.

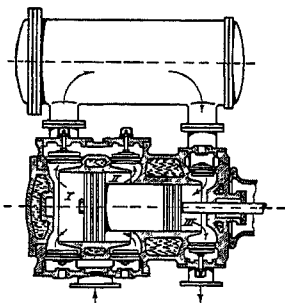
Soonimismasinate töö nõuab vilunud töölisi, kelle väljaõpetamiseks kulub umbes 2 kuud aega. Ka nõuavad soonimistööd kindla tööde süsteemi läbiviimist kaevanduses 3 vahetusega.



Joon. 62.

SURVÕHU MAJANDUS.

Palju kaevanduse mehhanisme pannakse käima survõhu varal. Tema tarvitamine soodustab kaevanduse õhu puhtakshoidu; temaga töötamine ei suurenda metaani- või tolmusegu plahvatuse ohtu; võrreldes elektrimootoriga on survõhu mootorid võimsat lööki vajavatele riistadele kohasemad.



Joon. 63.

Kompressorid.

Õhk surutakse kokku kompressorites, milliseid hulk tüüpe.

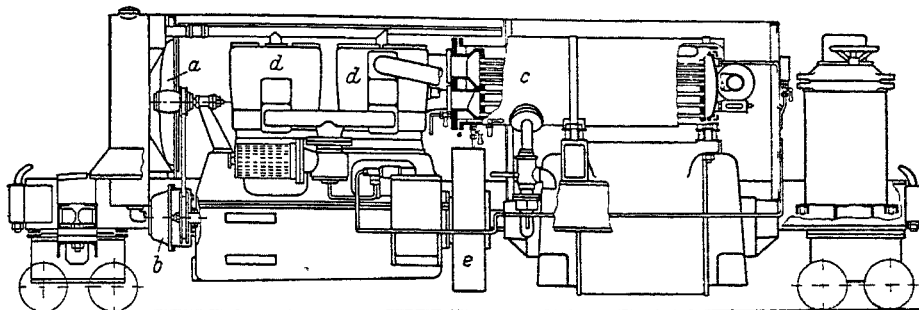
1. Ühe tsilindriga astmeline kompressor (joon. 63).

Nagu sellest kujutisest näha, temas töötab madalrõhutsilinder kahekordselt (I ja II), imedes õhku sisse, nagu nooled näitavad, ja surudes teda

kokku I ja II tsilindri osades, kust ta pääseb jahutajasse ja sealt III tsilindri osasse, kus ta lõpliku rõhu omab.

2. 4-tsilindiline kiirkäiguga kompressor (joon. 64).

Tema töötab harilikult vaheldava lühiühendus- (sädemeteta) mootoriga. 3 tsilindrit töötavad üheastmeliselt ja saadavad kogu õhu neljandasse tsilindrisse, milles ta surutakse soovitava ülirõhuni (8 atmosfääri).



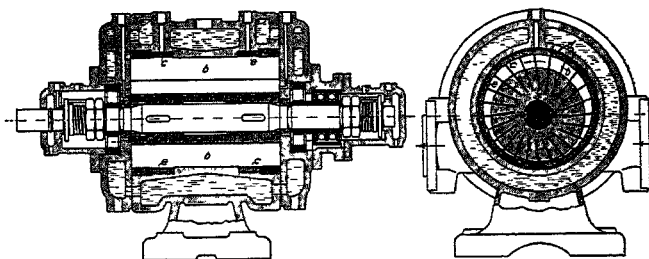
Joon. 64.

Kompressor annab $5,3 \text{ m}^3$ survõhku minutis, tarvitab käitamiseks 40 KW elektrijõudu ja on paigutatud roobasteel liikuvale alusele.

3. Tiirleva kolviga kompressorid.

Tsilindrisse ekstsentriliselt asetatud tiirleva kolvi kereesse on lõigatud sooned (joon. 65), milledes võivad liikuda, lähenedes kolvi teljele või temast kaugenedes, teras- või alumiiniumlehed (siibrid). Kolvi tiirlemise ajal litsub neid tsentrifugaaljõud väliskandiga tsilindri seina vastu.

Õhk tungib tsilindrisse sealt poolt, kus vahe tsilindri seina ja kolvi vahel kõige suurem; kahe järjestikku paigutatud liikuva lehe vahele satub teatud hulk õhku, mis aga selle vahe pöördumisel kitsamasse kohta peab



Joon. 65.

leppima vähema ruumiga; nii surutakse õhk kokku kuni 3 atmosfäärini, millise rõhuga ta väljub kõige kitsamast tsilindri ja kolvi vahekohtast. 6—7 atmosfäärilise surve saavutamiseks on tarvis 2 sarnast tiirlevat kolvi.

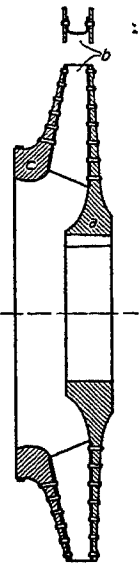
Et tsilindri seinad ja eespoolmainitud siibrid vähem kuluks, paigutatakse nende vahele vabalt tsilindrikujuline kest. Selle kesta vabakshoidmiseks ühekülgsel surve alt on temal ka omad liikuvad siibrid (*d*), millede vahel on augud *c*, nii et pressõhu surved rõnga sees- ja väljaspool vastavates osades ühesugused on. Sarnaseid kompressoreid pannakse käima

elektriga; tiirude arv kõigub 1450 ja 485 vahel ja nad võivad anda survõhku kuni 2500 m³ tunnis.

4. Turbokompressorid.

Turbokompressorid töötavad nagu tsentrifugaalpumbad.

Telje peale (joon. 66) on kinnitatud ratas (a); ratta külge on needitud labidad, mida katab šeib c, mis ka labidate külge needitud. Labidate kuju (joon. 67) ja tiirlemise juures sündiva tsentrifugaaljõu mõjul surutakse ratta kesksel paigas sissevoolav õhk ratta välisäärele kokku; ratast ümbritsevat ja ka koolutatud labidatega varustatud rõngast („diffusor“) kaudu pääseb õhk kas juhetorusse või veel suurema surve saamiseks järgmisesse rattasse. Neid rattaid asetatakse mitu (kuni 12) ühele võllile, mida harilikult lihkuma paneb kas elektromootor või auruturbiin. Kogu turbokompressori keha ümbritseb mantel, milles tsirkuleerib jahutusvesi; tarbekorral käib õhk rataste vahel veel eriliistest jahutajatest läbi.



Joon. 66.

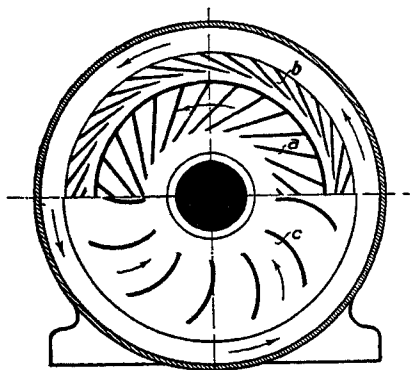
Turbokompressoritel on küll pisut vähem kasutuskraad kui kolvikompressoritel, aga nad on vähemat kulu ja ruumi nõudjad, mis pärast suured survõhu tarvitajad (kuni 100000

m³ minutis) neid eelistavad.

Kompressorisse imetav õhk filtreeritakse riide läbi eri filtris, et tolm ei ummistaks nii kompressori kui ka torusid ja töömasinaid.

Igal kompressoril peab olema ka tarviliku mahuga survõhu koguja, mis aitaks reguleerida survet mitteühtlase õhu tarvituse korral.

Kompressorid võivad olla asetatud liikumatult ühte kohta maa peale või kaevandusesse, maa alla (statsionäärsed), või nad asetatakse ratastele, et neid võiks vedada töökoha lähedale (liikuvad). Viimaseid käivitavad sagedasti bensiinimootorid.



Joon. 67.

Survõhu torustik.

Survõhu torustik on statsionäär-kompressorite juures sagedasti mitukümmend kilomeetrit pikk. Kuid mida pikem torustik, seda suuremad kadud. Viimased on kahesugused:

a) tingitud mitte küllalt tihedaist torude ja armatuuri ühendustest; nad teevad välja harilikult 0,35—0,50 atm. surve langemist 1 kilomeetri torustiku peale;

b) tingitud muist takistustest survõhu liikumisel torustikku mööda; nende harilik suurus 0,05—0,10 atm. 1 kilomeetri peale.

Arvestades sarnaste kadudega valitakse harilikult rõhk-kompressoris 6—7 atm., aga töömasinates umbes 4 atm.

Kui õhutorustik on ühendatud flantside varal, püütakse neid tihendada kummist tihendustega, mis asetatud soonitud flantsipinnale. Uuemal ajal püütakse aga võimalikult õhutorustikku ühendada schveissimise teel.

Et torustikus rikkeid ära hoida, tuleb teda paigutada ohutusse kohta ja varustada vastavate kompensatoritega paisumise ja koondumise vastu soojusmuudete mõjul.

Samuti peab torustikku vajalistes kohtades paigutama vee-eraldajad, sest veesisaldus survõhus on kardetav mitte ainult torustikule, mille läbi laske avaust ta vähendab, vaid ka töömasinatele, kus ta laieneva survõhu mõjul jääks külmata ja masina seisma panna võib.

Harilikuks õhukiiruseks torustikus valitakse praegu 4—6 meetrit sekundis, mille juures torud pole liiga laiad ega ka hõõrkaod liiga suured. Jämedamad torud tehakse harilikult malmist, peenemad rauast.

Kompressorite kasuliku töö koeffitsient on 0,65—0,72 (vähem koeffitsient turbogeneraatoritel, suurem — kolviga töötavatel kompressoritel).

KAEVANDUSE TOESTIK.

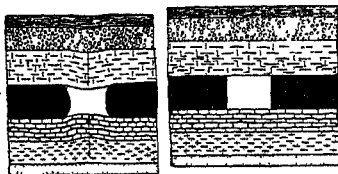
TOESTIKU ÜLESANDED.

Kaevanduse kái ke ja õõnsusi on tarvis alal hoida nii kaua, kui kaua nad tarvilikud on ühenduse pidamiseks koristusväljadega. Soodsa kuju ja suuruse ja kindla manneraine juures püsib káik sagedasti toestamata, kuid enamalt jaolt on võimalik kaiku alal hoida ainult teda toestades.

Peale selle on toestiku tahtsamaks ülesandeks kaitsta töölisi káigu laest ja külgedelt varisevate kivitükkide vastu. Kergesti purunevates mannerainetes on õõnetused töolistega kivitükkide kukkumise tagajärjel võrdlemisi sagedad. Saksamaa kohta náitavad statistilised andmed, et allmaa töolistega ettetulnud õõnetute juhtumiste üldarvust on umbes 40% juures põhjuseks kivi- ja kivisõetükkide kukkumine; sama aja jooksul ettetulnud õõnetustest, mis surmaga lõppesid, oli samuti umbes 40% juures põhjuseks kivi- ja kivisõetükkide kukkumine.

MANNERAINETE RÕHUMINE.

Õõnsuse tegemisega rikutakse manneraine tasakaal. Lasuva manneraine raskuse mõjul kerkivad esile jõud, mis tahavad õõnsusse suruda ta lage, külgi ja põhja (joon. 68). Kui mannerained on küllalt tugevad ja painduvad, siis kohalduvad nad uuele tasakaalule murdumata. Vastasel korral ága algab manneraine purunemine ja õõnsuse alalhoidmiseks on tarvis teda toestada.



Joon. 68.

Toestust vajavas õõnsuses tekib manneraine rõhumine, mille suurust võib ainult umbkaudselt kindlaks määrata. Igatahes on see rõhumine väiksem kui õõnsuse kohal asuva manneraine maapinnani ulatava samba raskus.

Õõnsuse lae rõhumine on suurim vettsisaldavate savide ja liiva juures, mis suurema veesisaldavuse juures muutuvad liikuvaks.

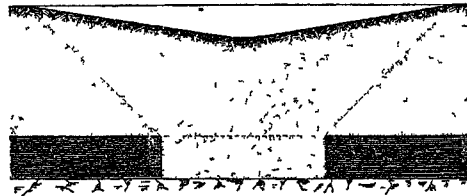
Õõnsuse küljerõhumine. Igal mannerainel on oma loomuliku kallaku nurk, mida ületades aine ebastabiilsesse olekusse satub. Vabas olekus moodustab náiteks liiv kallakpinna, ja liivaterad, mis asetatakse sellest pinnast kõrgemale, nihkuvad allapoole, nii et liiva allavarisemise árahoidmiseks peab püstitama seina, mille tugevus peab vastu seisma tekkinud küljerõhumisele.

Kõvades mannerainetes seisavad püstloodis seinad ilma toestamata, kuid pehmemates tekib manneraine purunemine ja allavarisemine, kuni on katte saadud aine loomuliku kallaku nurk.

Ujuvas aines (naiteks vesiliivas) on rõhumine ühesugune pea igas suunas ja ripub ara veesamba kõrgusest.

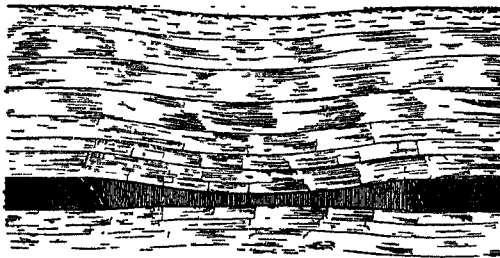
Õõnsuse põhjarõhumine. Kui õõnsuse põhi on tunduvalt pehmem kui lagi ja seinad, surutakse ülemiste kihtide raskuse mõjul võrdlemisi pehme põhi õõnsusse, sünnitades rõhumise alt üles.

Õõnsuse lae purunemise nahted. Liivast ehk teisest samuti pudedast aineist lae juures valgub toestiku puudusel liiv õõnsusse ja taidab ta taelikult (joon. 69), kusjuures liivakihi ülemine pind vajub suuremas laiuses kui õõnsus, ara rippudes liiva loomuliku kallaku nurgast (umbes 45°).

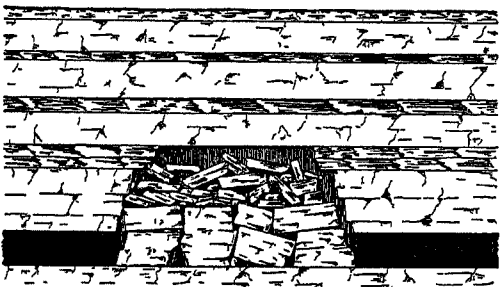


Joon. 69.

Savi-kildkivi juures vajuvad lae kihid, lõhenedes ja taites õõnsust, kuigi mitte taelikult (joon. 70), nii et ülemised kihid ainult painduvad, ilma lõhenemata. Savi-kildkivi lõhenemise ja paindumise ulatus ripub ara lae kihtide loomuliku kallaku nurgast ($65^\circ-75^\circ$).



Joon 70.



Joon. 71.

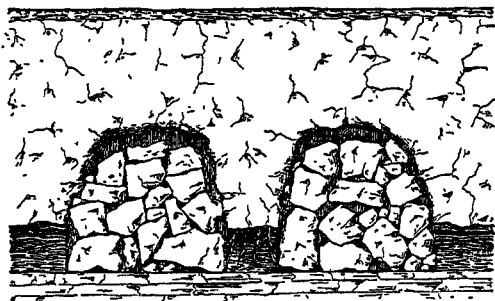
Liivakivi on üldiselt abras, kuid siiski ei puudu tal teatud paindumus, mis ara ripub liivavateri siduvast aineist. Liivakivist lae juures sünnib õõnsuse kohal võlvitaoline ruum, mis ülespoole järkjärgult kitsamaks muutub. Ruumi kaju ripub ara üksikute liivakivi kihtide omadustest (joon. 71), olles üldiselt astmeline

Paekivil on tihedus ja tugev sisemine siduvus. Ka ei puudu tal vaikselt maarat paindumus. Õõnsuse kohal sünnitab võlvi. Kõige korraparasem võlv sünnib kõvas massiivses manneraines, naiteks graniidis (joon. 72).

Mannerainete rõhumine koristustöödel. Lae rõhumine ripub peamiselt ara sellest, kas koristustöö läbi viiakse tühjakstehtud ruumi taitmisega või lae langetamisega. Ka ruumi taitmise puhul on eri-

nevad rõhumise tingimused kõvemate (liiva- ja paekivi) ja pehmemate mannerainete (savi-kildkivi) juures. Kõvema lae juures on paindumus vaga

väike, mispärast tühjakstehtud ruum tuleb hoolikalt ja tihedalt täita, kui ette on nähtud sel teel lage toetada. Kuni lagi ei ole kindlalt täitele



Joon. 72.

laskunud, koormab terve lae rõhumine koristustöö esit. Pehme (savikildkivist) lagi asetub korrapäraselt täitele ka esi läheduses, nii et siin ka puudulik täide ei kutsu välja esi rõhumise tunduvat suurenemist. Täite kaugusega esist võib viimases välja kutsuda suuremat või vähemat rõhumist, mida kasutatakse maapõuevara väljavõtmisel.

Mannerainete rõhumine käikudes. Eri-

list tähelepanu nõuavad koristuskäigud, sest nende kohal murdub lagi koristusruumi õõnsusesse sisse. Pehme (kildkivist) lae juures kutsub langi koristustöö lähemas naabruses välja võrdlemisi madalaid kohalikke rõhumisi, mis aga põhjuseks on suurte rõhumiste tekkimiseks käikudes. Üldiselt kutsub pehme lagi ja põhi esile rõhumisi õõnsustes, sest ülemiste kihtide raskuse mõjul surutakse nii lae kui ka põhja kihid õõnsusse. Kõva lae (liiva- ja paekivi) juures võivad käigud aastaid toestamata seista.

Mannerainete rõhumine erikujulistest õõnsustes. Õõnsuse põiklõike kujul on teatav tähtsus, sest õõnsuse seinad ja lagi seisavad seda paremini, mida rohkem põiklõike kuju sarnaneb ringile (ühetaolise manneraine juures). Õõnsuse nurgelise kuju puhul on soovitatav nurki mitte lõpuni teravalt välja võtta.

Mannerainete rõhumine ja toetuse viis. Kõik toestikud võib jagada kahte suurde liiki: kalgid ja järeleandlikud. Kui õõnsust ümbritsevas manneraines on ette näha liikumisi, siis võetakse tarvitusele järeleandlik toestik, mis need liikumised teatud piirini kaasa teeb, ilma et ise selle juures saaks vigastatud. Sest manneraine liikumise puhul tekivad nii suured rõhumised, et ka väga tugev, kuid kalk toestik ei suuda sellele pikemalt vastu panna.

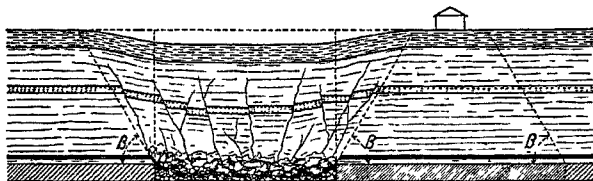
Järeleandlikku toestikku tarvitatakse peamiselt käikude juures, eriti siis, kui käigu ühelt või mõlemalt poolt on ekspuateeritavad kihid välja võetud ja asendatud täitega.

Kuid ka koristustööde juures on järeleandliku toestiku tähtsus tunnustatud. Kui koristustööde esi aeglaselt edasi nihkub ja lae vajumise esi läheduses välja kutsub, on koristusesi toestamine järeleandliku toestikuga tarvilik.

KAITSETERVIKUD.

Kaevanduse tähtsamad käigud (stollid ja peastrekid), mida kasutatakse pikema aja jooksul, on tarvis läbi lüüa kitsa esiga, võrdsega käigu laiusele, jättes puutumatusse olekusse käigu seinad moodustaja maapõuevara, kuigi selle juures tuleb aherainet käigust ära vedada. Sellega hoiaime ära lae pragunemise ja vajumise, käigu läbilõige ei muutu ja korrashoid on odav. Sarnaste käikude kaitseks jäetavate tervikute laius ripub ära ekspuateeritava kihi paksusest ja kõvadusest.

Peale tähtsamate käikude on tarvis tervikutega kaitsta ka maapealseid ehitusi, teid jne. Tühjakstehtud ruumi kohal praguneb ja vajub lagi ja sellele lasuvad kihid. Kui ülemiste kihtide kogupaksus on võrdlemisi väike, siis vajub ka maapind, ja koguni laiemalt kui seda on tühjaks tehtud ruumi laius (joon. 73), sünnitades murdenurga, mis ära ripub kihtide kaldnurgast ja horisontaalsete keskmiste ja kõvemate kihtide juures kõigub 70° — 80° vahel. Eriti halvas seisukorras on ehitused vajunud pinna äärtel, sest et siin vajumine ei sünni ühtlaselt. Kui kavatsetakse ehitusi püstitada vajunud maapinnale, siis on tähtis korduvate loodimistega maapinna vajumine ja selle lõpp kindlaks määrata. Tühjakstehtud koristusväljade aherainega täitmise puhul on võimalik maapinna vajumist tunduvalt vähendada. Veel paremaid tagajärgi annab vedel täide.



Joon. 73.

TOESTUSMATERJALID.

Toestamiseks tarvitatakse puud, rauda ja kivi, viimast müürituse, betooni ja raudbetooni näol. Kõige rohkem tarvitatakse puud, sest ta on võrdlemisi odav, kergesti ümbertöötatav vastavalt nõuetele, kerge ja hõlbus kohale toimetamiseks, kergesti ümbervahetatav ja iseendast teatud määrani järeleandlik. Ka ei tarvita puu palju ruumi. Koristustööde juures on väga tähtis puutoestiku omadus „hoiatada“; lae kardetavate vajumiste puhul teevad toed enne murdumist praginaga teatavaks surve suurenemise. Puu halvaks omaduseks võiks nimetada väikest vastupanu mädanemisele, kuid puu imbutamise läbi võib seda vastupanu tunduvalt suurendada. Raudtoestik tarvitab veel vähem ruumi kui puu, kuid ei ole iseendast järeleandlik ega kergesti ümbervahetatav. Niiskuse käes roostetab raudtoestik; veel kiiremlt mõjuvad ta peale soolased ja hapud veed. Üldiselt vähe tarvitatav, kuid puuvaesel ja rauarikkal kohal siiski sünnis. Müüritust ja betoneerimist tarvitati varem otstarbekohaselt seal, kus oli keskmine, kuid mitte väga suur rõhumine, sest müürituse sisselangemise puhul on parandustööd kallid ja aegaviitvad. Kuid viimasel ajal on õpitud tegema järeleandlikku müüritust ja betooni. Kivi toestik on otstarbekohane õõnsuste jaoks, mille iga on suur, sest ta ei muutu niiskuse ja õhu käes, mille tõttu toestiku korrashoiu kulud on väikesed. Müüritust ja betoneerimist tarvitatakse peamiselt stollide, masinaruumide ja šahtide toestamiseks.

Puu, raua ja kivimaterjali võrdlus toestusvahenditena. Toestiku maksumuse järgi võib meie oludes puu, raua ja kivi suhteks lugeda ligikaudu 1:2:3. Puutoestik on otstarbekohane koristuskäikudes, mille iga on lühike. Käigu likvideerimisel on võimalik osa toestikku välja võtta ja uuesti kasutada. Müürituse iga võib olla väga suur, kuid tarvitab ruumi $1\frac{1}{2}$ —2 korda rohkem kui sama tugev puutoestik. Toestamise kiirus on raua ja puu juures pea võrdne, kuna müüritus märksa rohkem aega nõuab.

Šahti puutoestiku korrashoid pikema aja jooksul maksab mitu korda rohkem kui esialgne müüritus oleks maksma läinud.

LOOD- JA KALLAKKÄIKUDE TOESTAMINE.

Puutoestik.

Toestuseks sobivamad puuliigid. Toestuseks määratud puu peab vastama teatud nõuetele. Koristustööde ja lühikese-ealiste koristuskäikude toestuseks määratud puu peab olema odav ja lae vajumise puhul praginaga hoiatama töölisi; vastupidavus survele ja mädanemisele võib ka väiksem olla. Pikeaaliste käikude toestiku puu peab olema tugev ja võimalikult kauem vastu panema mädanemisele, kuigi puu hind selle juures kallim võib olla.

Toestuse tähtsamad puuliigid meie oludes on mänd ja kuusk. Lääne-Euroopa ja Lõuna-Venemaa kaevandustes tarvitatakse peale selle sagedasti tamm ja pöökpuud. Puude ostmisel tarvitatakse üksustena ruummeetrit ja tihumeetrit: esimese nimetuse all mõistetakse üht kantmeetrit üleslaotud puid, kaasa arvatud ka puude vahel olev õhuruum, kuna tihumeeter on üks kantmeeter puumassi.

Toestuspuu peab olema sirge ja sirge kiuga. Kiu suuna näitavad kuivamislõhed, mis tekivad kooritud puu pinnal. Puu aastaringid peavad tihedad olema; laiade aastaringidega puu on pehme ja vähema vastupidavusega. Tihedate aastaringidega puu on eriti vastupidav paindumisele, mille tõttu ta on eriti kohane taladeks. Toestuse puus ei või olla mädanevaid kohti. Puu mahlarohkus edendab mädanemist, mispärast toestuspuu põhjalikku kuivatamist nõuab. Puuaed peab võimaldama hääd õhuvahetust, ja ta maapind peab olema kuiv (sillutatud). Niiskuse ärahoidmiseks on soovitatav puuaias mitte hoida laaste ja saepuru. Puud tulevad ära koorida, sest puu koor takistab kuivamist ja võib endas peita mädanemise idusid. Katsed näitavad, et võrdsete tingimuste juures kooritud puu mitu korda rohkem vett kaotab kui koorimata puu.

Puumass võib sisaldada aineid, mis teda mädanemise vastu kaitsevad; nii sisaldab tamm parkainet ja okaspuud vaiku. Mänd ja kuusk kuuluvad puude hulka, mis surve suurenemisel praginaga töölisi hoiatavad võimaliku hädaohu eest lae sisselangemisel.

Männaga võrreldes on kuusk pehmem, vähem vaiku sisaldav ja kergemini lõhestatav.

Kuivades tõmbub puu kokku tüve raadiuse suunas 5 kuni 8⁰%, pikuse suunas — 0,1 kuni 0,4⁰%; puu süda tõmbab vähem kokku kui ääred.

P u u m ä d a n e m i n e. Puul, mis asub kestvalt kuivas õhus või vees, ei ole kalduvust mädanemiseks. Puude vees hoidmisega lahustatakse ta mahlad, mis on mädanemise pisielukate ja seente peatoiduks. Kõige rohkem edendab mädanemist niiskuse ja kuivuse vaheldus, kusjuures tähtsamat osa mängivad seened, mis puu lõhedes soodsalt areneda võivad. Samuti tekib mädanemise protsess puus, mis osalt on märg ja osalt kuiv. Nii tekib tuges, mille otsad käigu kraavis asuvad, mädanemine 10 sm. kõrguses veepinnalt, see on, toe märja ja kuiva osa vahel. Puu mädanemise tekitajateks on pisielukad ja seened, milledest mõned ennast toidavad puumahlast, teised aga puumassist. Kõige kahjulikum on niinimetatud „majaseen“ (Merulius lacrimans), sest ta tungib puu sisemusse ja hävitab puumassi. Majaseene kasvamist edendab keskmine niiskus ja temperatuur 15—20° C; alaliselt märg kui ka alaliselt kuiv puu ei karda majaseent. Madala temperatuuri juures (vähem kui + 6—7° C) katkestub pisielukate ja seente tegevus ja ühes sellega ka puu mädanemine.

Abinõud puu mädanemise vastu. Puu välispinna katmine värvikorruga või puu kuivatamine ei kaitse teda küllaldaselt mädanemise vastu. Värvikord ei ole kehtvalt tihe kate; ka ei kaitse ta puud seente vastu, mis asuvad puu sisemuses ja õhku ei tarvita. Kuivatamine ei kaitse puud seente vastu, mis puumassist elavad. Mädanemise seente vastu võitlemiseks on kõige mõjuvamaks abinõuks puu imbutamine eriliste vedelikkudega. Imbutamine suurendab puu kaalu ja teeb raskemaks puu ümbertöötamise sae ja kirvega; peale selle on teatud ainetega imbutatud puu tulehädadohtlikum ja halvendab kaevanduse õhku. Kuid imbutatud puu tarvitamisel hoitakse kokku materjali ja tööjõu kulu toestiku vahetamisel. Toetuse puu imbutamine võib tasuv olla käikudes, mille iga on pikk ja kus ei ole ette näha suurt rõhumist, kuid kus on soodsad tingimused puu mädanemiseks. Koristustöodes ja käikudes, kus rõhumine on suur, ei tarvitata tugedeks imbutatud puud. Aineid, millega võib puud imbutada, on väga palju, kuid nad jagunevad kahte suurde gruppi: 1) anorgaaniliste soolade lahud ja 2) fenooli sisaldavad vedelikud (tõrvad). Hea imbutusaine peab olema odav, ta mõju peab olema kehtvalt tugev, ta ei tohi olla mürgine ega rikkuda puumassi ja ta ei tohi ära aurata ega vee läbi ära uhtuda.

Sooladest tarvitatakse imbutamiseks klooritsinki ($ZnCl_2$), raua- ja vasevitrioli ($FeSO_4$ ja $CuSO_4$), maarjajääd ja fluori soolasid. Soolade lahud uhtuvad kergesti vees. Fenooli ühendused (kreosoot, karbolineum, fenolaat, kresolaat jne.) tungivad aeglasemalt puumassi, teevad puu tulehädadohtlikumaks, lõhnavad teravalt, kuid ei uhtu vees.

Puu imbutamise viisid. Kui hädaabinõu on puu pealispinna katmine imbutusainega. Puu hoidmine imbutusvedelikus võib tagajärge anda kuiva kooritud puu imbutamisel. Kuid siiski imbutatakse vedelikus ainult mõned millimeetrid. Rahuldavaks loetakse, kui puu kaal vedelikus (fenoolis) hoidmise tagajärjel on tõusnud 3—5%. Märksa paremaid tagajärge annab puu imbutamine 2—3 atm. surve all 2—5 tunni jooksul, kusjuures puu kaal tõuseb 25—30%. Veel põhjalikum imbutamine saadakse kätte, kui mahlad ja vesi enne imbutamist hõrendatud õhu ruumis puust välja aetakse ja siis surve all imbutatakse; puu kaal võib tõusta 50—60%. Ühe tihumeetri puu imbutamine maksab: 1) imbutusvedelikus hoidmise puhul 2—3 krooni ja 2) imbutamisel surve all ühes esialgse mahlade väljajätmisega — 5 krooni.

Puu ümbertöötamine. Enne puu toestiku ülesseadmist on tarvis tema üksikud osad ümber töötada ja kokku passida, mis harilikult tehakse käsitsi kirve ja sae abil. Raam-toestiku ülesseadmisel tarvitatakse loodnööri, mis võimaldab ühtlase kallakuga tuge ülesseadmist. Imbutatud puu tarvitamise puhul on soovitatav puu enne imbutamist ümber töötada, sest vastasel korral tekivad uued, mitte küllaldaselt imbutatud pinnad, mis mädanemise võimaluste ärahoidmiseks on tarvis uuesti imbutusainega katta.

Toed. Öönsuse lae ja põhja vahele püsti kindlalt asetatud üksik puu on tuntud toe nime all. Tugesid tarvitatakse käikude, kuid peamiselt koristustööde toetamisel.

Lae vajumine kutsub esile toes survepinge ja teatud tingimustel ka paindumise. Üldiselt tekib toe paindumine, kui toe pikkus on 24 korda suurem ta läbimõõdust. Arvesse võttes aga lae vajumise mitmekesised tingimused on toe paindumine juba võimalik pikkuse ja läbimõõdu suhte juures 15:1.

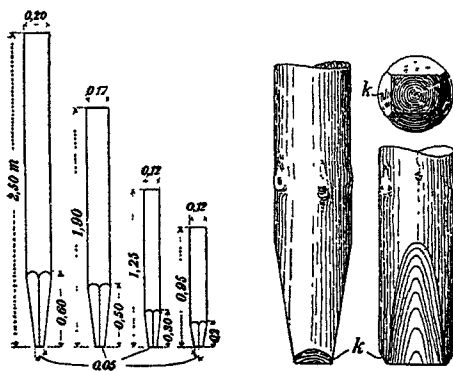
Koristustööde toetamisel hea lae juures asetatakse toed teatud kauguses üksteisest. Kihtide väikse kallaku juures asetatakse toed ristjoones

kihtidele. Järsuma kallaku juures asetatakse tugi umbes 5° ristjoonest ülespoole, sest siis võib lagi nihkuda kallaku suunas, nii et ristjoones tugi võib ümber kukkuda, kuna ristjoonest ülespoole asetatud tugi seda kindlamini lae ja põhja vahele surutakse.

Käikude toestamisel võib harva leppida ainult tugelega. Koristustööde õõnete toestamiseks tarvitatakse tugesid suurel arvul, misparast nende hind ei või kalliks olla, eriti juhtumeil, kui lagi ei võimalda esist kaugele jäänud tugede eemaldamist ja uuesti kasutamist. Tähtis on koristustöödel ka tuge „hoiatusvõime“. Nendele tingimustele vastavad peagu täiel määral mänd ja kuusk.

Kui õõnsuse põhi on küllalt kõva, siis tehakse põhja auk, kuhu toe ots asetatakse. Pehme (savist) põhja juures pandakse toe otsa eella laiem puutükk. Lae ja toe vahele asetatakse pindlauda või poolpalgi ots, mis võimaldab toe kiilumist lae ja põhja vahele. Lae alla asetatud poolpalgi ots teeb toestiku teatud määrani järeleandlikuks. Kuid üksiku toe ja lae vahele asetatud pindlauda või poolpalgi ots ei või pikk olla, sest vastasel korral võivad nad lae surumisel painduda ja murduda.

Järeleandlikud toed. Kui kaigu ühelt või mõlemalt poolt on maapõuevara välja võetud ja asendatud täitega, siis tekib lae vajumine,



Joon. 74.

mille tagajärjel ka väga tugevad, kuid kalgid toed murduvad. Lae vajumist teatud määrani võimaldavad teritatud otsaga toed, ilma et nad ise selle juures murduksid (joon. 74). Teritatud otsa pinnaks on kõige kasulikum jätta ruut umbes 5 sm. × 5 sm., sest siis peab tugi väiksemale rõhumisele vastu, kuna suurema rõhumise puhul enne murdumist toe ots muljub. Mida pikem tugi, seda pikemalt tuleb ta ots teritada. Kuid ka koristustööde juures ei ole mitteküllaldase järeleandlikkusega toed kasulikud: nad murduvad või, kui ei murdu, takistavad lae ühtlast vajumist ja tuge-

nemist täitele. Eriti tähtis on koristustööde järeleandlik toestik soonimismasinat või transportööri tarvitamise puhul, sest siis võivad tugede murdumised esile kutsuda tööseisakuid. Puust toed on iseendast teatud määrani järeleandlikud, umbes 3—5% piirides; nii võimaldab 1,5 m. pikune tugi lae vajumist 5—7 sm. piirides ilma murdumata. Teritatud otsaga toed ei murdu ka 10% lühinemise juures. Pehme põhja juures surutakse viimasesse toed ilma murdumata.

Toe järeleandlikkus suureneb puutükkide asetamisega toe ja lae vahele, sest puutükki võib ristloodis kiududele kokku suruda kuni 50% ta paksusest.

Teritatud toe otsa muljumise järele väheneb toe järeleandlikkus. Seda võib uuesti suurendada toe järelteritamise kohal, kuid seda tuleb ette võtta mitte liig vara ega liig hilja.

Painduvad toed. Surve võib tuge ka painutada. Kui toe pikkus võrdub ta 24-kordsele läbimõõdule, siis kutsub toe telje suunas surve suurenemine enne murdumist esile toe paindumise (pikuti paindumine); kuid arvesse võttes allmaa erilisi tingimusi, on sarnane paindumine või-

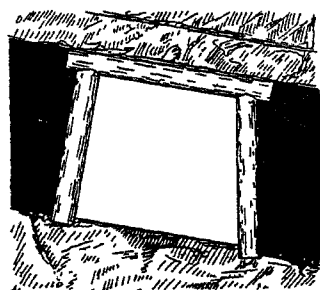
malik juba toe juures, mille pikkus võrdub 10-kordsele labimõõdule. Kui tugi peab ära hoidma külje sissevarisemist õõnsusse, siis paindub tugi selle, teljele perpendikulaarse, rõhu mõjul. Toed, milledes on painepingeid oodata, tulevad eriti hoolsasti asetada, kusjuures toe alumine ots auku paigutatakse, kuna ülemise otsa alla kiil taotakse, või see ots paigutatakse samuti auku, mis kõrvalt on varustatud erilise soonega, mis võimaldab toe otsa ajamist auku.

Tala d. Kui valjavõetavad kihid on küllalt tugevad, siis on võimalik lae või ülemiste kihtide sissevarisemist ära hoida ainult taladega. Käigu külgedesse raiutakse augud tala otsade asetamiseks, ja tala ise lõigatakse nii pikk, et ta kindlalt aukudesse asetuks. Selleks peab tala aukude vahest 2 cm. võrra pikem olema.

Lenktoestik. Kui käigu seinad ei ole tala hoidmiseks küllalt tugevad, tarvitatakse käikude toetamiseks lenktoestikku, mis koosneb kahest toest ja ühest talast. Toe ja tala ühendusi ei tehta mitte kalkidena, nii et lenktoestik on teatud määrani järeleandlik ja võib oma kuju muuta vastavalt lae ja seinte rõhumistele. Tala ülesanne on lae rõhumisele vastu panna, kuna toed peavad tala kandma, kuid ühtlasi ka vastu panema külje rõhumistele.

Vastavalt kohalistele tingimustele võib tala ja tuge ühendada mitmel viisil.

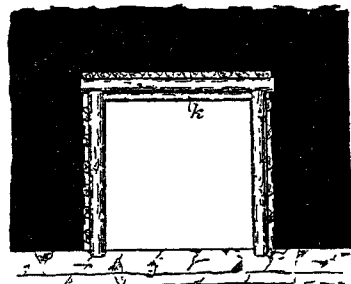
Kui puudub küljerõhumine, siis asetatakse ümarik tala tugede ülemistele otstele, milledes on vastavad lohud sisse raiutud (Joon. 75). Ümar-



Joon. 75.



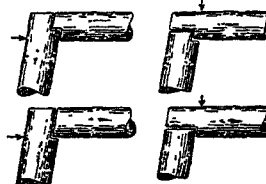
Joon. 76.



Joon. 77.

gune lohk raiutakse sisse harilikult käsitsi kirve abil. Saega sisselõigatud, kahest pinnast koosnev lohk võtab vastu tala rõhumise kahes punktis (Joon. 76) ja võib olla tala lõhestumise põhjuseks. On tähtis, et tala ots täielikult ja ühtlaselt lohku asetuks. Kui sarnast, nii nimetatud „Poola“ lenktoestikku tarvitatakse käikudes, kus võivad esile tulla ka küljerõhumised, siis lüüakse talasse toe otsa vastu tugev nael. Kui aga arvestada tuleb suuremat küljerõhumist, siis asetatakse tala alla abitala k, mis tugede otsade vahele kinni kiilutakse (joon. 77).

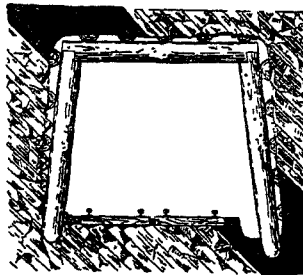
Kuid alalise küljerõhumise juures tarvitatakse peamiselt „saksa“ lenktoestikku, kus talade ja tugede otstele hambad sisse raiutakse. (Joon. 78.) Sisseraiega võib raami vastupanu suurendada lae- või küljerõhumisele: nii on joonisel pahemal pool näidatud ühendused peamiselt küljerõhumise vastu, kuna



Joon. 78.

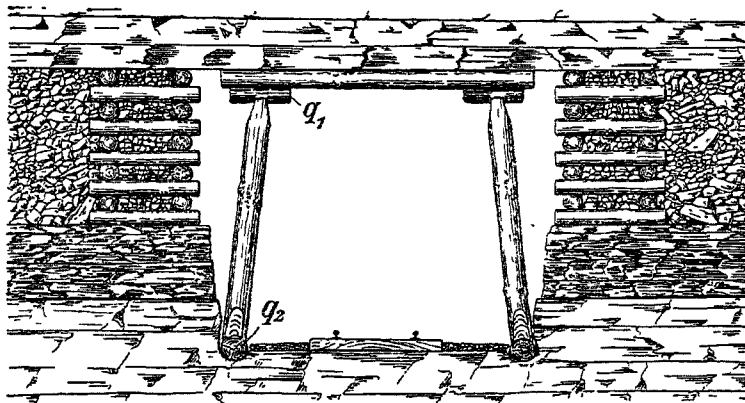
Külgede sissevarisemist on samuti võimalik lauapindade või roovikute abil ära hoida. Kuid suuremate rõhumiste rõhumiste juures ei ole see otstarbekohane, sest rõhumise tagajärjel toed murduvad või nihkuvad sissepoole. Suurte küljerõhumiste juures on kasulikum hoida toed käigu küljest kaugemal, nii et lenk peab vastu panema ainult lae rõhumisele, mis tala kaudu tugelele edasi antakse. Kui rõhumine on kaigu külje tugele juure nihutanud, siis tuleb osa külge lahti raiuda ja ära koristada.

Kui suurema rõhumise juures lenkide taladele asetatakse paksemad pindlauad või poolpalgid, siis peab neid lõigatud pinnaga vastu lage paigutama, sest siis kannab suurem pind ja paindumise juures panevad tõmbele vastu mitte lõigatud, vaid terved kiud.



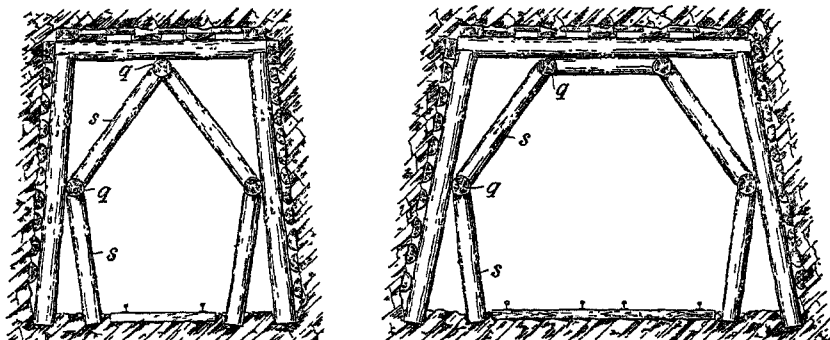
Joon. 81.

Järeleandlik lenktoestik. Lenktoestik on iseendast teatud määrani järeleandlik, sest puu laseb ennast lühemaks suruda. Kuid ka



Joon. 82.

siin võib toestiku järeleandlikkust tõsta tugele otsade teritamisega ja puutükkide (q_1 , q_2) asetamisega toe ja tala vahele või toe alla. (Joon. 82.)



Joon. 83.

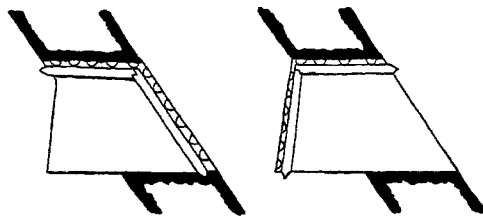
Maetoo õpperaamat.

Kui tugi ka väikesele küljerõhumisele peab vastu seisma, siis teritatakse toe otsa ainult kahest küljest, kusjuures teritatud osa ei ületa $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ toe pikkusest.

Poligoontoestik. Suurte rõhumiste juures kindlustatakse käigu harilik lenktoestik viimasesse mahutatud poligoontoestikuga (Joon. 83.), mille üksikute osade *S* vahele asetatakse propsi otsad *g*, mis neid osi ühendab.

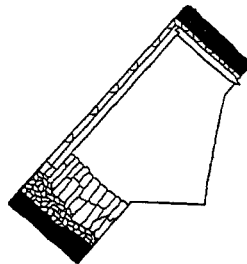
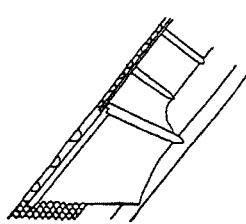
Üldised märkused käikude läbistamise ja toestamise kohta.

Käigu toestik peab peamiselt vastu panema lae rõhumisele, ja mida suurem on see rõhumine, seda suurem on ka toetuse kulu. Sellepärast püütakse käikude läbistamisel võimalikult vähem lage purustada ja lõhestada.

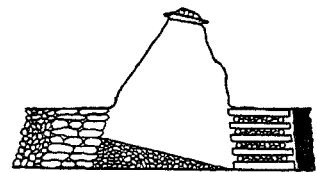


Joon. 84.

Kus see vähegi võimalik, seal jäetakse kaevetise kihi lagi täielikult puutumata (Joon. 84; söetervikud laes), kusjuures käigu toestamisel tala sagedasti asetatakse mitte sagedasti asetatakse mitte vesiloodis, vaid enam-vähem perpendikulaarselt kihi pinnale (Joon. 85). Käikude esialgne kõrgus võetakse suurem, et ka peale lae vajumist täitele käigu kõrgus oleks küllaldane, mille tõttu ära jääb hädasohtlik ja kallis käigu lae teistkordne purustamine ja koristamine. Väga suure tähtsusega on ka käigu põiklõike kuju. Ringi- ja ovaalikulise põiklõikega käigud seisavad paremini kui trapeetsikulised. Viimasel ajal loetakse väga otstarbekohaseks käigule anda terava võlvi kuju (Joon. 86), kusjuures toetuse ülesandeks on käigu esialgse kuju alalhoidmine ja kaitsmine lahtiste kivitükkide kukkumise eest.



Joon. 85.

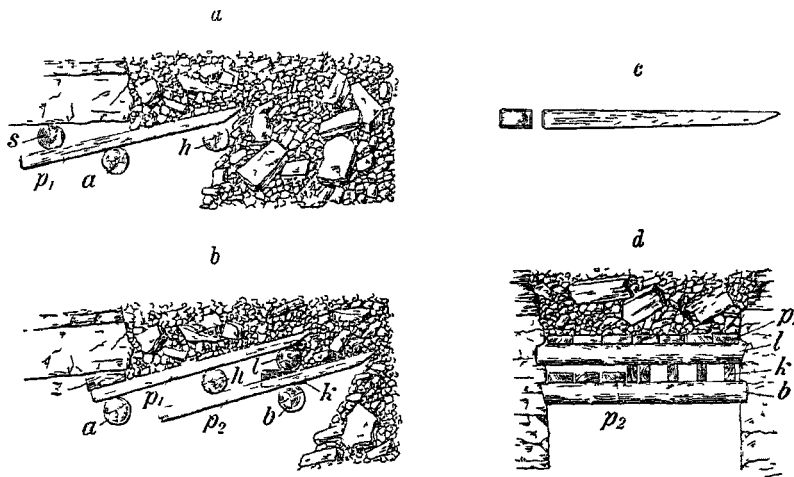


Joon. 86.

Lõhketööde juures tuleb selle järele valvata, et laes võimalikult vähem lõhketöid tehtaks ja võimalikult väikeste laengutega, millega ära hoitakse lae ilmaaegne lõhestamine.

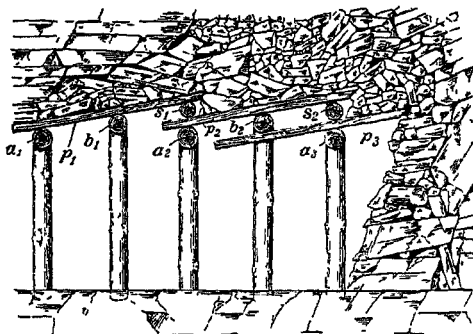
Vai-toestik. Kõik eelpool kirjeldatud käikude toestamise viisid eeldavad, et käigud ise on läbistatud ja et purustatud manneraine on neist koristatud. Kuid paljudes mannerainetes (näiteks liivas, kruusas või üksikutest kividest koosnevas kihis) võib käigu läbistamine sündida ainult ühel ajal toetamisega või koguni sellele järgneda.

Sarnaseil juhtumel tarvitatakse vai-toestikku. Kindlalt asetatud len-
gilt taotakse ettepoole vaiad p (joon. 87) sarnase nurga all viltu ülespoole,



Joon. 87.

et poolenisti sissetaotud vaiade otsade alla võimalik oleks uus lenk asetada. Siis taotakse vaiad lõpuni edasi ja hariliku kõrgusega asetatud lengi tala a_2 (Joon. 88) ja vaiade otste vahele paigutatakse latt või poolpalk S või l ja kiilud K (Joon. 87), mis parast valja võetakse, jattes ruumi jargmise vaiade rea tagumiseks.



Joon. 88.

vaiade mõlemate otsade nurgad tõmbiks. Vaiad taotakse sisse ettevaatlikult vahese edasinihkumisega. Eriti tuleb selle järele valvata, et vaiade peal ei tekiks tühi ruum, sest selle pärastisel äkilisel taitumisel võib toestik kokku variseda.

Mõnesuguste mannerainete juures võib tekkida vaja-
dus vaiu tarvitada ka kaigu kulgedel.

Vesiliiva puhul on tarvis vaiad sisse taguda ülevalt, külgedelt ja alt, ja peale selle kaigu suud kindlustada lau-
dade b abil (Joon. 89), takistades liigse liiva tungimist käiku. Need laud asetatakse viimast lenki vastu. Vaiade sissetungimise järele võetakse laud jark-jargult ülevalt alla-
poole valja, koristatakse nende taga asuv liiv ja paigutatakse



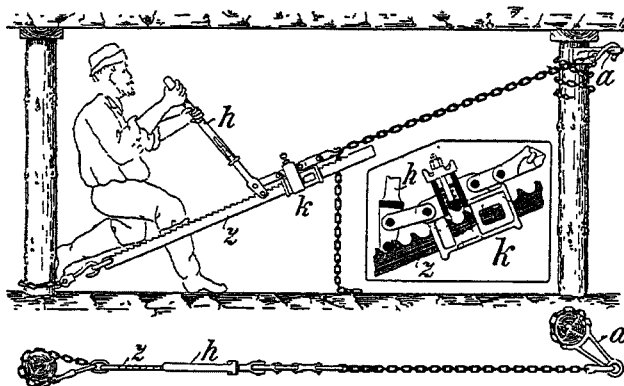
Joon. 89.

uuesti kohale laudad b, mida liiva rõhumine surub tugede t vastu, mis asetatakse viimase lengi ja laudade vahele. Selle juures peab võimaldama vee äravoolu, et vähendada lae- ja küljerõhumist. See sünnib pragude ja vahede toppimisega õlgede või heintega.

Puutoestiku uuendamine.

Hoolimata toestiku järeleandlikkusest ja vastava kuju andmisest käigule võivad temas esile tulla rõhumised, mille tagajärjel toestiku üksikud osad murduvad. Ka võivad toestiku osad murduda, kui nad pikemat aega viibivad soojas niiskes õhus ja mädanemise tõttu kaotavad suure osa oma kandejõust. Murdunud toestiku osad eemaldatakse ja asendatakse uutelega, kusjuures ülesseatud lengid ei või vähendada käigu kõrgust ega laiust. Järeleandlik toestik võimaldab käigu kõrguse ja laiuse vähenemist. Aja jooksul võib aga käik nii madalaks ja kitsaks muutuda, et see takistab käigu ülesannete täitmist. Siis tuleb vana toestik järk-järgult eemaldada, käik kõrgemaks ja laiemaks teha ja uute lenkidega toestada, kusjuures sisselangenud ja lahtiraiutud manneraine tuleb ära vedada. Et vähendada või ära hoida sarnaseid kalleid töid, peab käigu esialgsed mõõdud valima küllalt suured ja andma käigu põiklõikele vastupidavam, püsivam kuju.

Puutoestiku eemaldamine. Käikude murdunud puutoestiku eemaldamine on lihtne, kuid nõuab ettevaatust. Koristus-



Joon. 90.

tööde tugede eemaldamise võimalus ja viis ole-
neb lae rõhumi-
sest ja töötamise
viisist. Kui lame-
date kihtide juures
koristustööde tüh-
jakstehtud ruum
täidetakse aher-
ainega, siis on
võimalik suurem
osa tugedest eemal-
dada ja uuesti
kasutada. Siin on
tugede eemalda-
mine ka sellepärast

soovitav, et ta võimaldab lae ühtlast vajumist. Üldiselt on koristustööde tugede eemaldamine hädaohtlik töö, ja seda tuleb sarnaselt korraldada, et töölistel tarvis ei oleks eemaldatavate tugede juure minna. Seda võimaldavad erilised abinõud tugede eemaldamiseks (Joon. 90). Keti abil kinnitatakse toe külge osa a, mille ots ühendatakse tõmbeketiga. Kangi h abil liigub osa k, mis vedruga surutakse hammastega varustatud osa z külge. Tuge ühel ajal tõmmatakse ja keeratakse.

Vabastatud tugesid võib uuesti samaks otstarbeks kasutada. Toestiku murdunud osi kasutatakse kiiludeks, tühjuste täiteks, järeleandliku müürituse tegemisel jne.

Kivitoestik.

Käigud, millede iga aastakümneteks ette nähtud ja mis läbistatud pehmetes või keskmise kõvadusega kihtides, toestatakse kiviga. Kivitoestik

on tulekindel, ja enamalt jaolt ka vee- ja õhukindel. Siledad seinad vähendavad käigu takistust temas liikuvale õhuvoolule. Kivitoestiku tegemiseks tarvitatakse loomulikku kivi, eriti kasulikult kihilist paasi või liivakivi. Laialt tarvitatakse loomulikkudest kihilistest kividest ilma seguta üleslaotud „kuiva“ müüritust, sest ta ei nõua üksikute kivide kuju muutmist ja on suurel määral järeleandlik. Paksudes kihtides läbistatud käikude toetamisel kuiva müüritusega suurendatakse järeleandlikkust puutükide asetamisega kivide vahele.

Väga sagedasti tarvitatakse kivitoestiku tegemiseks kunstlikke kive, nagu: telliskivid, tsement- ja silikaatkivid. Nendelt nõutakse suurt vastupidavust survele ja sisemist siduvust; kivide välispinnad peavad olema karedad, et kivi ja sideaine paremini ühineksid. Põletatud telliskivid ei tohi sisaldada lupja, sest see muutub põletamise juures kustutamata lubjaks, mis otsekohe või õhuniiskusega kokku puutudes laieneb ja kivi purustab. Telliskivi normaal mõõdud on: $6,5 \times 12 \times 25$ cm. Ühe kantmeetri müürituse peale läheb 400 telliskivi ja 0,3 k.-meetrit segu. Telliskivi müürituse lubatavad vastupidavused rõhule on:

lubjasegu juures — 7 kg ruutsentimeetri peale
tsementsegu juures — 12 „ „ „

Sideained. Müürituse üksikute kivide sidumiseks tarvitatakse mitmesuguseid segusid. Lubjasegu valmistamiseks tarvitatakse $700 - 800^{\circ} \text{C}$ juures lubjakivist põletatud „kustutamata“ lupja, mis vee juurelisamisel muutub kustutatud lubjaks, esialgselt pulbriks, pärast aga taigaks. Õhus ühineb kustutatud lubi söehappega ja kivineb, muutudes jälle söehapu lubjaks, ühtlasi vabanedes keemiliselt seotud veest. Segu valmistamiseks segatakse lubja taigen liivaga. Liiv ei tohi sisaldada savi. Harilikult võetakse ühe mahu lubja taigna peale 2 mahtu liiva. Temperatuuri juures alla 2°C lubjasegu ei kivine, mispärast siis on tarvis müüritöid katkestada, sest ka kivide ja vee soendamine ei aita palju.

Et müüritus käikudes kokku puutub kihtide niiskusega, tarvitatakse toestiku müüritööde juures harva puhast lubjasegu.

Tsementsegu saamiseks segatakse veega liiva ja portlandtsementi. Hariliku tsementsegu kõvenemine ei või alata enne 1 tundi ja kestab vähemalt 28 päeva. Seguks tarvitatav liiv peab olema puhas; õige vähene savi sisaldus on liivas lubatud, kuid ta peab olema ühtlaselt ära jagatud. Kive tuleb müürimisel hästi niisutada; samuti tuleb müüritus pikemat aega niiske hoida. Andmed mitmesuguste tsementsegude kohta on paigutatud alljärgnevas tabelis:

Mahu järele tsementi+liiva+vett= = segu	Vastupidavus survele 28 päeva järele	Tarvitatakse
$1 + 1 + 0,5 = 1,6$	200 kg/r. cm.	Veekindla krohvi juures
$1 + 2 + 0,53 = 2,2$	180 „ „	Koormatud võlvide juures
$1 + 3 + 0,64 = 2,9$	160 „ „	Tähtsamate tööde juures, kus ei nõuta veekindlust
$1 + 4 + 0,80 = 3,7$	140 „ „	Hariliku müürituse juures

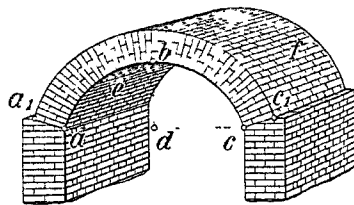
Segasegud. Tarvitavamad segasegud on: 1 maht tsementi + $1\frac{1}{2}$ m. lubjatainast + 5 m. liiva + 1,3 m. vett, või 1 maht tsementi +

+1 m. lubjatainast +6 m. liiva +1,35 m. vett. Kivinenud segu vastu-
pidavus survele kõigub 170 kuni 200 kg/r. cm.

Kaevanduse oludes on vahest tarvilik tsemendisegude kiirem kõvenemine (vee juurdevoolu vältimiseks jne.) Siis tarvitatakse erilist alu-
m e n t i, mille kõvenemine palju kiirem kui harilikul tsemendil.

M ü ü r i m i n e. Iga üksik kivi peab olema seguga ümbritsetud, kus-
juures enne kohale asetamist tuleb kivi vette kasta, et ära hoida vee imbu-
mist segust kivisse. Eriti tähtis müürimise juures on selle järele valvata,
et kivide vahed püstloodi suunas ei satuks ühte. Müürituse ja käigu seinä
vahele ei või jätta tühja ruumi, sest vastasel korral ei saa küljerõhumine
ühtlaselt edasi antud.

M ü ü r i d j a v ö l v i d. Kivitoestiku müüritus võib omada müüri
või vólvi kuju. Müür paneb vastu vólvi kaudu edasi antud suurele lae-
rõhumisele, kuid ta vastupanu küljerõhumisele on vaike. Laerõhumisele
paneb kõige paremini vastu vólvi, mis võib olla poolringikujuline või enam-



Joon. 91.



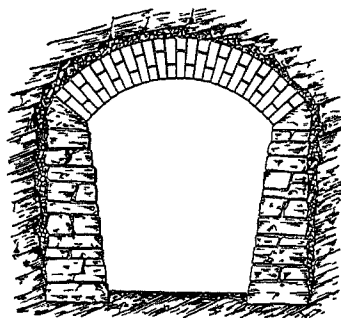
Joon. 92.



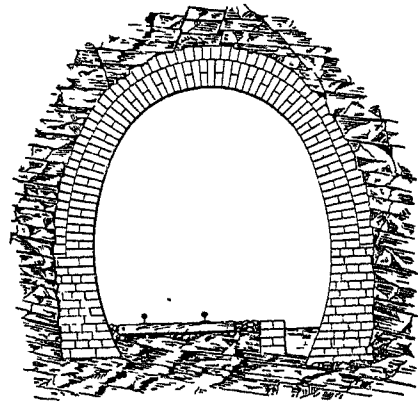
Joon. 93.

vähem lame. Vólvi kõrguse bd (Joon. 91) ja laiuse ac suhe iseloomustab
vólvi. Vólvi rõhumine antakse edasi kandadele cc^1 ja aa^1 . Vólvi tegemi-
seks tarvitatakse kas erilisi radiaalkive (Joon. 92), kusjuures kivide vahed
on ühelaiused, või harilikke kive (Joon. 93), kuid siis laienevad kivide
vahed seest väljapoole. Radiaalkivid on harilikkudest tunduvalt kallimad,
kuid on tarvilikud õhemate vólvide tegemisel. Keskmiste rõhumiste juures
tehakse vólvid, mille kõrguse ja laiuse suhe on 1:1,2, kuna suurte rõhu-
miste juures tehakse vólvid 1:5. Poolringikujulise vólvi juures (1:2) anna-
vad kandade pinnad rõhumise täiel määral müüridele edasi.

Kui tuleb arvestada väikese
küljerõhumisega, siis tehakse müü-
rid, mis all paksemad kui üleval



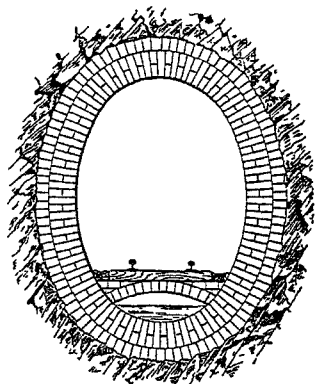
Joon. 94.



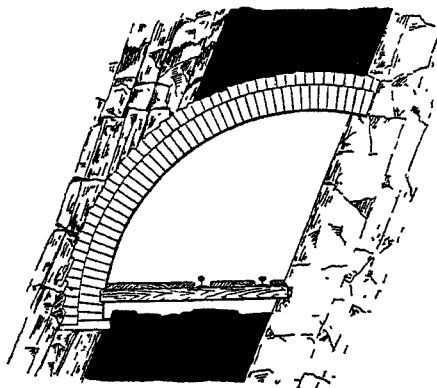
Joon. 95.

(Joon. 94). Suurema küljerõhumise juures tehakse ka seinad võlvikujulised (Joon. 95 ja 96). Ühekülgse küljerõhumise juures tehakse poolellipsikujuline võlv (Joon. 97).

Enne müürimist tuleb läbistatud käik ajutiselt toetada „kaduva“ toestikuga. Hea lae juures eemaldatakse kaduv toestik käigu selles osas, kus müüritööd ette võetakse. Halva lae juures sünnib müürimine kaduva toes-



Joon. 96.



Joon. 97.

tiku sees, ja alles peale kivitoestiku lõpuleviimist eemaldatakse selles käigu osas kaduv toestik ja tühi ruum käigu seinte ja lae ning kivitoestiku vahel täidetakse aherainega või betooniga.

Võlvi tegemiseks on tarvis üles seada vastavad puuvormid, mis peale võlvi müürituse kõvenemist eemaldatakse ja uuesti kasutatakse järgmise võlvi osa tegemisel.

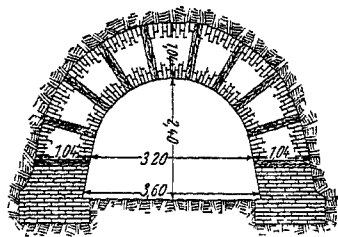
Järeleandlik kivitoestik. Harilik kivitoestik on kalk ja võib suurte rõhumiste juures puruneda ning esile kutsuda kaevanduse transporti takistava kalli ja tihti hädaohtliku parandustöö. Selle arahoidmiseks toestatakse käigud, kus võivad esile tulla suured rõhumised, järeleandliku kivitoestikuga (Joon. 98). Selleks paigutatakse müüri kui ka võlvi sisse laaud, mis võimaldavad kivitoestiku ümbermõõdu vähenemist.

Betoontoestik.

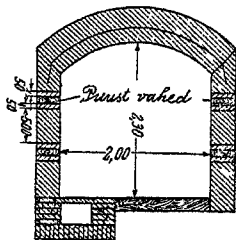
Betoon koosneb pae- või raudkivi tükkidest (suurusega mitte üle 6 — 7 cm.), mille vahed on täidetud tsemendi ja liiva seguga. Betooni võib valmistada ka tsemendist, liivast ja mitmesuguste mannerainete purunemisel saadavast kruusast. Kuid kunstlikult valmistatud kivikillustikul on teravad kandid ja kare pind, mille tõttu siduvus tsementseguga on parem. Suurte rõhumiste juures tarvitatakse betooni, mis koosneb 1 mahust tsemendist + 3 m. liivast + 6 m. killustikust, või 1 m. tsemendist + 6 m. kruusast; väiksemate rõhumiste juures võetakse betooni koosseisuga 1 m. tsementi + 4 m. liiva + 7 m. killustikku, või 1 m. tsementi + 10 m. kruusa.

Betooni vastupidavus ja veekindlus oleneb suurel määral ta õigest valmistamisest. Tähtsate betoontööde läbiviimiseks peab olema vilunud töölised ja hea järelevalve.

Segamise juures on väga tähtis vastava vee hulga juurelisamine õigel ajal. Kruusabetooni valmistamisel segatakse enne kruus ja tsement kuivalt ja siis niisutatakse segu veega, ühtlasi jätkates segamist. Muldniiske segu asetatakse käigu külje ja puuvormi vahele ja tambitakse kuni vee



Joon. 98.



Joon. 99.

ilmumiseni betooni pinnale. Killustikbetooni valmistamisel niisutatakse enne killustik ja siis lisatakse juure kuivalt segatud tsement ja liiv, jätkates segamist ja niisutamist.

Betoneerimiseks vajalikud puuvormid peavad olema tihedad. Betooni kõvenemise

järele eemaldatakse puuvormid ja terveksjäänud osad kasutatakse uuesti. Üldiselt on betoontööde juures puuvormide kulu tunduvalt suurem kui müüritööde juures.

Suurte rõhumiste juures jäetakse kaduv toestik betooni sisse. Kaikude betoneerimine on seotud teatud raskustega, sest puuduvad soodsad tingimused betooni tampimiseks.

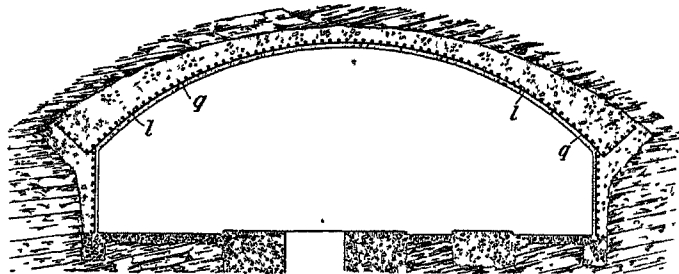
Suurte rõhumiste juures on käigu betooniga toestamine seotud teatud riisikoga, sest toestiku parandustoid raskendab betooni kõvadus ja halb siduvus vana ja uue betooni vahel. Kuid lauatiukkide paigutamiseega betooni sisse (Joon. 99) muutub toestik järeleandlikuks ja vähenevad toestiku murdumise võimalused.

Raudbetoon-toestik.

Betoonisse asetatud raua osad ühinevad nii tugevalt betooniga, et kivi-nenud mass omab teatud määrani ka raua omadused, nimelt tõmbetugevuse ja sellega seotud vastupidavuse paindumisele. Väga tähtis on raua õige paigutamine betoonisse: raud peab asuma kohtades, kus esinevad tõmbe-pinged. Nii näiteks lameda raudbetoonvõlvi juures (Joon. 100) peab raud paigutatama võlvi sisemise pinna lähedusse. Raud ei või aga asuda betooni pinnal, kus ta niiskusega kokku puutudes roostetab ja oma tugevuse kaotab.

Raudbetooni jaoks võetakse peenem killustik, ja segu tehakse vedelam, et kindlustada ühtlase massiivse betooni saamist.

Suurte rõhumiste juures on raudbetooniga toestamine seotud suure riisikoga, sest toestiku suuremate rikete puhul on parandustööd liig aegaviitvad ja kallid. Raudbetoon-toestiku järeleandlikuks muutmise puu vahele paigutamiseega ei ole kergesti läbi viidav.



Joon. 100.

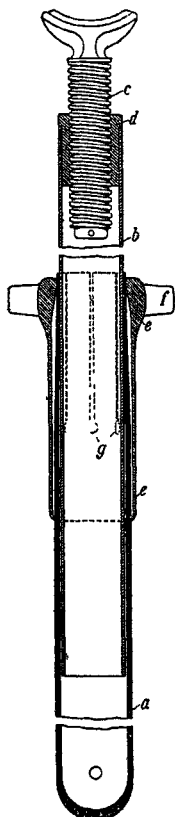
Metalltoestik.

Toestikuks tarvitatakse rauda ja terast. Taladeks ja tugedeks tarvitatakse ka vanu roopaid, kusjuures rauast roopad on eelistatavamad, sest terasest roopad painduvad suurte rõhumiste juures vähe ja murduvad.

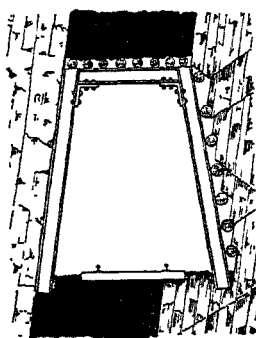
Metalltoed. Neid kasutatakse peamiselt koristustööde toestamisel. Metalltoe kaal on vähe suurem puutoe kaalust, kuid hind on ligi 30 korda kõrgem. Arvesse võttes, et ka puutugesid on tihti võimalik uuesti kasutada, peaks metalltoed võimaldama nende vähemalt 40-kordset kasutamist.

Peale selle peavad metalltoed olema vahelduva pikkusega ja järeleandlikud.

Näiteks toome Düsseldorfis metallitehaste terastoe (Joon. 101), mis koosneb terastorust a, milles võib liukuda nõrgalt koonusekujuline ja pikutlõhega g varustatud toru b, varustatud tungrauana kujutatud otsaga c. Seesmise toru b nihkumist allapoole takistab tema paksemaks muutumine ülespoole, kuid lõhe g võimaldab seda nihkumist teatava surve all.



Joon. 101.



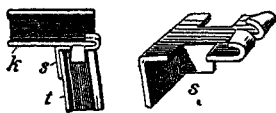
Joon. 102.

Metallist lenktoestik. Käigu lenktoestiku üksikud osad saadetakse kohe peale valmistehtud kujul. Tala ja toe ühenduseks kinnitatakse kruvidega tala külge rauast nurgad (Joon. 102), kusjuures mitte alati pole tarvilik nurkade ühendamine kas talaga või tugegedega.

Tala ja toe ühendamiseks tarvitatakse ka erilist paksust plekist valmistatud kinga (Joon. 103).

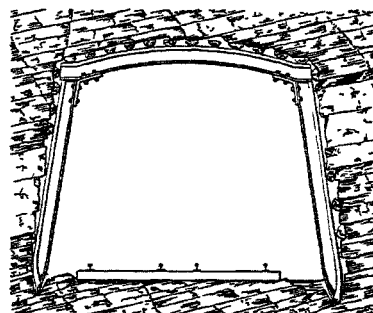
Järeleandlik metalltoestik. Iseenesest on metallist lenktoestik vahesel määral järeleandlik, vastavalt üksikute osade paindumisele. Pehme põhja juures

on võimalik tugede otsade teritamisega metallist lenktoestikku teha järeleandlikuks (Joon. 104).



Joon. 103.

Kui tarvita raami tugedeks eelpool kirjeldatud terastorudest koosneva järeleandlikke tugesid, siis saame väga järeleandliku lenktoestiku.

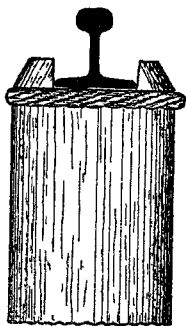


Joon. 104.

Segatoestik.

Laialt tarvitav on segatoestik, mis koosneb raudtaladest ja puutoagedest, või müüritusele asetatud raudtaladest.

Raudtala asetatakse puutoele, mille otsa on aetud rauast või teraskoiest valmistatud rõngas (Joon. 105). Et ara hoida tala libisemist, asetatakse ta toe otsa tehtud vastava soone sisse.



Joon. 105.

Müüritusele asetatavate raudtalade otsad tuleb paigutada müüri taha kaigu seinasse tehtud aukudesse, et vahendada müüritusele edasiantavat rõhumist. Kui aga kaigu seinad ei ole küllalt vastupidavad, siis asetatakse raudtalad müüritusele paigutatud raudplatedele, et rõhumist võimalikult suuremale pinnale edasi anda.

ŠAHTIDE TOESTAMINE.

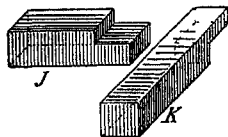
Šahtide toetus erineb tunduvalt loodkaikude omast, sest siin on toestik tihedalt seotud šahti jaotamisega üksikutesse osadesse tõstekongide, torustiku ja kaablite jaoks.

Šahti toestiku kulu mõjutab tugevalt tema lõpulikku maksumust, sest tihti on šahti toestiku kulu pea võrdne ta labistamise kulule.

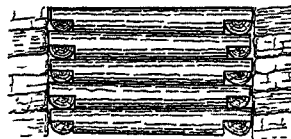
Toestikust oleneb šahti põiklõige, sest näiteks puutoestiku puhul võib šahti põiklõige ainult nurgeline olla, kivitoestiku puhul aga võib põiklõige olla ringi- või ovaalkujuline, kuna toestamise puhul malm- või teraskilpidega šahti põiklõige ainult ringikujuline võib olla. Veekindlus on katte-saadav šahti toestamisega malm- või teraskilpidega, kuna müüritus ja betoon-toestik ei suuda garanteerida veekindlust, eriti juhusel, kui sissetungiv vesi on suure surve all.

Sahtide puutoestik.

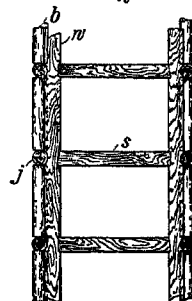
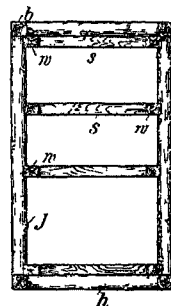
Toestiku moodustavad peamiselt rakked, mis koosnevad ümargustest või kandilistest palkidest või prussidest, varustatud lihtsate käppühendustega (Joon. 106). Palkide jämedus oleneb šahti põiklõikest ja oodatavast



Joon. 106.



Joon. 107.

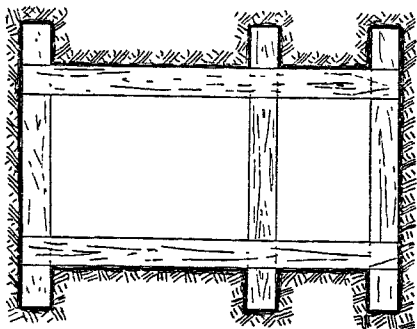


Joon. 108.

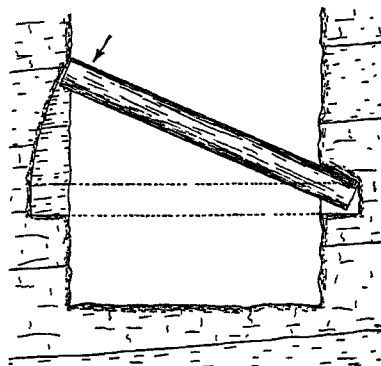
rõhumisest. Tähtsamate šahtide toestamiseks tarvitatakse tamme, kuna vahem tahtsate juures kasutatakse manda ja kuuske.

Kohtades, kus võivad esile tulla suured rõhused, toestatakse šaht tihedalt üksteisele asetatud raketega (Joon. 107), ehk küll selle juures puumaterjali kulu on suur

Vähema rõhumise juures asetatakse rakked 0,4—1 mtr. kaugusele üksteisest ja nende vahele paigutatakse vahepostid b (Joon. 108). Et vabastada rakkeid ülevalasuvate rakete rõhumisest, asetatakse 5—10 meetri tagant



Joon. 109.



Joon. 110.

šahti seinadesse alustalad (Joon. 109), mis ulatuvad seinadesse 0,3—1 m. pikkuses. Alustalade kohale asetamiseks on tarvis seinasse raiuda augud, mis ühtlasi võimaldaksid ka alustala paigale asetamist (Joon. 110). Et ära hoida seintelt tükkide varisemist šahtisse, asetatakse rakete vahele pindlauad (Joon. 111).

Kõvades mannerainetes sünnib šahti läbistamine ja toestamine järkude viisi, s. o. šaht läbistatakse teatud sügavuseni ja siis alatakse selle šahti osa toestamist alt üles. Ei ole aga manneraine küllalt vastupidav, siis tarvatakse riputatavaid rakkeid: läbistatakse šaht ühe rakete vahe pikkuses ja siis asetatakse kohale uus rakkeraam, mis raudklambritega kinnitatakse lähema ülevalasuva rakke külge.

Rakete vastupidavuse suurendamiseks tarvitatakse nii üleni raketega toestamisel kui ka vahepostidega rakete juures püstloodis asetatavaid pikutpõõnasid w (Joon. 108), mis risttugedega s surutakse rakkeid vastu. Risttoed jaotavad ka šahti üksikutesse osadesse.

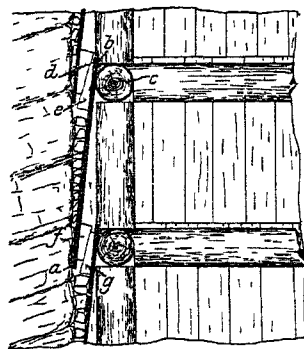
Šahti puutoestiku parandamisel tuleb suurte rõhumiste juures silmas pidada, et parandatava toestiku kõrvaldamine sünniks järk-järgult ja ettevaatlikult, sest nimelt ümbervahetamise ajal võivad ette tulla toestiku hädaohlikud murdumised.

Šahtide vai-toestik.

Raketega toestamisel läbistatakse enne šaht ja siis asutakse ta toestamisele. Kuid alati, näiteks vesiliivas, ei ole see mitte võimalik.

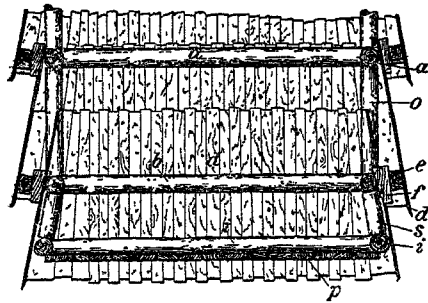
Vai-toestik võimaldab šahti läbistamist ja toestamist ka vesiliivas.

Sissetaotavateks vaiadeks tarvitatakse 3—5 cm. paksuseid ja 15—20 cm. laiuseid teritatud otsadega laudu. Viimase rakke b (Joon. 112) ja enne



Joon. 111.

sissetaotud vaiade d vahele asetatakse latt e, mis kiilu f sissetagumisega rakke talast b nii kaugemale eemale nihutatakse, et tekkinud vahesse võiks vaiasid taguda. On vaiad poole pik- kuseneni sisse taotud, asetatakse kohale ajutine rakkepuu i vaia otsade toeks ja õige suuna alalhoidmiseks. Kui vaiad on lõpuni sisse taotud, kõrval- datakse rakkepuu i ja asetatakse kohale hariliku rakke lüli.



Joon. 112.

Vesiliivas on tarvis šahti põhja kaitsta laudadega p, mille vahed lase- vad vett läbi, kuid takistavad liiva sissevalgumist.

Peale liiva eemaldamist vajuta- takse allapoole laud p tugede abil,

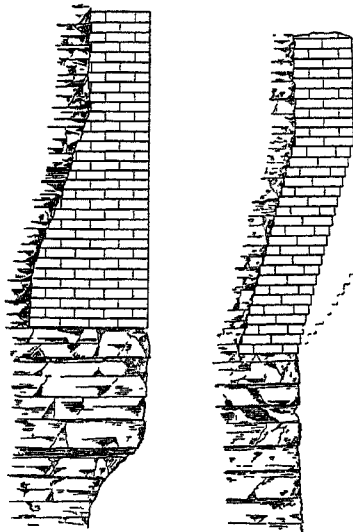
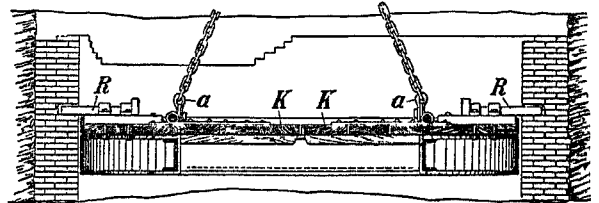
mis asetatakse nende laudade ja rakkerami vahele. On sarnaselt vesiliivas šahti 1—1,5 mtr. läbistatud, siis toestatakse see osa raketega üleni.

Šahtide kivitoestik.

Kui ette on nähtud pikem šahti iga ja kui läbistatavad mannerained ei ole küllalt vastupidavad, siis toestatakse šaht kiviga või betooniga.

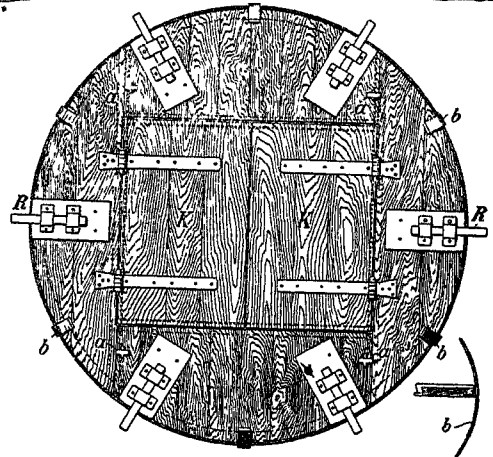
Hästi põletatud telliskive ja harilikku lubjasegu võib šahti toestami- seks tarvitada ainult kuivades kihtides. Keskmise veejuurevoolu juures tarvitatakse loomulikku ehituskivi (paasi, liivakivi) tsementsegul (1 maht tsementi ja 2—3 mahtu liiva).

Väikeste sügavuste juu- res (kuni 100 mtr.) ja vastu- pidavates mannerainetes asu- takse šahti toestamisele parast läbistamistöde lõppemist. Sü-



Joon. 113.

Joon. 114.



Joon. 115.

gavamate šahtide juures sünnib toestamine järkude viisi, kusjuures üksikute järkude kõrgused olenevad mannerainete vastupidavusest ja kihtidest, mis võivad olla müüri aluseks. Keskmise kõvadusega kihtides kõigub üksikute järkude kõrgus 40—80 mtr. vahel.

Müüride alusloogad. Iga kivitoestiku järk peab toetuma vastupidavas kihis asuvale alusrõngale, mille ülesanne on kanda müüri tema kivinemiseni. Pärast kivinemist ei tule ette müüritsilindri allanihkimist, sest seda takistavad läbistatud šahti seina konarlused ja mannerainete rõhumine.

Alusrõngas (Joon. 115) toetub vastupidavas kihis asuvale vööle, mis aga hiljem koristatakse, kui tarvidus on alumist toestiku järku ühendada ülemisega. Selle vöö koristamine on kallisk töö, sest siin ei saa kasutada lõhkeaineid. Selle tõttu ei jäeta heades kihtides erilist vööd, ja allapoole laienev alusrõngas (Joon. 114) asub võrdlemisi kitsal pinnal.

Müürimistöõde läbiviimine. Kivitoestiku vastupidavus suureneb tunduvalt, kui müüritus on tihedalt seotud šahti seinaga, mispärast lubatud ei ole tühjuste jätmise müüri ja šahti seina vahele; ka vahendavad siduvust müüri taga asetatud lahtine manneraine ja puutükid. Šahti müürimine sünnib harilikult rippuvalt laudilt (Joon. 115), mis koosneb profileeritud rauast tehtud alusest ja sellele asetatud laudkattest. See laudi on nelja keti abil ühendatud tõsteköiega. Laudi kõikumiste ärahoidmiseks on laudkattetele kinnitatud riivid, mis asetatakse müüritusse jäetud aukudesse. Laudi on varustatud lahtikäiva luugiga, et võimaldada juurepääsu šahti alumisse ossa.

Šahtide betontoestik.

Betoneerimiseks on tarvis kohale asetada vormid puust või rauast, kuid säärased, mis võimaldavad nende korduvat kasutamist. Vormid tehakse harilikult kaevandusraudtee roobastest valmistatud ringidest, mis asetatakse üksteisest 1 kuni 1,5 mtr. kaugusele ja kinnitatakse üksteise külge poltidega (Joon. 116). Ringide välispinnale kinnitatakse lauad või raudplekk.

Betoon peab vormidesse jääma kuni kivinemiseni. Alusrõngad ei ole betoneerimise juures hädavajalikud, sest betoon täidab kõik konarlused ja praod ning seob tugevalt šahti seinaga. Betooni halvaks omaduseks võib lugeda tema aeglast kivinemist, sest suurenevale survele suudab kivinemata betoon märksa vähem vastu panna kui värske kivimüüritus. Ka on parandused betontoestiku juures raskemini läbiviidavad kui kivitoestiku juures.

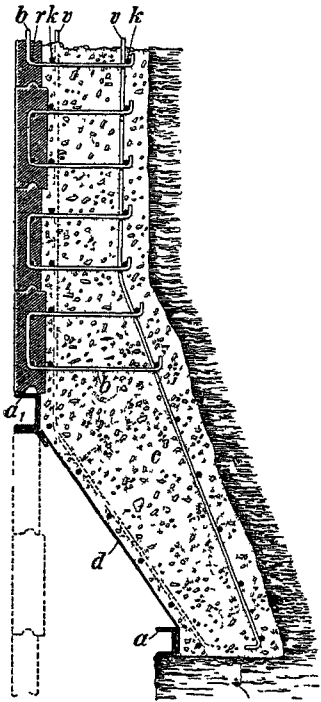
Raudbetontoestik.

Šahti toestikku ümbritseva manneraine ebahühtlane rõhumine võib toestikus esile kutsuda tõmbepingeid, mispärast võrdlemisi harva tarvitatakse betontoestikku puhtal kujul. Sagedamini tarvitatakse šahti toestamiseks raudbetooni, kusjuures tööd tihti läbi viiakse ilma vormideta, moodustades toestiku välispinna õhukestest betoonkividest.

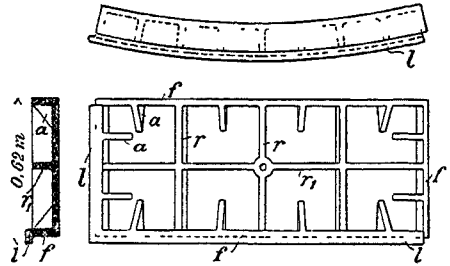


Joon. 116.

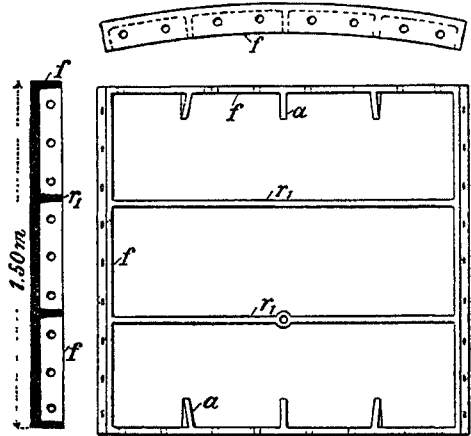
Alusrõngale (Joon. 117) asetatakse betoon-kivid, mille aared on varustatud punnidega ja nuutidega ja mille sisse on asetatud raudlatid, mille otsad seotakse betoonisse asetatava armatuuriga.



Joon. 117. Raudbetoonšahtitoestik. a, a₁ — šahti rõngad; b — U-kujulised raudtraadid, mis ühendavad voodrikive tamp-betooniga; d — raudplekist betoneerimise vorm; k — umaratraadid, r — voodrikivide pikut-traadid; v, v¹ — püst-traadid betoonis.



Joon. 118.



Joon. 119.

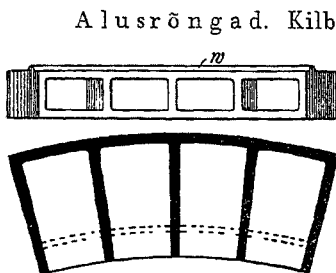
Üldiselt võttes on võrdsetes tingimustes raudbetoontoestiku paksus betoontoestiku omast tunduvalt väiksem, vastavalt lubatud pingetele: 30 kg./cm.² raudbetooni juures ja 20 kg./cm.² betooni juures. Raudbetoontoestiku tarvitamist ei või soovitada kohtades, kus võivad tekkida toestikku purustajad rõhumised, sest raudbetoontoestiku parandused on aegaviitvad ja väga kallid.

Toestamine malm- või teraskilpidega (Cuvelage).

Kui koristustööd läbi viiakse lae langetamisega, siis valgub tekkinud pragude kaudu ülemiste kihtide vesi kaevanduse käikudesse ja ülearune oleks olnud siin šahti veekindel toestik. Kui aga koristustööd on ette nähtud tühjakstehtud ruumi taitmisega, siis on võimalik ära hoida ülemiste kihtide pragunemist ja nendes leiduva vee valgumist kaevanduse käikudesse, kui šaht veekindlalt toestada. Sügavate šahtide veekindlaks tegemine vee suure surve tõttu on teostatav ainult toestamisega malm- või teraskilpidega. Viimased koosnevad üksikutest segmentidest, mis kokkupandult ringi moodustavad, või ühes tükis valatud ringidest (šahti vahema läbimõõdu juures).

Valmistatakse kahte seltsi kilpe: välise flantsidega varustatud inglise kilpe (Joon. 118) ja sisemiste flantsidega varustatud saksa kilpe (Joon. 119). Peale flantside suuredavad kilpide tugevust veel ribad r ja r_1 ja osad a . Inglise kilpide juures on šahti sisemised seinad siledad. Flantside pind on inglise kilpide juures ümbertöötamata (valatud), mille tõttu kilpide kokkupanemisel tekivad vahed, mis puukiiludega tihendatakse. Kilpide kõrgus kõigub 300—700 m. m. vahel.

Saksa kilpide flantside pinnad on siledaks hõoveldatud, mille tõttu nad tapselt kokku passivad; flantside vahele pannakse tinatihendus ja nad ühendatakse kruvidega. Sarnaselt kohale asetatud kilbid moodustavad veekindla, kuid kalgi toestiku, kuna inglise kilpidest koosnev toestik on veidi jareleandlik. Saksa kilpide kõrgus on harilikult 1,5 mtr.



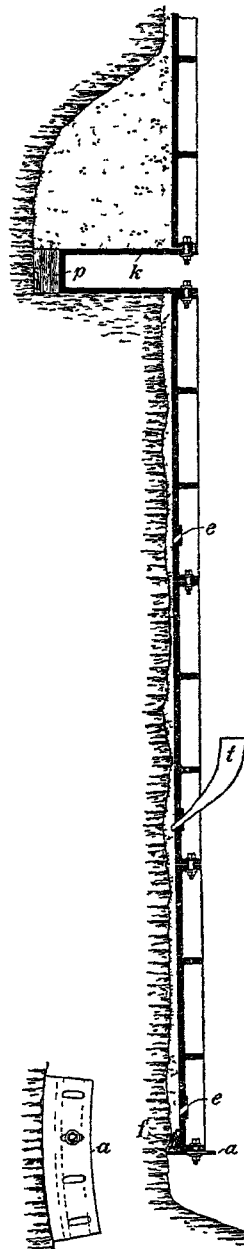
Joon. 120.

Alusrõngad. Kilbid rajatakse alusrõngastele, mis koosnevad üksikute hülidest (Joon. 120). Nende rõngaste teiseks ülesandeks on arahoida kilpide taga leiduva vee valgumist šahti allpool kilptoestust. Asetatakse alusringid harilikult 20—50 meetri kaugusele üksteisest kõvadesse veekindlatesse kihtidesse.

Toestamise läbiviimine. Inglise kilpide juures sunnib toestamine järkjärgult alt ülespoole, kuna saksa kilbid võimaldavad toestamist alt ülespoole ja ülevalt allapoole.

Inglise kilbid asetatakse alusrõngale üksteise kõrvale ja kilpide ja manneraine vahel asuv ruum taidetakse harilikult betooniga. Järgmise kilpide rea asetamisel tuleb silmas pidada, et kilpide püstvahed vahelduks. Vahede tihendamine sünnib kuuse või manni puust kiiludega. Tööde läbiviimiseks tarvitatakse rippuvat laudit.

Saksa kilpide juures tarvitatakse tihenduseks 3 m. m. paksust tinaplekki. Toestamisel ülevalt alla taidetakse pärast 3—6 ringi kohale asetamist ringide ja manneraine vahe tsemendiga (Joon. 121), aukude e läbi toru t abil, kusjuures vahe alumine osa i topitakse saviga või õlgedega, tarbekorral võttes abiks veel alumiste kilpide külge kruvitavaid plekist ringkilpe a .

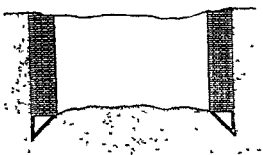


Joon. 121. Rippuvate kilp-rõngaste ja šahti seina vahetsemenditeerimine.

a — alumise rõnga külge kruvitav plekkrõngas, tsemendi ja topise f hoidmiseks; ee — augud tsemendi sissekallamiseks lehtri t abil; k — alusring; p — puust kulud.

Kessonitöö.

Vai-toestiku juures taotakse läbistatavasse kihti toestiku üksikud osad, kuna kessonitöö juures šahti toestik tervikuna allapoole nihutatakse (Joon. 122). Pärast vajumist ehitatakse toestik endise kõrguseni ja siis nihutatakse jälle terve toestik allapoole. See allanihutamine sünnib kas toestiku enese raskuse mõjul või eriliste surumise seadete abil.



Joon. 122.

Toestiku alumine osa on varustatud lõikava terava terasringiga, mille allanihkumise järele asutakse šahti põhja väljavõtmisele kas käsitsi, kui seda vee olud võimaldavad, või mehaaniliste abinõudega. Tuleb hoiduda lõikava ringi alt ja tagant õonestamise eest, sest see võib esile kutsuda ootamatuid toestiku vajumisi.

Kessonitöö on võimalik ainult pehmetes kihtides, mis võimaldavad lõikava terasringi allanihutamist. Seda šahti läbistamise viisi tarvitatakse ainult veerikastes (ujuvates) kihtides, kuna kuivades kihtides harilik šahti läbistamise ja toestamise viis odavam tuleb.

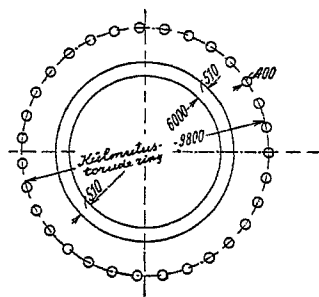
Šahtide puurimine.

Kõvades mannerainetes suure vee juurevoolu puhul tarvitatakse šahti läbistamiseks täies laiuses puurimist vee sees. Kui puurimisega on jõutud veekindlate kihtideni, siis asutakse veekindla toestiku ehitamisele. Šahti puurimine on võimalik vastupidavates kihtides, kus karta ei ole läbistatud šahti seina varisemist. Üksikutes vähem kõvades kihtides võib kaduvat toestikku tarvitada, kuid see on igakord seotud puuri laiuse ja šahti läbimõõdu vähendamisega.

Puurimistöö viiakse harilikult läbi kahes järgus: esiteks puuritakse väikse puuriga, mille laius võrdub umbes $\frac{1}{3}$ šahti läbimõõdust, ja siis suure puuriga täie läbimõõdu saavutamiseks. Kitsast eesšahti kasutatakse suure puuri juhtimiseks ja puurimise juures tekkiva muda kogumiseks.

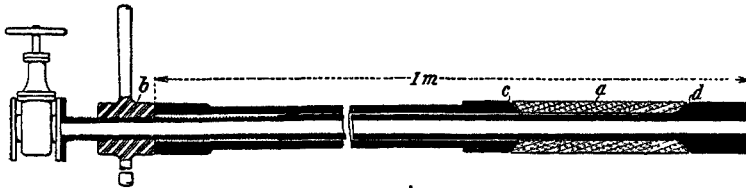
Šahtide läbistamine kihtide külmetamise teel.

Teatud kauguses süvendatava šahti seinast puuritakse veerikastesse kihtidesse augud (Joon. 123) ja neisse paigutatakse kinniste alumiste otstega torud, milledesse asetatakse peenemad, lahtiste alumiste otstega torud, mille kaudu suurtesse torudesse juhitakse hästi madala temperatuurini külmetatud vedelik. Üles tõustes soeneb torudes vedelik, ühtlasi alandades torusid ümbritseva manneraine temperatuuri. Päevade viisi külmetatakse korduvalt torudes soenenud vedelik erimasina abil ja juhitakse tagasi manneraines asuvasse torudesse, kuni tekib kõva külmanud silinder, mille sees käsitsi läbistatakse šaht, kuna külmetatud vedeliku pumpamine torudesse edasi kestab. Kui on jõutud veekindla kihini, asutakse šahti veekindlalt



Joon. 123.

toestamisele, ja alles peale seda lõpetatakse külmetatud vedeliku pumpamine torudesse. Temperatuuri langust saadakse vedelikuks muudetud gaaside (söehappe või ammoniaagi) aurutamiseks, kuna kompressor saadud gaasid jälle vedelikuks muudab. Külma edasikandjaks on harilikult kloormagneesiumi lahu vee, mis jäästub -33° juures.

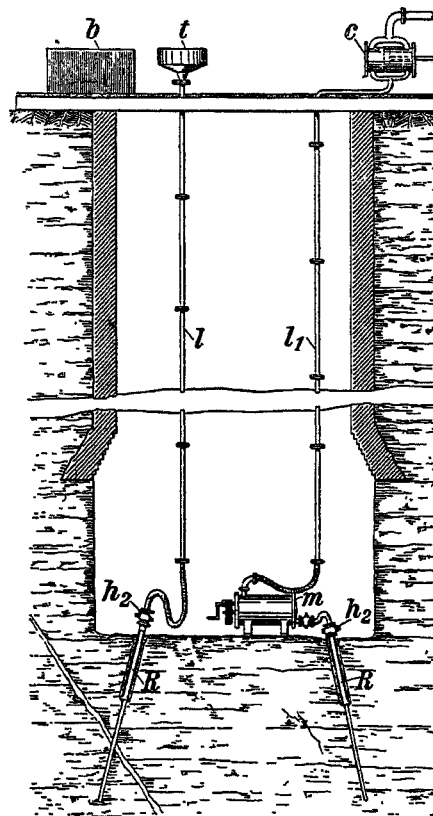


Joon. 124.

Šahtide läbistamine kihtide kivistuse teel.

Veerikkaid kihte on tihti võimalik veekindlateks muuta, kui nendesse suure surve all pressida tsemendi segu (5%—30%). Selleks puuritakse šahti seina ümbrusse puuraugud, millesse asetatakse lahtiste otsadega torud, tihendades toru ja puuraugu seina vahe veekindlaks (Joon. 124). Selle toru kaudu juhitakse puurauku tsemendi segu (Joon. 125), mis täidab kihtides leiduvad lõhed ja õõnsused, teatud aja järele kivistub ja muutub veekindlaks. Kõige tagajärjekamalt on võimalik kivistada kõvades kihtides leiduvaid lõhesid, kus sissepressitud tsemendisegu kõik tühjused täidab. Ka on võimalik kivistada kruusakihte, kui nad ei sisalda savi. Vesiliiva kivistamine ei ole läbiviidav. Et tsemendi segu pressitakse kitsastesse lõhedesse, siis võib 4—5 päeva järele lugeda tsement küllaldaselt kivineuks.

Võrreldes kihtide külmetamisega on nende kivistus odavam ja kiirem, ning peale selle kõrvaldatakse vee juurevool jäädavalt.



Joon. 125.

KAEVANDUSE TRANSPORT.

Kaevanduse transpordi peäülesandeks on toimetada maapõuevara tema tootmiskohast šahti avaushoone laadimis põrandale ja sealt edasi ümbertöötamisvabrikusse või üldkasutatava raudtee laadimisplatsile. Peale selle kuulub transpordi ülesannete hulka toetuse ja muude materjalide kui ka täitematerjali toimetamine nende tarvitamise kohtadele.

Eriti suurt osa mängib transport kivisöe, põlevkivi ja teiste odavate maapõuevarade kaevandustes, kus tegemist on transporteeritavate maapõuevarade suurte hulkadega ja tootmiskohtade suure arvuga. Otstarbekohaselt organiseeritud transport aitab tunduvalt vähendada ekspuateeritava maapõuevara omahinda.

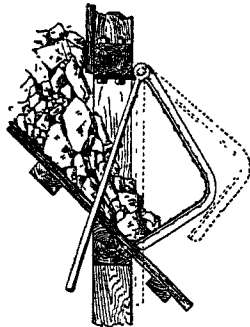
Veo koha järgi võib eraldada transporti koristustööde juures, strekkides, bremsbergides ja šahtides.

VEDU KORISTUSTÖÖDEL.

Siin on transpordi ülesandeks kaevetöödel saadud maapõuevara toimetamine ligema strekini.

Vanemaks ja lihtsamaks transpordi viisiks on maapõuevara kandmine inimjõul korvides või kottides. Sarnane transport on mõeldav kohtades, kus mäetööstus on vähe arenenud ja tööjõud äärmiselt odav, nagu näiteks Hiinas.

Tunduvalt paremate tagajärgedega sünnib transport lamedate kihtide juures lohistamise teel, kusjuures kaevetis paigutatakse kastidesse, mille alumine osa on varustatud rautatud jalastega. Kaevetise lohistamine kuulub raskemate kaevandustööde hulka, kusjuures eriti raske on lohistaja töö õhemate kihtide ekspuateerimisel. Kuid see transpordi viis leiab viimasel ajal ikka vähem ja vähem tarvitamist ja asendatakse veoga kastides või nõudes, mis paigutatakse ratastele.



Joon. 126.

Järskude kihtide juures vajub koristustöödel saadav kaevetis iseendast alla. Vajumiseks jäetud ruumi laius tükilise kaevetise juures ei või olla vähem kui 0,7 mtr., ja kihi kallak peab olema vähemalt 60° . Vajumise ruum on tarvis hoida võimalikult täis, et vähendada kaevetise peenenemist ja toestiku rikkumist. Štreki kohal on vajumise ruum varustatud erilise luugiga (joon. 126), mille avamisel kaevetis satub luugi alla paigutatud vagonetti.

Kihtide kallaku juures 30° – 40° on võimalik kaevetise transpordiks kasutada raskuse jõudu, asetades kallakkäigu põhja künakujuliseks koolutatud 2–3 mm. paksusi raudlehti.

Vedu vagonettides.

Paksemates ja küllalt lamedates kihtides (kallakuga kuni 3°) on võimalik juhtida koristustööde esidesse samu vagonette, milledes sünnib kaevetise vedu strekkides.

Vähe suurema kallaku juures kasutatakse elektriga või survõhuga töötavat vintsi, mis ühtlasi võimaldab ka aheraine vedu vagonettides alumise streki kaudu koristustöö tühjakstehtud ruumi täitmiseks. Samuti võimaldab vintsi kaevetise vedu vagonettides ka kihi tõusu suunas.

Veel suurema kallaku juures võib kasutada piduriga varustatud ratast, mille abil kaevetisega täidetud vagonett oma raskusega üles tõstab tühja vagoneti.

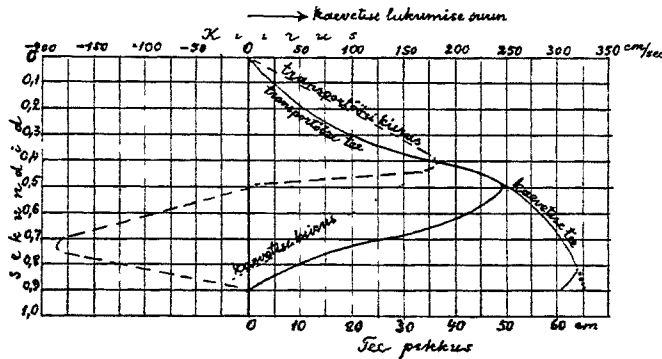
Värintransportöörid.

Laialt tarvitatavad on värintransportöörid, peamiselt õhemate kihtide ekspluateerimisel. Nende töötamist võib võrrelda labida viskega, sest transportöör ühes

temal asuva kaevetisega liigub järjest kasvava kiirusega ja siis järsult vähendades kiirust hakkab liikuma vastupidises suunas järsult suure kiirusega, mille tagajärjel kaevetis transportööril inertsil mõjul edasi liugleb. Kuna

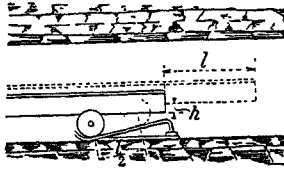
aga labidas tühjalt tagasi läheb, liigub transportöörilint tagasi kaevetisega täidetult, järjest väheneva kiirusega (joon. 127). Värintransportööri töö oleneb suurel määral ekspluateeritava kihi kallakust. Nii on kihi kallaku juures 15° kaevetise edasinihkumine transportööril üle 3 korra suurem kui kallaku juures 5° . Kihi väikse kallaku juures tarvitatakse transportööre, mis tagasikäigul (ülespoole) tõstavad tagumist lindi otsa kõrgemale, et esikäigul jälle langeda (joon. 128), sellega suurendub kunstlikult lindi kallak.

Rippuvad värintransportöörid liiguvad kettide või köite peal, mis kinnitatakse toestiku külge (joon. 129). Kui transportööri lint liigub kaevetise liikumisele vastupidises suunas, tõuseb ta ülespoole rippkettide püstloodis asendist väljaviimise tõttu. Suurim transportööri kiirus langeb ühte momendiga, millal ketid on püstloodis, või saavutatakse pisut enne seda momenti. Rippuv värintransportöör on lihtne üles seada ja ta

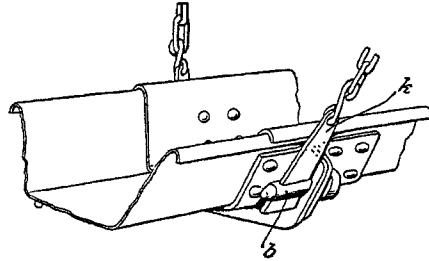


Joon. 127.

töö ei olene põhja ebaühtlusest. Paksemate lamelate kihtide ekspluateerimisel on võimalik suurendada transportööri kallakut, lühendades kettide pikkust ülemises osas.

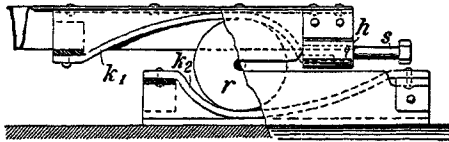


Joon. 128.

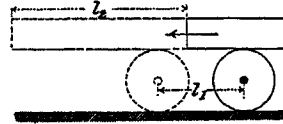


Joon. 129.

Värintransportöörid ratastel on väga laialt tarvitata-
vad. Rattad keerlevad vabalt omil telgedel ja liiguvad edasi-tagasi tasapin-
dade või silindripindade vahel (joon. 130). Nagu joon. 131 näha, on trans-



Joon. 130.

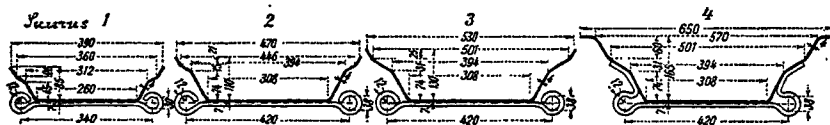


Joon. 131.

portööri tee kaks korda pikem ratta telje teest, sest ühel ajal liigub trans-
portöör rattal ja ratas omal alusel. Kihhi väikse kallaku juures tarvitatakse
rataste alustena kallakpindu (joon. 130), mis võimaldavad mehaanilise jõu
tarvitamist ainult tagasikäikudel (ülespoole).

Ratastel asuvad värintransportöörid on madalad ja selle tõttu kasuta-
tavad ka õhemate kihtide ekspluateerimisel.

Transportöör valmistatakse 2—4 mm. paksusest plekist trapeetsikujulise
põiklõikega (Joon. 132). Üsikutte osade pikkus on 3—4 mtr. ja nad pea-



Joon. 132. Värintransportööride kere Saksa uuemad normid.

vad olema kalgilt ühendatud, kuid kergesti lahtivõetavad ja uuel kohal jälle
kergesti kokuseatavad. Jõuallikaks võib olla nii survõhu- kui ka elektri-
mootor.

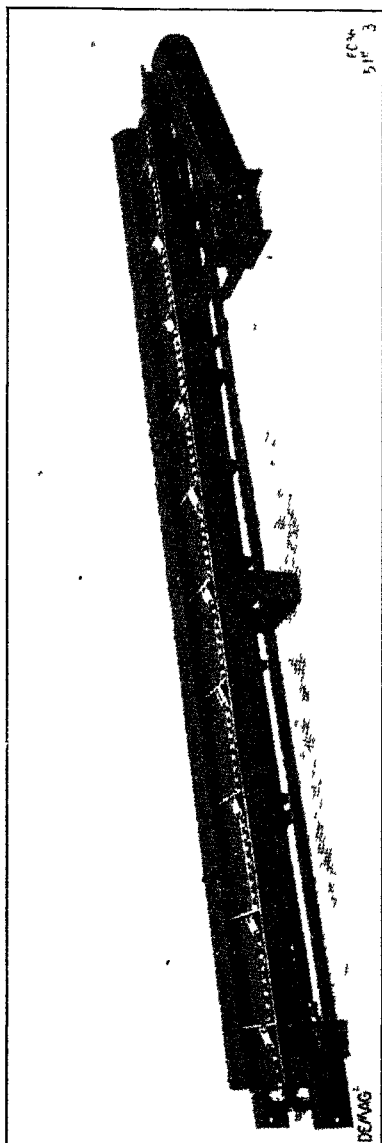
Värintransportööre võib samuti kasutada ka aheraine juureveoks ko-
ristustöödel tühjakstehtud õõnsuste täitmiseks.

Värintransportöörid on eriti kasulikud õhemate kihtide ekspluateerimi-
sel, kus nad asendavad kaevetise mitmekordset labidaga kühveldamist kuni
lähema strekini ja peale selle võimaldavad kallide strekkide ja bremsbergide

arvu tunduvalt vahendada, sest transportööri pikkus ja sellest olenev strekkide vahe võib olla kuni 150—200 meetrit

Vähem kasulik on varintransportöör paksude lamedate kihtide juures, mis võimaldavad vagonettide juhtimist koristusesidesse ja vintsi kasutamist. Kuid siiski on sunn kaevetise kuhveldamine transportöörile kergem kui vagonetti, ja ka aheraine juurevedu ja kohale paigutamine on lihtsam ja odavam kui veo juures vagonettides.

Varintransportööri kasulikkus oleneb veetava kaevetise hulgast, sest viimase ka tunduvalt vähenemisel jääb transportööri kulu siiski pea endiseks. Tahtis on koristustööde esi kiire edasinihkumine, sest sellega on seotud nii



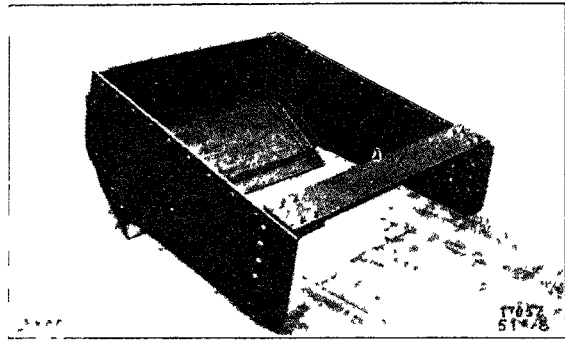
Joon. 153.



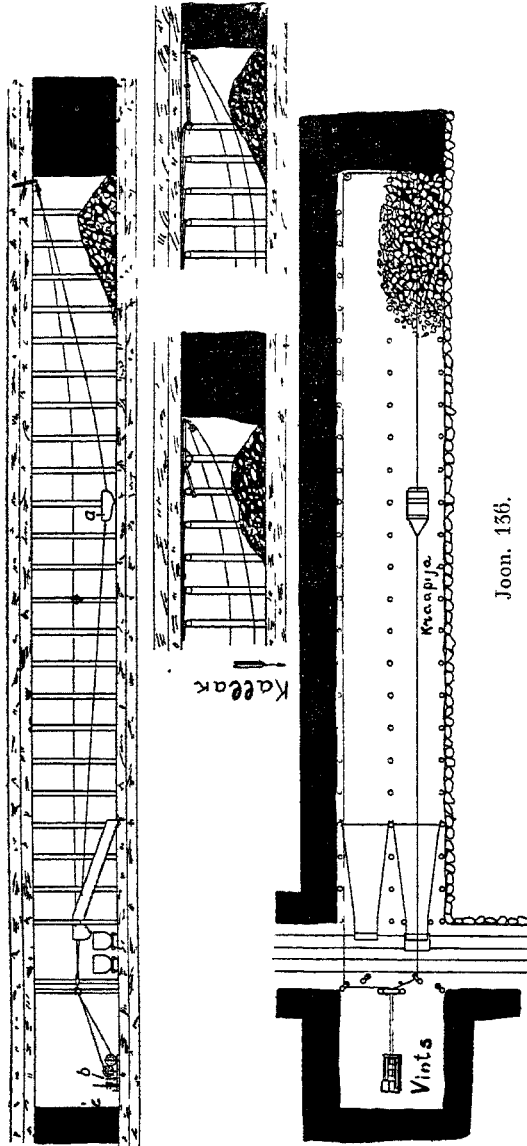
Joon. 154.

transportööri kui ka toetuse kulude vahenemine.

Esi tuleb hoolsalt toetada ja tühjakstehtud õõnsust võimalikult kumremalt aherainega taita, sest lae allalangemine võib transportööri too seisma panna ja sellega tunduvalt vahendada produktiooni.



Joon 135



Joon. 136.

Liikuvate kraapijate abil töötavad transportöörid

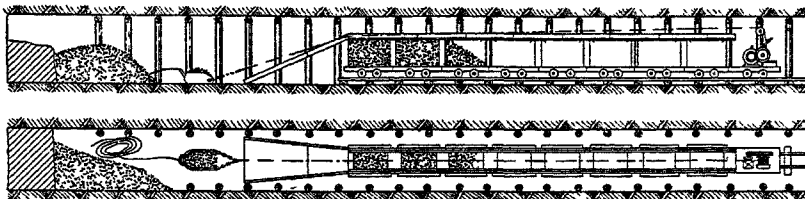
ei suutnud koristusesides võistelda varintransportööriridega, mille põhjuseks on võrdlemisi keeruline konstruktsioon ja raskused ülesseadmisel ja ümberpaigutamisel. Kuid need transportöörid on väga kohased kaevetise või aheraine vaikeste kvantumite transpordiks lühikese maa peale, nagu, näiteks, streki labistamisel laia esiga. Transportöör koosneb umbes 4 m. pikkusest plekist valmistatud rennist, milles mootori abil liigub otsata kett, mis varustatud plekist kraapijatega (Joon. 135). Sarnane transportöör võimaldab vedu ka kihi tõusu suunas.

Kummilindi abil töötavad transportöörid

on kasutatavad nii koristustöodes kui ka strekkides. Lint liigub rullidel (Joon. 134) ja on pikendatav.

Jõuallikaks on elektri- või survõhumootor. Kummilint võimaldab transporti ka kihi tõusu suunas ja samuti võimaldab seade ka liikumise suuna muutmist.

Kummilindi abil koristustööde strekkides töötavad transportöörid võimaldavad streki läbimõõdu vahendamist, kiiremat kaevetise või aheraine transporti, ühtlasi asendades kallist vedu hobustega.



Joon. 137.

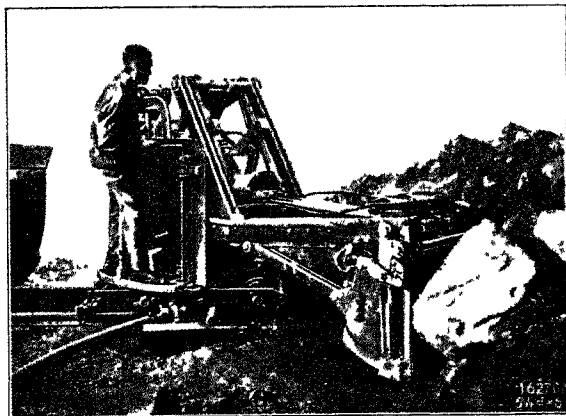
Kraapijad.

Ülalkirjeldatud transportöörid toimetavad kaevetise vagonetti või teise transportöörile, kuid nõuavad kaevetise käsitsi pealelaadimist. Vintsi ja kõite abil töötavas kraapijas on ühendatud laadimise ja transpordi seaded.

Kraapija ise on külgedest ja tagaseinast koosnev raudkast (Joon. 135), mis kahe trumliga varustatud vintsi ja kõite abil (Joon. 136) liigub esi ja streki vahel, kusjuures kraapija esis täitub kaevetisega, mille järele ta kihi põhja mööda edasi lohistatakse ja juhatakse vagoneti kohale ülesseatud renni, mille lõpul kraapija vagoneti kohal tühjeneb. Kraapija võib töötada kallaku, tõusu ja lebamise suunades. Töötamise juures vajab vähemalt kaht töölist: üht vintsi juures ja teist kraapija juures. Transpordi kaugus võib tõusta 60 meetrini.

Strekkide läbistamisel kasutatakse lihtsamat kraapijat (Joon. 137), mis tühjal tagasi liigub inimjõu abil. Ühe trumliga varustatud vint asub platvormil, mis paigutatakse laaditavate vagonettide taha. Kaevetisega täidetud kraapija lohistatakse kallakrenni mööda vagonettidele asetatud laadimisteele, kus ta edasi liigub, täites järkjärgult vagonette. Vagonettide vahed kaetakse plekiga. Tühja kraapijat tõmbab kergesti tagasi üks tööline.

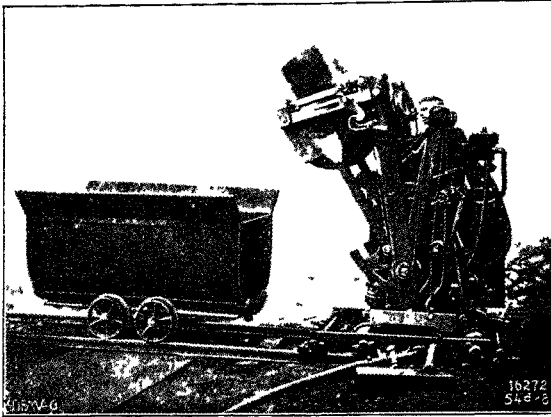
Vagonettide etteandmine ja laadimisele järgnev äravedu sünnib lihtsalt ja nõuab vähe aega, ning on eriti kasulik üheteelistes strekkides, kus vagonettide vahetamine raske ja aegaviitev.



Joon. 138.

Mehaaniline laadimislabidas.

Strekkide läbistamise kiiruse tõstmiseks on peale puurhaamrite samuti vajalikud mehaanilised laadimisabinõud. Laialt tarvitatavad on Butleri süsteemi laadimislabidad



Joon. 139.

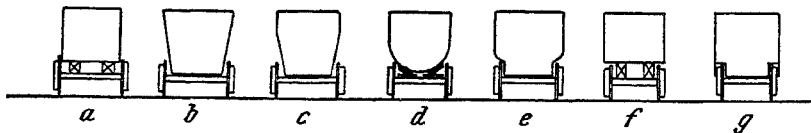
teemi laadimislabidad (Joon. 138, 139), millele töö sarnaneb ekskavaatori tööle. Labidamaht on 0,2 k. mtr. Produktioon kõigub 10 ja 20 k. mtr. vahel tunnis ja oleneb kaevetise seisukorrast ja vagonetide vahetamise kiirusest. Labidas töötab survõhuga. Töötamine on võimalik käikudes, mille laius on vähemalt 1,7 mtr. ja kõrgus 2,10 mtr.

VEDU STREKKIDES.

Strekkides sünnib kaevetise vedu üldiselt roobastel liikuvates vagonetides. Kuid teatud tingimustel võib olla otstarbekohasem kaevetise veoks strekkides tarvitada värintransportööri või kummilinti. Kui, näiteks, kihi väikse kallaku juures bremsberg ei töötaks, mispärast ta asendatakse värintransportööriga, siis on kasulikum ka streki osas, mis asub bremsberki asendaja transportööri ja koristustööde vahel, kasutada värintransportööri, sest ühenduses sellega võib vähendada streki põiklõiget ja kokku hoida toestiku remondi kuludes.

Vagonetid.

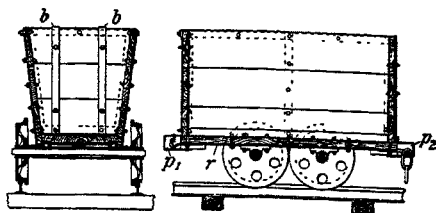
Vagonett koosneb kastist, ratastest ja neid siduvatest osadest. Kaevanduse vagonett peab olema odav, kerge, kuid ühtlasi vastupidav ja ruumikas, peab püsivalt seisma roobastel, kuid siiski võimaliku mahalibisemise puhul peab olema kergesti tagasiasetatav roobastele, peab võimaldama liikumist ka



Joon. 140.

väikeste raadiustega kõverikkudel. Harilikult on võimalik neid nõudmisi ainult osaliselt täita, sest, näiteks, lai rataste vahe teeb vagoneti stabiilseks, kuid takistab liikumist kõverikkudel. Samuti vagonett kitsa telgede vahega liigub kergesti kõverikkudel ja on kergesti asetatav roobastele, kuid libiseb kergemalt roobastelt ja ei kõlba mehaniseeritud transpordi juures.

Vagoneti kast võib olla puust (40—50 mm. paksuste seintega) või raudplekist (vähemalt 4 mm. paks).

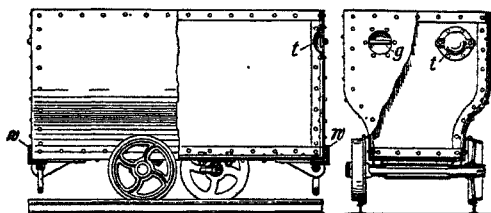


Joon. 141.

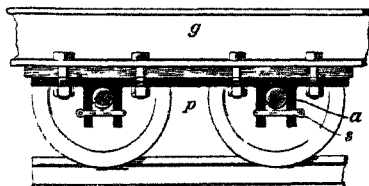
Puust kastid on odavamad, kuid raskemad, eriti niiskuses. Kasti kaalu suurendavad tunduvalt raudosad (Joon. 141), mis aga vagoneti tugevuseks tarvilikud.

Raud- või terasplekist kastid on kergemad ja neid võib roostetamise ärahoidmiseks katta tsiingi korruga. Kasti nurgad on nurkrauast (Joon. 142); ülemine äär vitsrauast.

Rattad võivad vabalt tiirelda telgedel, kuid võivad ka kiilu abil kindlalt ühendatud olla telgedega, mis sarnasel korral tiirlevad vagoneti kasti

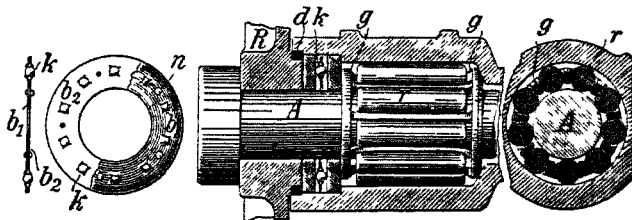


Joon. 142.



Joon. 143.

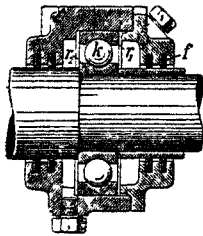
põhja külge kinnitatud laagrites. Telgedega kindlalt ühendatud rattad kutsuvad esile hõõrumise kõverikkudel. sest väline ratas peab tegema pikema tee kui sisemine ratas. Kuid telgedel tiirlevate rataste laagreid on raske kaitsta tolmu vastu ja hoida küllaldase määre all. Sellepärast tarvatakse harilikult laagrites tiirlevaid telgesid, mille ühte otsa asetatakse ratas kiilu abil kindlalt, kuna teise otsa asetatakse vabalt tiirlev ratas. Kõige lihtsamad on lahtised laagrid (Joon. 143). Määrimine sünnib pintslil abil, kusjuures vagonett keeratakse küljeli või selili. Lahtiste laagritega vagonetide juures on määredeõli kulu suur, sest laagreid tuleb määrada vähemalt üks kord vahetuses. Kinnine laager harilikult ümbritseb tervet telge, kusjuures laagrite vahelises keskmises osas on määredeõli tagavara. Hõõrumise vähendamiseks kasutatakse rull-laagreid (Joon. 144), kus libisev hõõrumine asendatakse veereva hõõrumisega. Siin



Joon. 144.

sünnitab raskusi rullide rööpselt hoidmine vagoneti pörutuse ja löökide juures; küljerõhumiste vastu on ette nähtud kuulid k.

Veel rohkem väheneb hõõrumine kuullaagrite juures (Joon. 145). Rida teraskuule asetatakse kahe rõnga r_1 ja r_2 vahele. Kinnised laagrid vähendavad nii määrdeõli kui ka tööjõu kulu: laagri õli tagavara uuendamine sünnib 3 kuni 6 nädala tagant. Halvaks küljeks võib lugeda asjaolu, et laagrite rikked võivad pikemat aega jääda tähelepanemata; ka tuleb hoolsalt jälgida määrdeõli tagavara uuendamist laagrites. Määrdeõli ei või olla liig vedel, sest siis võib ta kergesti kaotsi minna, kuid ei või ka aja jooksul kõvaks muududa.



Joon. 145.

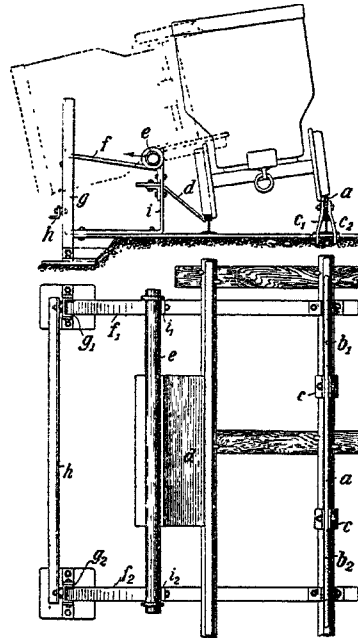
Vagoneti kasti maht oleneb eksploateeritavate kihtide paksusest, transpordi iseloomust ja vagonettide laagritest. Kui vedu osaliselt sünnib inimjõuga, siis võetakse vagonetti mahtuva kaevetise kaaluks harilikult 500—600 kg. Mehaniiseeritud transpordi juures tarvitatakse vagonette, mis mahutavad 650—750 kg. kaevetist. Ameerikas on mindud vagonettide suurusega kuni 5 tonni kasuliku mahutuseni; sellele eeskujule püüavad järgneda ka kaevandused teisel, et vabaneda kahjulikust vaguni taara veost ja hulga vagonettidega ümberkäimiseks tarvilikust inimjõu ja aja kulust.

Hästi konstrueeritud terasest vagonett kaalub tühjalt 300—420 kg., nii et tühja vagoneti kaal võrdub 36—38% täidetud vagoneti kaalust.

Vagonettide tühjendamine. Kaevetisega maapinnale tõstatetud vagonettide tühjendamine sünnib harilikult ümberviskajate (wipperite) abil. On aga tarvis vagonetti maa all tühjendada (näiteks täite juureveo puhul), siis kasutatakse vagonette, millede külje- või otsaseinad lahti käivad. Harvem tarvitatakse vagonette pööratavate kastidega. Hariliku vagoneti ümberviskamise kergenduseks tõstetakse raudtee üks roobas soovitud kohas kõrgemale (Joon. 146).

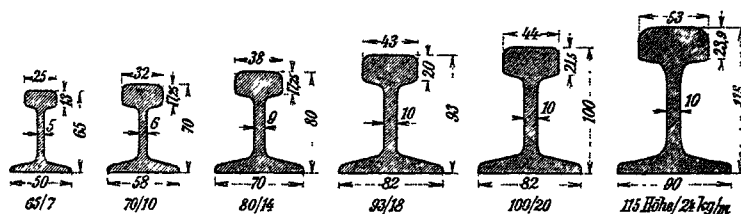
Roopad.

Vagonetid liiguvad terasest valtsitud roobastel. Hinna alandamiseks valmistatakse roopaid teatud normaalprofiilide järgi (Joon. 147), mida iseloomustavad roopa kõrgus ja ühe jooksva meetri kaal. Kergemaid roopaid (a ja b) tarvitatakse koristusväljade strekkides. Bremsbergides ja peastrekkides hobuse ja otsata köie veo juures tarvitatakse raskemaid roopaid (c ja d), kuna veo juures veduritega veel raskemaid roopaid tarvitatakse (e ja f). Mida suurem on vedu teatud käigu kaudu ja mida suure-



Joon. 146.

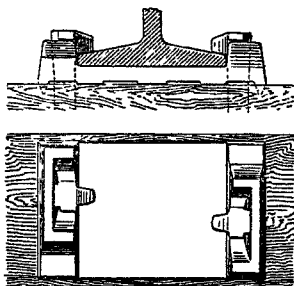
maid kulusid võivad esile kutsuda vagonettide ja vedurite roobastelt mahaliisemised, seda raskemad roopad tuleb selle käigu jaoks valida ja seda tugevam tuleb tee ehitada.



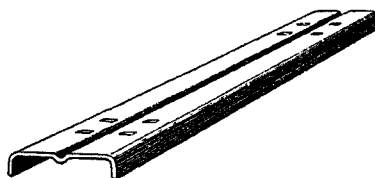
Joon. 147.

Liipred.

Puust liipred peavad olema kõvad ja mittelõhenevad ning vastupidavad niiskuses. Nendele nõuetele vastab pea täiel määral tamm, kuid ta on tunduvalt kallim männist ja kuusest. Mädanemise vastu ettevõetav liiprite imbutamine tõstab suurel määral nende iga ja on kindlasti tasuv



Joon. 148.



Joon. 149.

seal, kus roobastee pikemat aega tarvitusele jääb. Roopad kinnitatakse liiprite külge eriliste naeltega. Raskemate vagonettide ja suurte kuiruste juures ei ole roobaste kinnitamine liiprite külge naelte abil küllalt vastu pidav, eriti kõverikkudel. Sarnastel juhustel tarvitatakse aluslappe (Joon. 148), mis ühtlasi ära hoiab roopa vajutamise liiprisse.

Rauast liipred valmistatakse harilikult eriprofiili järgi valtsitud rauast või terasest (Joon. 149). Allmaakäikudes on aga nende tarvitamine piiratud, sest nad roostetavad, raskendavad tee ehitust ja deformeeruvad hobuste kapjade all. Heade tagajärgedega tarvitatakse rauast liipreid kuivades käikudes mehaanilise veo juures.

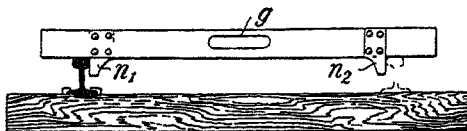
Tee ehitus.

Tähtsamate teede sirgete osade ehitamisel kinnitatakse üks roobas liipritele nõõri järgi, kuna teine asetatakse esimese kõrvale sablooni järgi (Joon. 150). Sarnaselt asetatud roobaste vahe on 10—20 mm. laiem kui vagoneti rataste portide vahe. Tee kallak kontrollitakse vesiloodi ja kallakule vastava kiilu abil.

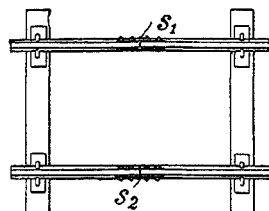
Kõverikkudel asetatakse väline roobas sisemisest kõrgemale ja suu-
rendatakse roobaste vahet 15—20 mm. võrra.

Kõverikkude raadius peab harilikkude vagonettide juures olema vähe-
malt 4 mtr., kuna vedurite jaoks nõutakse vähemalt 10 mtr.

Liiprid asetatakse harilikult 70—90 cm. kaugusele uksteisest, kuna
pöörangutel see vahe on väiksem. Koristussteekides võib liiprite vahe olla
100—120 cm.



Joon. 150.

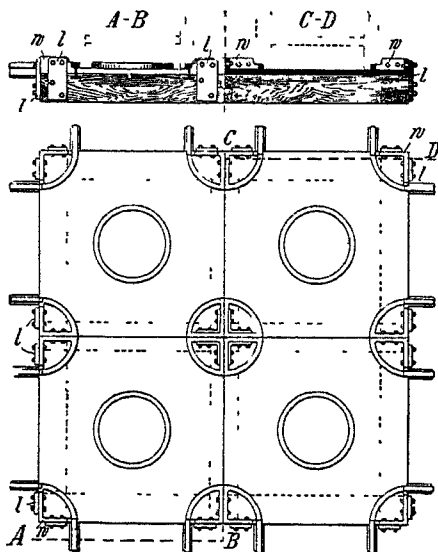


Joon. 151.

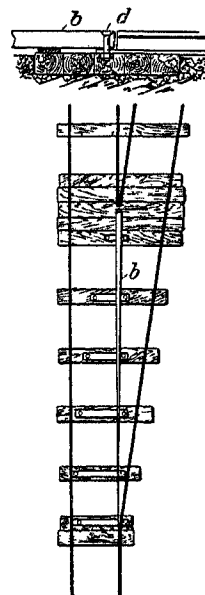
Bremsbergides asetatakse osa liipreid toestiku tugede taha, et ara hoida
tee libisemist. Roopad uhendatakse uksteisega sidelappide ja kruvide abil
(Joon. 151). Koristussteekides võivad sidelapid ara jääda: ühenduskoha
alla asetatakse liiper ja mõlemad otsad naelutatakse liipri külge

Pööreplaadid.

Kui kaigud ristlevad taisnurga all, siis on tihti otstarbekohasem tee
kõveriku asemel tarvitada teras- või malmplaate, mis asetatakse puust raami.



Joon. 152.



Joon. 153.

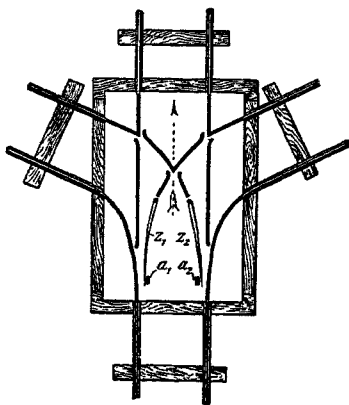
Plaat on varustatud segmentidega ja ringiga (Joon. 152), mis kergendavad
vagoneti pöörämist ja juhtimist teise käigu teele. Bremsbergides ja veo

juures otsata kõiega tarvitatakse plaate, mis on varustatud soontega, mille-des liiguvad vagoneti rataste pordid.

Pöörangud.

Vagoneti liikumist ühelt teelt teisele võimaldavad pöörangud. Kõige lihtsam on pöörang ühe telje d ümber pööratava osaga („keelega“) b (joon. 153), mille terav ots asetatakse vastu seda roobast, millest tahetakse vagonetti kõrvale juhtida.

Kui peateest lähevad kahele poole kõrvalteed, siis on otstarbekohane pöörangu üksikud osad kinnitada malmplaadile (Joon. 154; $z_1 z_2$ — pööratavad keeled; $a_1 a_2$ — keeleotste toed).



Joon. 154.

Jõuvajadus vagonettide veoks.

Roobastel liikuma pandud vagonett jääb varsti seisma, mille põhjuseks on hõõrumine. Vagoneti liikumist takistab kahte liiki hõõrumine: „veerev“ hõõrumine rataste ja roobaste vahel ja telgede hõõrumine laagrites, milline võib olla „veerev“ — kuulja rull-laagrite juures, või „libisev“ lihtsamate laagrite juures.

Mida suurem hõõrumine, seda suurem peab olema vagoneti liikumiseks vajalik jõud. Samuti on hõõrumine proportsionaalne vagoneti bruttokaalule. Kuullaagrite juures võrdub hõõrumine 0,004 kuni 0,008 transporteeritava vagoneti kaalust; rull-laagrite juures on see arv 0,008 ja 0,012 vahel, kuna lihtsate laagrite juures see kõigub 0,012 ja 0,022 vahel. Vagoneti transporteerimisel tehtud töö on hõõrumisest ja tee pikkusest. Nii, näiteks, täidetud vagoneti kaalu juures 900 kg. on lihtsate laagrite juures hõõrumine $0,015 \times 900 = 13,5$ kg. ja tee pikkuse juures 20 meetrit võrdub tehtud töö $20 \cdot 13,5 = 270$ kg.-meetrit. Mida lühema aja jooksul see hõõrdetöö peab võidetama, seda suurem peab olema veoriista võime; näiteks, kui vedur, mille kaal on 4000 kg., veab 20 vagonetti kiirusega 3 mtr. sekundis, siis on veduri võime $(4000 + 20 \cdot 900) \cdot 0,015 \cdot 3 = 990$ kg.-meetrit. sekundis või 13,2 hobusejõudu.

Osa jõuallika võimest kulub kiirenduseks või liikuma panemise takistuse võitmiseks. See võime on hõõrumisest ja ajast, mille jooksul seda liikuma panemise juures kätte saadakse. Ka tee kõverikud kutsuvad esile erihõõrumise, millele vastavalt tuleb suurendada jõuallika võimet. Tee kallakul on suur mõju liikumise ja jõuallika peale. Kallakpinna asetatud vagoneti raskuse jõud jaguneb kaheks, milledest üks perpendikulaarne, teine aga paralleelne pinna kallakule. Liikumise juures kallaku suunas vähendab raskuse jõud hõõrumiste võitmiseks vajalikku jõudu, kuid kallaku suurenemisel jätkub raskuse jõust mitte ainult vagoneti liikumiseks, vaid ka mõne kasuliku töö tegemiseks, nagu, näiteks, tühjade vagonettide liikumiseks tõusu suunas bremsbergides. Kuid liikumise juures kallakpinna tõusu suunas suurendab vagoneti raskuse jõud liikumiseks vajalikku jõuallika võimetarbet. Näiteks, kallaku juures 1:200 võrdub allapoole liiku-

miseks tarvilik jõud rull-laagrite juures $0,01 - 0,005 = 0,005$ vagoneti raskusest, kuna liikumise juures tõusu suunas on tarvis $0,01 + 0,005 = 0,015$ vagoneti raskusest; kallaku juures $1:50$ ($0,02$) liiguvad vagonetid raskuse jõul rull-laagrite juures jõuga $0,02 - 0,01 = 0,01$ osa vagoneti raskusest, lihtlaagrite juures $0,02 - 0,015 = 0,005$ osa raskuse jõust. Kui mõnes käigus liiguvad täidetud vagonetid ühes suunas ja tühjad vagonetid vastupidises suunas, siis on otstarbekohane (võimaluse puhul) anda käigu teele sarnane kallak, et tarvilik jõud täidetud vagoneti liikumiseks käigu kallaku suunas oleks võrdne tarviliku jõuga tühja vagoneti liikumiseks sama käigu tõusu suunas. Näiteks täidetud vagoneti kaalu juures 900 kg. ja tühja vagoneti kaalu juures 350 kg. leitakse nõuetav kallak lihtlaagrite juures võrrandist $900 \cdot (0,015 - x) = 350 \cdot (0,015 + x)$, kust $x = 0,0066$.

Tonnkilomeeter. Veo majanduslist külge iseloomustab ühe kasuliku tonnkilomeetri maksumus, s. o. kulu, mis on seotud 1 tonni kaevetise veoga 1 kilomeetri pikusel teel. Peamiselt oleneb see kulu hõõrumistest ja seda mõjutavast vagonettide laagrite seisukorrast ja teede kallakust.

Inimvedu.

Vagonettide ja tee hea seisukorra juures võib vagoneti lükkaja teha $3-4$ tonnkilomeetrit vahetuses (8 -tunnilises). Et see on ligi 10 korda väiksem ja ligi 5 korda kallim hobuse veo saavutustest, siis on vagonettide transport inimjõuga mõeldav väikese produktsiooni juures lühemates käikudes, kuhu hobuse saatmine on tülikas ja seotud ajakuluga.

Hobusevedu. Veo juures hobustega on nõuetavad võrdlemisi kõrged käigud. Madalamaid käike ja väiksemaid hobuseid kasutatakse seal, kus toodang vastab nende võimele.

Madalates šahtides vähese hobuste arvu juures ei sünnita raskusi nende asumine pealmaa tallides. Kuid sügavates šahtides suurema hobuste arvu juures vähendaks nende transport tunduvalt tõstemasina produktiivsust, mis pärast kasulik on ehitada hobuste jaoks allmaa tallid, kuigi see raskendab kaevanduse tuulutamist ja võitlust hobuste nakkushaiguste vastu. Tule hädaohu ärähoidmiseks ehitatakse tallid kivist ja rauast.

Vagonettide arv ühe hobuse jaoks oleneb teede kallakust ja seisukorrast, kaevetise erikaalust, vagonettide mahust, laagritest ja nende määrimisest; ka hobuste jõust.

Ühe hobuse produktiivsus ühes vahetuses kõigub selle tõttu suurtes piirides 15 ja 55 tonnkilomeetri vahel, nii et keskmiseks võiks arvata $30-35$ tonnkilom.

Köievedu.

Kohakindlaid masinaid (vintse) võib vagonettide veoks kasutada köite või keti abil. Vedu köiega võib olla kahesugune: tervete rongidena või üksikute vagonettidena.

Rongide vedu sünnib veoköie ja sabaköie abil (Joon. 155). Vintsil on kaks trummelt t_1 , t_2 , mis võivad olla kas kindlalt teljega ühendatud või vabalt telje ümber tiirelda. Täidetud vagonettide veoks ühendatakse veoköie v trummel kindlalt vintsi teljega, kuna teine trummel vabalt telje ümber tiirleb. Tühjade vagonettide veoks ühendatakse teine trummel, sabaköiega h , kindlalt masina teljega, kuna trummel veoköiega vabalt telje ümber tiirleb.

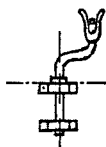
Vedu veo- ja sabaköiega on peamiselt ette nähtud pikkade sirgete ühe teega varustatud käikude jaoks. Rongid koosnevad 50—100 vagone-
tist. Liikumise kiirus harilikult 2—3 meetrit sekundis.



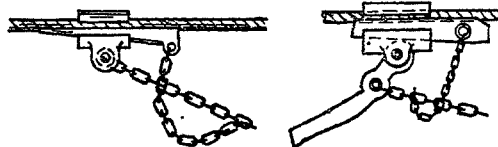
Joon. 155

Vedu otsata köie abil võimaldab üksikute vagonettide lüli-
tamist liikuva köie külge paljudes punktides, ja samuti vagonettide lahuta-
mist liikuvast köiest. Kaheteelise streki kummagis otsas asub ratas, mille
äär on varustatud soonega, milles liigub alati ühes suunas otsata köis.
Üks ratastest, mida ümbritseb köis, tiirleb masina jõul ja paneb nõnda
liikuma ka köie.

Vagoneti ühendamine köiega sünnib ekstsentriliselt asetatud kahe-
harulise hargi (Joon. 156) või keti abil (Joon. 157). Ekstsentriline hark

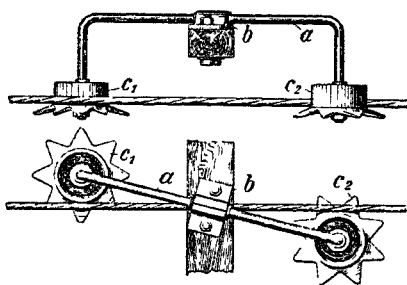


Joon. 156.



Joon. 157.

on kinnitatud vagoneti külge roobastee keskkohal, kus ka liikuva köie koht.
Hargi harude vahele asetamise puhul pöörab köis kahvli tee keskkoha
poole, mille tagajärjel tekib hõõrumine köie ja hargi harude sisepinna
vahel ja sellega seotud köie painutamine, mis võimaldab vagoneti liikuma
panemist köie abil. Vagoneti liikumiseks tarvilik hõõrumine köie ja hargi
harude vahel on suurel määral köie pinevusest (koormast). Vagoneti

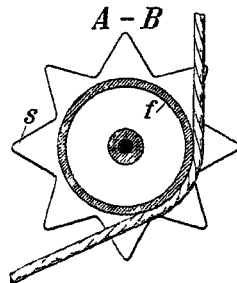
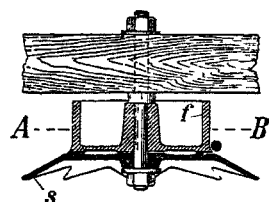


Joon. 158.

köiega ühenda-
mine sünnib
käsitsi, kuna
köiest vabasta-
mine võib sün-
dida käsitsi või
automaatselt.

Keti üks
ots ühendatakse
vagoneti veo-
rõngaga, kuna
teine ots erilise
luku abil (Joo-
nis 157) köiega ühendatakse.

Ketid ei hoi-
a köit
üleval, mille tõttu siin tarvilik on eriliste tähe-
kujuliste kanderatate c_1 c_2 (Joon. 158) ülessead-
mine. Et ara hoida köie laskumist tee pinnale,
asetatakse kanderatad 50 meetri kaugusele üks-
teisest.



Joon. 159.

Kõverikkudel tarvitatakse samuti tähekujulisi kanderattaid (Joon. 159), ja mida rohkem neid kõverikule asetatakse, seda paremini liigub kõis. Et ära hoida kõie pinge langemist alla teatud miinimumi, lastakse kõis kõige lõdvemas kohas üle ratta, mis vastava raskuse mõjul köit pingutab. Kõie liikumise kiirus on väike: harilikult 0,5—1,2 meetrit sekundis. Kõie iga on $1\frac{1}{2}$ kuni 2 aastat.

Sirgjoonelistes käikudes, kus ainult vähemad tõusud ja kallakud ette tulevad, loetakse otsata kõiega vedu kõige odavamaks. Kõverikud ja tarvidus lülitada vagonette paljudes kohtades võivad kõisveo juures põhjustada sagedaid liikumise takistusi. nii et sarnastel kordadel tuleb eelistada vedu veduritega.

Vedu otsata ketiga.

Üldiselt sarnaneb veole otsata kõiega. Ketil liikumine sünnib erilise ratta abil, mille äärel keti lülidadele vastavad pesad.

Vagoneti lülitamine keti külge sünnib vagoneti küljele kinnitatud hargi abil. On aga kett küllalt raske ja vagonettide vahe suur, siis on vagoneti ühesvõtmiseks küllalt lihtsast keti vagonetile lamamisest.

Keti kanderullid on varustatud ketilülidadele vastava soonega. Liikumine kõverikkudel on seotud vagonettide roobastelt mahalibisemiste võimalustega, mispärast siin tarvilik on järelvalveks alaline tööline.

Et kett on 7 korda raskem sama koormat vältivast kõiest, siis peab jõuallikana kasutatav masin olema raskem ja kallim kui kõieveo juures. Keti soetamise kulu on 4—5 suurem vastava kõie soetamise kulist.

Vedu veduritega.

Libisev hõõrumine veduri rataste ja roobaste vahel peab suurem olema kui üldine veerev hõõrumine vastavate vagonettide rataste ja roobaste vahel. Rataste libisemise ärahoidmiseks veo raskematel tingimustel on igal kaevanduse veduril ette nähtud liiva roobastele raputamise seade.

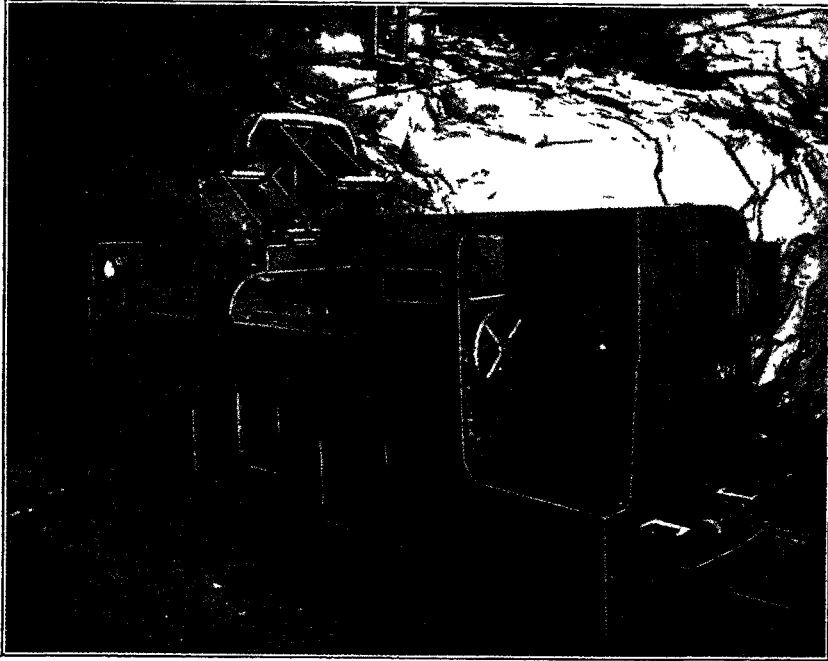
Et libisev hõõrumine veduri rataste ja roobaste vahel oleneb veduri kaalust ja hõõrumise koefitsiendist, mis kõigub 0,15—0,20 vahel, siis võib teatud veduri jaoks kindlaks määrata ta maksimaalne veojõud; näiteks 6 tonni raskuse veduri veojõud on $6 \cdot 0,2 = 1,2$ tonni. On aga antud nõuetav veojõud, siis võib kindlaks määrata veduri minimaalne kaal.

Kaevanduse vedurite jõuallikaks võivad olla siseküttega plahvatusmootorid, elektrimootorid ja survõhumootorid. Kõige rohkem levinud on elektrimootorid, mis voolu saavad õhuliinide kaudu; neile järgnevad plahvatus- ja survõhumootorid, kuna akkumulaatorite vooluga töötavad elektrimootorid on võrdlemisi vähe levinud.

Õhuliini vooluga töötavad elektrivedurid. Õhuliin tõmmatakse vasktraadist, mille läbimõõt on vähemalt 8 mm. ja mis iga 10 meetri tagant kinnitatakse isoleeritult käigu toestiku külge. Pinge juures kuni 220 volti paigutatakse õhuliin vähemalt 1,8 meetri kõrgusele, kuna suurema pinge juures õhuliin peab asuma kuni 2,3 mtr. kõrgusel. Et võimalik on sädemete tekkimine liini ja veduri vooluvõtja vahel, ei saa sarnaseid vedureid tarvitada söekaevandustes, kus tuleb arvestada gaasi plahvatuse võimalustega. Voolu tagasijuhtimiseks kasutatakse roopaid, mille lülid voolu juhtivuse suurendamiseks ühendatakse üksteisega vasktraadiga. Jõuallikaks tarvitatakse püsivat voolu, mille mootoreid võib tunduvalt üle-

koormata. Mootorid on kaitstud pori ja vee sissetungimise vastu ja võimaldavad kiiruse muutmist. Vooluvõtja on harilikult roopküliku (parallelogrammi) kujuline (joon. 160), mis võimaldab kergesti muuta liikumise suuna.

Vedurite eksploateerimise kulud on väikesed, sest voolu kaotused üleandmisel ei ole suured. Võrdlemisi kallis on vedurite ja õhuliini korrashoid, samuti ka seade amortisatsiooni kulu. Selle tõttu on elektrivedurid tasuvamad käikudes, kus transporteeritakse suuremaid kaevetise hulkaasid pikema aja jooksul.

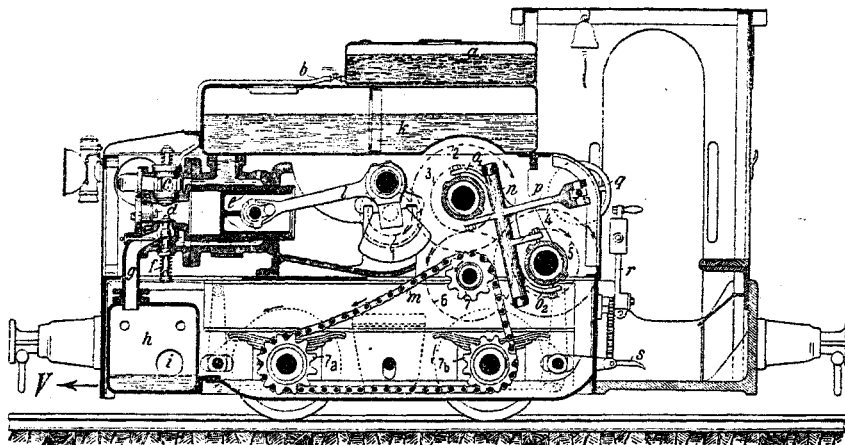


Joon. 160.

Akkumulaatoritega elektrivedurid. Siin on voolu allik akkumulaatorite näol veduril. Akkumulaatorite püsiva vooluga toitmine sünnib eriruumis, kuhu vedur sõidab ärakurnatud akkumulaatorite ümbervahetamiseks värskete vastu. Tarvitavamad on tinaakkumulaatorid, mis koosnevad 80 elemendist võimega 74 ampeertundi keskmise pinge juures 184 volti. Äraantava voolu hulk oleneb aeglasest ja ühtlasest voolu võtmisest; kui, näiteks, voolu võtmine sünnib 10 tunni jooksul, siis on kasutatud voolu hulk kaks korda nii suur kui voolu võtmisel ühe tunni jooksul. Sellest on tingitud veduri väike kiirus (1 mtr. sekundis), väikesed kiirendused ja väike ülekoormamise võimalus.

Veduri võime ei ole suur, mille põhjuseks on akkumulaatorite suur kaal veduri väikse kiiruse ja jõu juures. Voolu kulu ei ole suurem kui õhuliini vooluga töötava veduri juures, sest akkumulaatorite laadimine võib sündida ajal, millal elektrijaam kõige vähem koormatud ja vool odavam. Suurte kuludega on seotud akkumulaatorite korrashoid. Üldiselt on siin

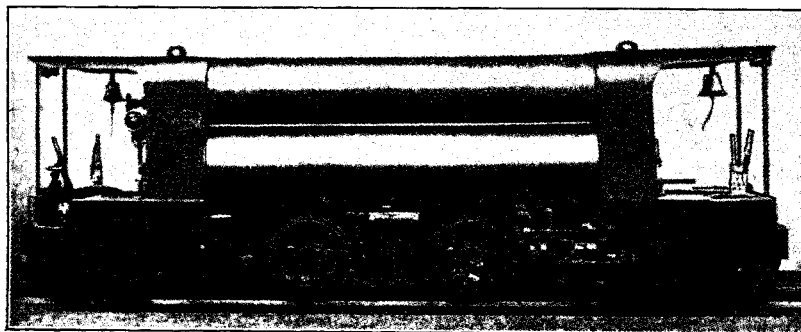
veo kulud suuremad kui õhuliini vooluga töötava veduri juures. Selle eest aga on nad kõlblikud gaasiohtlikkudes söekaevandustes.



Joon. 161.

Bensiinivedurid. Jõuallikaks on bensiiniga või bensooliga töötav neljatakiline mootor (joon. 161). Veduril asub samuti bensiini-nõu a, mootori jahutamiseks tarviliku vee nõu k ja mootori silindrist väljatõugatavate gaaside jahutaja i, kus gaase jahutatakse sissepritsitava veega ja lastakse läbi rauapurust koosneva filtri, mille tagajärjel gaasid kaotavad oma lõhna ja muutuvad võrdlemisi kahjutuks. Bensiinile juurelisatava õhu hulk ja segu kompressioon peavad võimaldama bensiini täielist ärapõlemist, et sellega ära hoida mürgise vingugaasi tekkimist. Bensiinivedurid on teistest odavamad. Eriti kohased on bensiinivedurid teise järgu käikudes, mille iga võrdlemisi väike.

Survõhuga töötavad vedurid. Jõuallikaks on veduril asuvatesse terassilindritesse paigutatud survõhk (joon. 162). Et veduril võimalik oleks suuremat energia tagavara kaasa võtta, tõstetakse kõrgesurve kompressorite abil kaasaantava survõhu rõhumine kuni 150—200 atmosfäärini.



Joon. 162.

Survõhuga töötamisel langeb temperatuur, mille tagajärjeks võib olla jää tekkimine. Selle pahe ärahoidmiseks soendatakse õhku enne juhtimist silindritesse.

Tagavarareservuaarist juhitakse survõhk töötamisreservuaari, mida läbistavad lahtiste otsadega torud, milledes liigub soe kaevanduse õhk. Sellest reservuaarist juhitakse survõhk (12—15 atm.) veduri küljel asuvasse kõrgesurve silindrisse, kust ta peale töötamist juhitakse samalaadilisse soendajasse ja sealt alles veduri teisel küljel asuvasse madalsurve silindrisse. On ka vedureid kolme silindriga, ühe eel- ja kahe vahesoendajaga.

Veduri kaal on umbes 7 tonni; kiirus 3—4 meetrit sekundis.

Energia kulu võrreldes elektriveduritega on 2—3 korda suurem. Survõhuga töötavad vedurid on kohased gaasiohtlikkudes söekaevandustes, kus nad jahutavad ja värskendavad kaevanduse õhku.

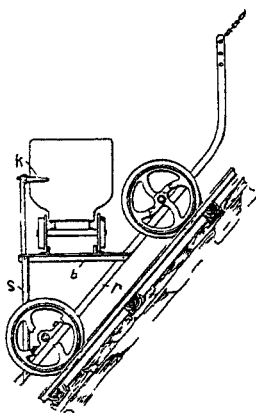
TRANSPORT BREMSBERGIDEL.

Kallakkihtide ekspluaterimisel on võimalik kaevetise transpordiks kasutada raskuse jõudu bremsbergides. Viimasel ajal aga on bremsbergide osa transpordis tunduvalt vähenenud peamiselt kaevetise mehaniseeritud transpordi tõttu koristustöödest ja sellega võimaldatud strekkide vahe suurenemisest.

Bremsbergid on ühe- või kaheteelised. Üheteelise bremsbergi juures asub vagoneti jaoks määratud roobastee vahel teine kitsam roobastee ratas-tele asetatud vastukaalu jaoks, mille kaal võrdub täidetud ja tühja vagoneti keskmisele kaalule ja mis täidetud vagoneti allalaskmisel üles läheb, kuna enda allalaskmisel tühja vagoneti üles tõmbab. Kaheteelises bremsbergis liiguvad ühel teel täidetud vagonetid kallaku suunas ja teisel teel samal ajal tühjad vagonetid tõusu suunas.

Kaheteelisel bremsbergil ühe täidetud ja ühe tühja vagoneti liikumisel vastupidistes suunades tasakaalustavad üksteist vagonettide eneste kaalud, kuna vagonetis asuva kaevetise kaalust ja kallakust olenev tõmbejõud peab ületama mõlema vagoneti hõõrumise takistused ja peale selle veel kõie kaalu ja bremsbergi kõieratta hõõrumise takistuse. Harilikude tingimuste juures peab bremsbergi töötamiseks ta kallak olema vähemalt $2\frac{1}{2}^{\circ}$.

Suuremate kallakute juures (üle 25°) on vagoneti otsekohene ühendamine kõiega pea võimata, mispärast sarnastel juhusel vagonett asetatakse erilisele ratas-tele asuvale platvormile (joon. 163). Kuid ka vähemate kallakute juures kasutatakse tihti platvormi, kusjuures bremsberg on harilikult üheteelne, sest ta kergendab vagonettide vahetamist töötamise juures mõlemal pool bremsberki.

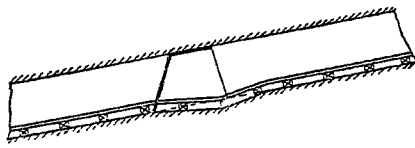


Joon. 163.

Kaheteelised bremsbergid võivad töötada lahtiste otsadega kõiega või otsata kõiega. Lahtiste otsadega kõis võimaldab täidetud vagoneti allalaskmist ja tühja vagoneti ülestõmbamist bremsbergi kahe kindla punkti vahel. On aga tarvidus rahuldada mitme ristleva streki nõudeid, siis muudetakse kõie pikkust vastavate jätkude juurelisamisega.

Otsata kõiega (või ketiga) bremsberg võimaldab vagonettide juure- ja lahtihaakimist igas soovi-

tud kohas, kusjuures köis liigub ühes suunas, kuna vagonettide juurehaakimine sünnib nõnda, et nende vahele jääks teatav vahe.

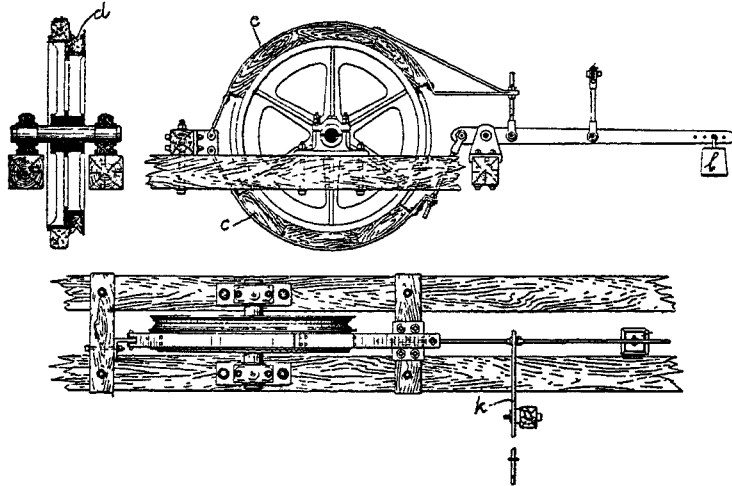


Joon. 164.

Otsata kõiega bremsberg töötab ka väikse kallaku juures, sest mõlema tee kõied on alati tasakaalus ja neil asub suur arv vagonette. Teatud raskusi sünnitab vagonettide juurehaakimine vahepealsetest strekkidest, eriti juhustel, kui täidetud vagonetid asuvad mõlemal pool bremsbergi, sest siis on vajadus üks osa täidetud vagonette

juhtida üle bremsbergi ühe tee, milleks tuleb otsata kõie liikumine katkestada või tarvitada möödapääsuteid.

Et võimaldada vagonettide juure- ja lahtihaakimist streki ja bremsbergi ristlemiskohal, asetatakse sinna teras- või malmplaadid, mis on varustatud soontega või plaadil asuvate ribadega vagonettide rataste jaoks. Plaadid asetatakse kohale harilikult väikse kallakuga (joon. 164), et ära hoida täidetud vagonettide seismajaämist.



Joon. 165.

Bremsbergi alumises otsas asub ratas, mille äär on varustatud soonega kõie jaoks ja mis monteeritud roolikul, mida erivihid alla venitavad, seega pingutades veoköit. Bremsbergi ülemises otsas asub köieratas (joon. 165), mille äär on varustatud kahe ringiga a ja b, milledest üks, milles asub soon kõie jaoks, on vooderdatud puuga d, kuna teine on määratud lintpiduri jaoks. Hõõrumise suurendamiseks kinnitatakse piduri lindi külge puuklotsid c, mis ärakulumise järel on kergesti ümbervahetatavad. Raskus l püüab köieratast alati pidurdada, ja ainult kangi k otsa vajutamisel tööliste poolt vabaneb pidur raskuse l mõjust, võimaldades köieratta liikumist.

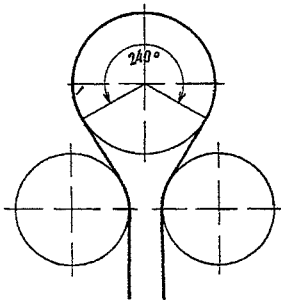
TRANSPORT GESENK'IDES (ALLALASKEKÄIKUDES).

Kahe või mitme kihi ekspluateerimisel võib tihti kasulikumaks osutada ülemise kihi bremsbergi ja veostreki asemel juhtida kaevetise transport püstloodis šahti kaudu alumise kihi käikudesse. Sarnane allalaskekäik

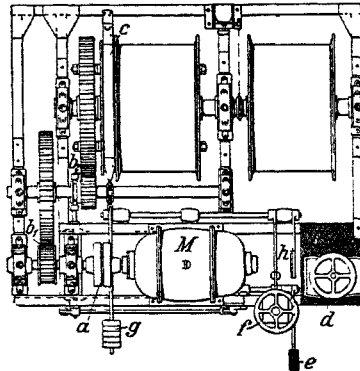
peab olema varustatud tugeva pidurrattaga, sest siin tuleb pidurdada täit kaevetise raskust, kuna peale selle ka allalastava kaevetise hulk on harilikult suurem kui bremsbergide juures. Piduri lindi jaoks määratud ratta ring tehakse laiem, et pidurdamisel tekkiv soojus suurema pinna peale ja-guneks ja sellega eemaldaks tulehädahoju.

Köie libisemise ärahoidmiseks varustatakse ratas kahe köiega erisoon-tes või kasutatakse köie hõõrumise suurendamiseks abirattaid (joon. 166).

Allalaskekäigud võivad olla ka üheteelised, kusjuures töötamine sün-nib vastukaalu abil.



Joon. 166.



Joon. 167. Elektrivints trumlitega.

a — sidur; b₁ b₂ — hammasrattad; c — pidurilint; d — lülitus-ratas; e — piduri pedaal; f — käsitsi pidurdamise ratas; g — piduri vihid; h — tõkestuskaepide; M — mootor.

Vedu vintsidega. Elektriga või survõhuga töötavad vintsid võimaldavad kaevetise transporti kallakkäikudes tõusu suunas või kaevetise tõstmist kihtide vahelistes šahtides (gesenkides).

Elektrivintside juures on energia kulu tunduvalt väiksem kui survõhuga töötavate vintside juures, kus peale selle torustiku korrashoid ja survõhu kaotuste ärahoidmine on seotud suurte kuludega. Et aga survõhuga töötavad vintsid ei ole gaasiohtlikud, siis on nad söekaevandustes esimesel kohal.

Elektrimootori suure tiirude arvu tõttu sünnib jõu edasiandmine (joon. 167) kahe hammasratta paariga.

Laialt levinud on väikesed (kääbus) vintsid, mis kinnitatakse ühe või kahe toe külge.

TRANSPORDI JUURES VAJALIKUD ETTEVAATUS-ABINÕUD.

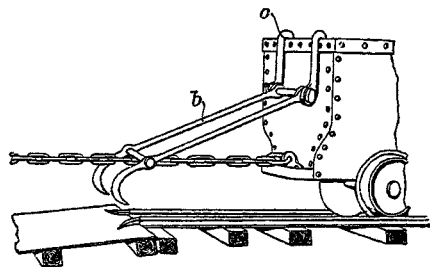
Statistika näitab, et umbes ühe kolmandiku õnnetujuhtumuste põhju-seks kaevanduses on transport. Peale selle võib sünnitada suuri materjaal-seid kahjusid bremsbergides, kallakkäikudes ja allalaskeshahtides köie katke-mine või vagonettide kukkumine käikudesse enne köie külge kinnitamist. Nende pahede ärahoidmiseks tarvitatakse mitmekesiseid ettevaatusabinõusid.

Vints ja bremsbergi piduriga varustatud köie-ratas paigutatakse külge- ja lahtihaakimise kohast kõrgemale. Bremsbergi

piduri puuklotside süttimise ärahoidmiseks niisutatakse ratta piduri ringi veega. Puuklotsid ja muud puust osad tuleb hoida maardeõlide eest.

Köiest vabanenud vagonettide püüdmine bremsbergides ja kallakkäikudes.

Tähtis on köiest vabanenud vagonetti võimalikult ruttu kinni pidada, enne kui ta kiiruse tõusu tagajärjel suuremaid kahjusid tekitab.

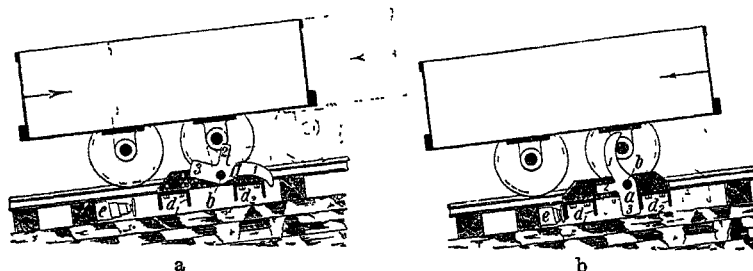


Joon. 168.

Tõusu suunas liikuvate vagonettide taha riputatakse ühe- või kaheharuline raudhark (tugi), mis vagoneti järel lohiseb ja köie katkemise puhul liipri taha kinni jääb. Bremsbergides, kus tõusu suunas liiguvad tühjad vagonetid ja selle tõttu köie katkemise võimalused väiksed, tarvitatakse neid harva. Selle vastu aga kallakšahtides, kus vintsi abil tõusu suunas liigub täidetud vagonetidest koosnev rong,

on sarnaste raudharkide tarvitamine mõõdapäsematu.

Bremsbergides kallaku suunas liikuvate täidetud vagonettide kinnipidamiseks tarvitatakse konksharki (joon. 168), mis kinnitatakse vagoneti esiküljele ja mille teine ots asub köiel või ketil, millega vagun veoköie külge haagitakse. Otsata kõiega töötavates vagonbergides on köie katkemise võimalused suuremad täidetud vagonettide liikumise poolel. Siin on aga tülikas harkide kinnitamine üksikute vagonettide külge, mis pärast selle



Joon. 169.

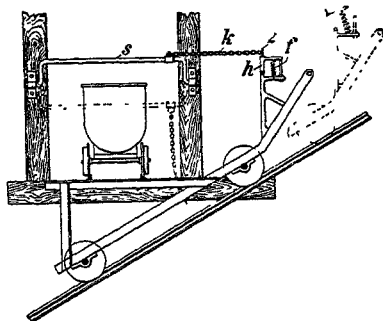
asemele paigutatakse mõlema tee roobaste vahele köiest vabanenud vagonettide püüdmise abinõud. Tühjade vagonettide poolele paigutatakse tugevad telje ümber kallutatavad raudlatid, mille üks ots asub harilikus seisukorras vagoneti teljest kõrgemal, kuna teine ots asub augu põhjas. Tõusu suunas liikuv tühi vagonett vajutab raudlati otsa alla, kuna samal teel vastupidises suunas liikuv vagonett peetakse kinni raudlati ülemise otsaga.

Täidetud vagonettide poole paigutatakse roobaste vahele telje ümber pöörlev kolmeharuline raudosa a (Joon. 169), mille haru 2 harilikus seisukorras ligikaudu püstloodis asub. Väikse kiiruse juures tõusu või kallaku suunas vagoneti telg pöörab osa a, mis aga ei takista vagoneti liikumist. Suure kiirusega liikuva vabanenud vagoneti esimene telg annab harule 2 sarnase tõuke, et haru 1 püsti kargab ja enne tagasikukkumist vagoneti teise telje taha kinni jääb.

Kaitsetõkked jarskude bremsbergide juures. Järskude (üle 30°) bremsbergide juures on tarvis strekkides ette näha tõkked inimeste ja vagonettide strekki kukkumise vastu. Tõkke ettepanemine ei pea olema töölise hoolsusest või unustamisest.

Lihtsamate sarnaste tõkete hulka kuuluvad raskuse mõjul ettepoõrduvad raudlatid, mida vaguniseadja peab tõstma, et vagun võiks liikuma pääseda.

Kui on tarvitusel kallakplatvorm, võib vagoneti ja platvormi seisakuid siduda üksteisega jargmise seadeldise abil (joon. 170). Ülestõstetav ja allalastav kahe vântotsaga raudvarb s ülestõstetud ja vagonetti mitte takistavas seisandis on ühendatud platvormiga keti k varal ja on üht lüli pidi riputatud tihvti z otsa, milline asub nurkkangil h, mida vedru f joonisel kujutatud olekus peab. Kui aga platvorm kas üles või alla liigub, kaldub nurkkang h (joonisel punktiiriga tähendatud), kett k vabaneb tihvtist z ja varb s langeb raskuse mõjul alla, sulgedes pääsu bremsbergile.



Joon. 170.

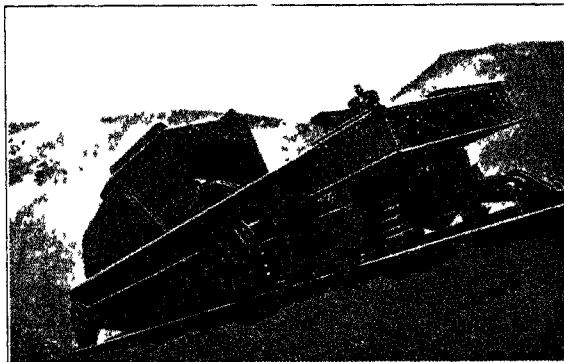
TÕSTMINE ŠAHTIDES.

Erijuhtudel on võimalik valjakaevatud maapõuevara juhtida maapinnale stollide või kallakšahptide kaudu samades vagonettides, milles sünnib transport kaevanduse kaikes. Kuid harilikult, sügavamal asuvate kihtide ekspuaterimisel, on võimalik maapõuevara toimetada maapinnale ainult püstloodis šahptide kaudu eriliste tõstevärkide abil. Šahptide sügavus on väga mitmesugune, näiteks Saksamaa kivisõekaevanduste šahptide keskmine sügavus on ligi 600 mtr.

Tõstmine toobrite ja kastidega.

Mittesügavate šahptide ja kaevetise väikese hulga juures võib tõstmine sündida toobrites kõie abil, kuna jõuallikaks võib olla plahvatus- või elektrimootor või hobused. Et šahtis harilikult liigub ainult üks toober või kast, siis sünnib selle allalaskmine piduri abil. Et toobril harilikult puuduvad juhed, siis ei või liikumise kiirus kuigi suur olla. Tõstmist toobrites tarvitatakse peamiselt šurfide ja väikeste šahptide kaevamisel.

Kuid ka sügavates šahptides suure toodangu juures on tihti kasulik



Joon. 171.

tõstmiseks tarvitada erilisi raudkaste (inglise keeles skip). Samalaadilisi raudkaste võib tarvitada kaevetise tõstmiseks ka järskudes kallakšehtides (joon. 171). Kast asub ratastel, mis veerevad roobastel; vedajaks on köis, mis kinnitatud seadele, mis kasti oma alusraamiga roobaste külge kinni kiilub, kui köie pinevus järele annab. Ülesvinnatud kast viskub automaatselt ümber ja kaevetis variseb punkrisse või transportabinõusse. Kasti täitmine sünnib šahti laadimisruumis asuvast punkrist, mille kohal täidetud vagonetid ümberviskajate abil tühjendatakse.

Võrreldes tõstmisega kongidesse asetatavate vagonettidega on tõstmine kastides seotud tunduvalt väiksema surnud kaaluga, mille tagajärjel on võimalik vähendada köie läbimõõtu. Väiksed transpordi takistused ei avalda siin mõju tõstmisele. Peale selle tarvitavad kastid tunduvalt vähem ruumi kui kongid, milline asjaolu võimaldab šahti läbimõõdu vähendamist. Suurtes kaevandustes tehakse kastid mahuga kuni 10—15 tonni kaevetist.

Kuid tõstmise juures kastides peeneneb kaevetis rohkem kui kongides tõstmise juures. Et kivisöe peenenemine tihti ta hinda vähendab, on tõstmine kastides kivisöekaevandustes vähe levinud. Selle vastu on tõstmine kastides laialt tarvitatav maakide kaevandustes Lõuna-Aafrikas, Põhja-Ameerikas ja Austraalias. Ka takistab kastides tõstmine inimliikumist šahtis, tehes tarvilikuks kastide asendamise eriliste kongidega.

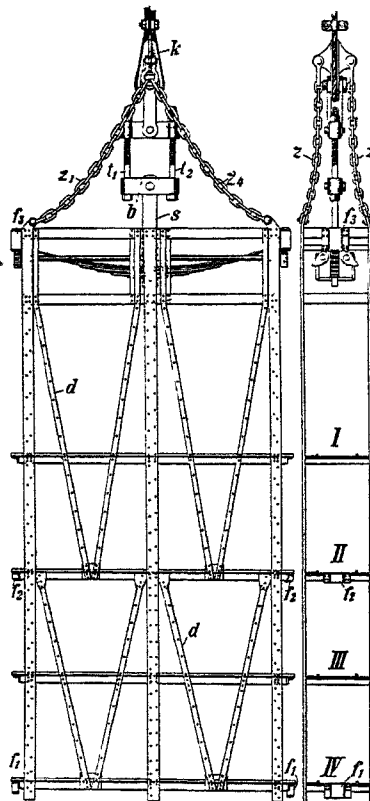
Kongid.

Kongid valmistatakse ühe või mitme vagoneti jaoks. Sügavate šahtide jaoks suure toodangu juures valmistatakse 3—4-kordsed kongid 8—12 vagoneti mahutamiseks. Sarnaste kongide juures on surnud ja kasuliku kaalu suhe väiksem kui kongide juures 2—4 vagoneti jaoks.

Kongid võivad olla pikad ja kitsad, kus vagonetid asetatakse üksteise järele, või lühikesed ja laiad, vagonettide paigutamiseks üksteise kõrvale.

Kongid needitakse või šveisitakse profileeritud rauast (joon. 172). Eriti tugeva ülemise raami külge kinnitatakse köis ja pidurdamise seade köie katkemise puhul. Kongi liikumist šahti juhivad osad f_1, f_2, f_3 .

Et samades kongides sünnib ka inimeste tõstmine ja allalaskmine, tehakse kongi ülemine kord 1,8—1,9 meetri kõrgune, kuna alumised korrad 1,4—1,5 meetri kõrgused tehakse. Köie ühendus kongiga sünnib harilikult valatud osa k kaudu, mille soones asub köis, klambrite ja poltidega kinnitatud silmuse näol. Osa k kinnitatakse kongi külge osade t, t_2, b ja s kaudu. Poldid t_1 ja t_2 võimaldavad kongide vahe täpselt reguleerimist vastavalt šahti ja avaushoone laadimisruumide

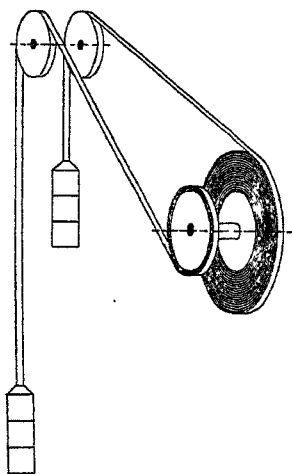


Joon. 172.

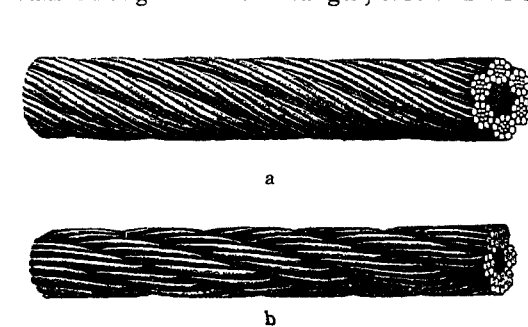
irandate vahele, kuna köie pikenemise tagajärjel kongide vahe muutub. Peale selle ühendatakse osa k kongiga ka kettide z, z abil.

Kööied.

Kongi või kasti tõstmiseks tarvitatakse harilikult kanepist või terasraadist köit. Kanepi kiude vastupidavus tõmbele ühe ruutmillimeetri kohta on ainult 6 kg., s. o. umbes $\frac{1}{5}$ terasraadi vastupidavusest. Suuremate sügavuste juures peab selle tõttu kanepist köie ülemine osa alumisest medam olema, vastavalt raskuse suurenemisele köie kaalu võrra. Kuid kanepist köitel on suur paindumus, mille tõttu trummid võivad olla väikema läbimõõduga. Harilikult valmistatakse kanepist köied laiad, lindikuallised, mille ringid kitsas trummis üksteise peale kerivad (joon. 173). Sarnasel korral on tõstemasinalt nõuetav jõud kongi tõstmisel alati pea ühesugune, sest kongi alumises seisangus suurendab küll köie kaalu üldist raskust, kuid trummile keritud viimase ringi raadius on tunduvalt väiksem kui ringi raadius kongi ülemise seisangu juures. Teras-



Joon. 173.



Joon. 174.

raadist köied valmistatakse harilikult ümmargused. Traat võetakse vastupidavusega tõmbele 120 kuni 200 kg ühe ruutmillimeetri peale. Köie roostetamise ärahoidmiseks määratakse teda rasvaainetega, mis happeid ei sisalda.

Et vähendada köie lõdvenemist ta painutamisel trumlil ja köierattal, valmistatakse köis traatidest läbimõõduga 1,7 kuni 2,5 mm, kusjuures jämedamatest traatidest köied on peamiselt ette nähtud märgade šahtide jaoks. Traatide arv köies oleneb tõstetava kongi, vagonettide ja kaevetise üldkaalust ja šahti sügavusest ning kõigub harilikult 42 ja 120 vahel.

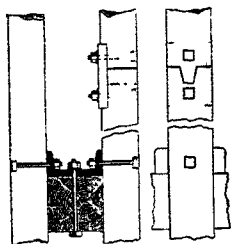
Köie valmistamine sünnib kahes järgus: esiteks keerutatakse üheks puneks teatud arv traate, paigutades nende keskele kanepist nõõri, ja pärast keerutatakse köieks teatud arv sarnasel teel saadud punesid, paigutades sarnuti nende keskele kanepist „südame“, kusjuures punede keerutamine võib sündida samas suunas kui traatide keerutamine punedes (lihtkeeruga köis, a), või jälle vastupidises suunas (ristkeeruga köis, b) (joon. 174). Lihtkeeruga köie juures jääb üksik traat pikemalt köie välispinnale, mille tõttu köie välispind on siledam, vähendades sellega köie üksiku punkti kulumist hõõrumisele. Et peale selle lihtkeeruga köie juures välispinna traadid asuvad köie telje suhtes viltu, mis suurendab hõõrumist köie ja köieratta soone vahel, siis tarvitatakse lihtkeeruga köisi peamiselt veo juures otsata köiega

strekkides ja bremsbergides. Kuid lihtkeeruga köied tõmbuvad kergesti keerdu, mispärast veo juures vintsiga eelistatakse ristkeeruga köisi.

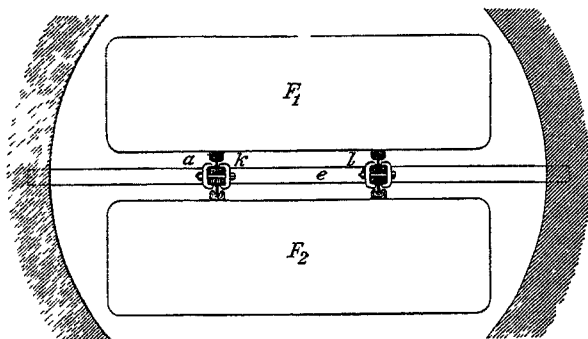
Kongi juhed.

Kongi sirgjoonelist liikumist üles ja alla võrdlemisi väikse labilõikega sahtis võimaldavad juhed, mis kinnitatakse šahti seinte või küljetegede külge. Juhed võivad olla puust, roobastest või köitest ja võivad asuda vastu kongi esi- või kõrvalkülgi.

Juhtpuuid on kerge kohale asetada ja uuendada; nad võimaldavad kongi pehmet käiku ja langepiduri tagajärjerikast tegevust köie katkemise puhul. Juhtpuuks tarvitatakse mända ja tamme, viimast harvemini, sest juhtpuu peab olema sirge ja oksteta. Juhtpuude ühendamine šahti küljetega sünnib harilikult karpraua ja poltide abil (joon. 175); samuti sünnib juhtpuude ühendamine üksteisega rauast sidelapi ja poltidega, mille pead peidetud.



Joon. 175.



Joon. 176.

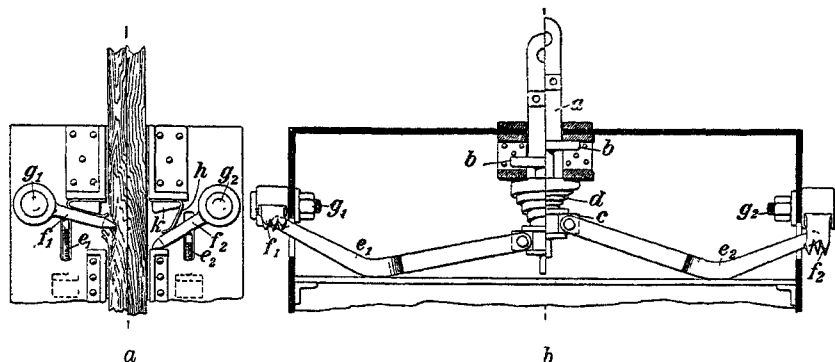
Roobastest juhed asuvad harilikult kongi ühe külje vastu (joon. 176). Roopad kinnitatakse I-talade külge, mille otsad on šahti seintesse müüritud. Roopad asetatakse talasse tehtud lõigetesse ja ühendatakse üksteisega klambrite *k* ja poldi abil, kuna klambrite vahele asetatakse puuklots.

Juhtköied tehakse jämedatest traatidest. Köite alumised otsad küünivad allapoole šahti laadimisruumi põrandapinda ja köied hoitakse pingul nende otsade küljes rippuvate raskustega. Iga kongi jaoks on kolm või neli juhtkõit. Sügavamate šahtide jaoks (üle 500 mtr) ei ole juhtköied kohased, sest juhete liikumise tõttu peab siin kongide vahe olema vähemalt 30 cm.

Langepidurid.

Langepiduri ülesandeks on köie katkemise puhul kongi peatada, et sellega ära hoida õnnetusi inimestega ja peale selle kongi, juhete ja šahti toestiku rikkeid. Pidur peab oma ülesannet täitma ka kõige ebasoodsamatel tingimustel, nimelt köie katkemise puhul raskustega koormatud kongi allalaskmisel. Pidur ei pea mitte akki kongi peatama, sest see mõjuks löögina, mis oleks hädahohtlik kongis viibijatele kui ka šahti toestikule.

Langepidureid on mitmet liiki, kuid kõigil sünnib pidurdamine vedru abil, mis kõie pinguloleku juures on kokku surutud ja mõjule pääseb ainult pärast kõie katkemist.

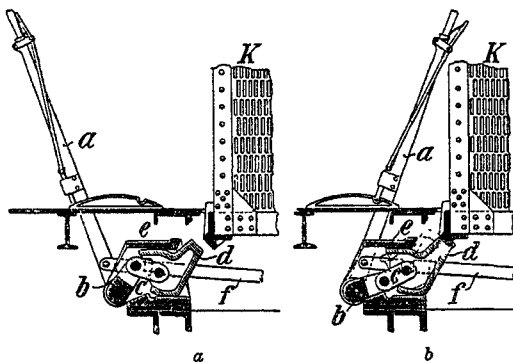


Joon. 177.

Juhtpuude juures on väga kohane Undeutschi langepidur (joon. 177). Kõie katkemisel vajutab vedru *d* kangide *e*, *e*₂ otsa *c* alla, mille tagajärjel tõusevad kangide teised otsad ja tõstavad üles püüdjate *f*, *f*₂ hammastega varustatud otsad, mis kongi langemisel löikavad juhtpuudesse.

Kongi toed.

Sahti ja avaushoone laadimisruumis asetatakse kongi ettelükatavatele tugedele, mis võimaldab kongi ja laadimisruumi põrandaid ühes tasapinnas hoida. Inimeste tõstmise ja allalaskmise juures ei tarvitata harilikult neid



Joon. 178.

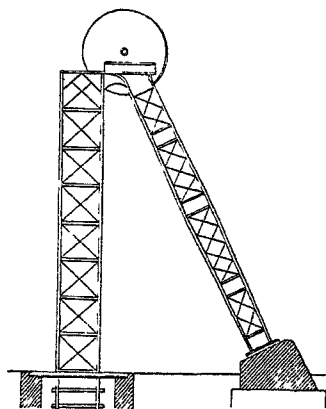
tugesid, et ära hoida õnnetusi kongi liig äkilisel laskumisel tugedele. Kongi toed peavad võimaldama nende tagasitõmbamist, ilma et selleks tarvis oleks kongi üles tõsta, samuti ei pea tagasi tõmbamata unustatud toed takistama kongi liikumist alt üles.

Neid nõudeid rahuldab näiteks Haniel & Lueg'i mehhanism (joon. 178). Tugi koosneb osast *d*, mis liigub kindlalt asuvas osas *e* ja mis liiku-

vate osade *b* ja *c* kaudu on ühendatud juhtimise kangiga. Kongi asetumisel toele on juhtimise kang äärmises parempoolses seisangus (joon. 178-b). Tagasi tõmbamata toed ei takista kongi liikumist ülespoole, sest osa *d* võib *c* otsa poldi ümber pisut keerduda.

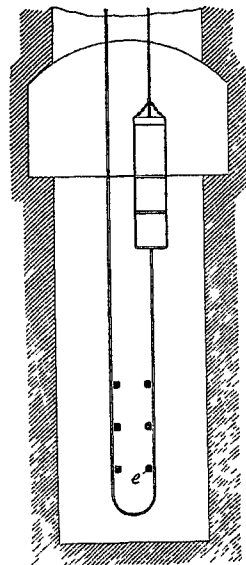
Tõstmine kongidega.

Kaevetisega täidetud vagonetid asetatakse kongi, mis aurumasina või elektrimootori jõul üles tõstetakse köie abil, mille üks ots on kinnitatud



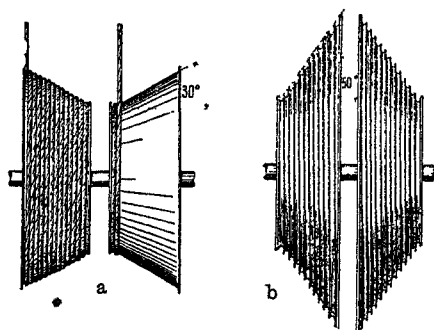
Joon. 179.

kongi külge, teine ots aga masina jõul ümberaetava trumli külge. Ühel ajal täidetud vagonettide tõstmisega laskub alla teine kong ühes tühjade vagonettidega. Et ära kasutada teisest kongi ja temas asuvate tühjade vagonettide raskuse jõudu, ühendatakse selle kongi köie teine ots sama trumliga, kuid selle vahega, et üks köis kerib trumli pealtpoolt, teine aga altpoolt. Enne masina trumli tulekut käib köis üle šahti avaus-
hoone tornis oleva köieratta (joon. 179). Et ära hoida köie lõdvenemist painutamise tõttu, peab trumli läbimõõt võrduma vähemalt 800-kordsele köie traadi läbimõõdule.



Joon. 180.

Sügavamate šahtide juures tuleb arvestada köie kaaluga. Nii näiteks võrdub 500 meetri sügavuse juures köie kaal 25%, 1000 meetri juures koguni 50% tõstetava raskuse üldkaalust. Trumli keritult ei



Joon. 181.

koorma köis tõstemasinat, aga ripudes šahtis — koormab. Nii peab tõstemasin töötama väga ebatasaselt, mis ebamajanduslik. Abinõuks selle vastu on sabaköis (joon. 180), mille otsad kinnitatakse kongide põhjade külge. Sabaköis on harilikult lindikujuline, et sellega ära hoida köie keerduminekut. Sabaköie paheks on see, et ta suurendab liikuvate raskuste üldkaalu.

Sabaköie puudumisel on võimalik masina koormatust ühtlustada koonusepinnalise a või spiraaltrumli b tarvitamisega (joon. 181).

Tõstmine pööratava köierattaga. Samuti kui veojuures otsata köiega võib ka tõstmine šahtis sündida ilma trumlita, tõstemasina abil tiirleva köierattaga, mille soones olev tõsteköis hõõrdejõul rattaga ühes liigub (Koepe süsteem). Hõõrumise suurendamiseks vooderatakse köie soon puuga. Kahe köie asemel on siin üks köis, mille mõlemad otsad

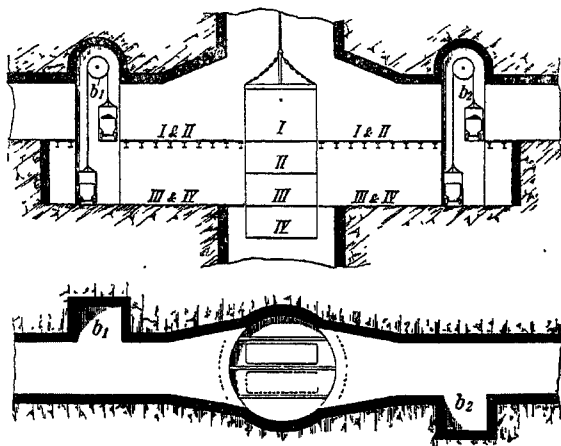
on kinnitatud kongide külge; peale selle on siin tingimata tarvilik saba-köis. Avaushoone tornis paigutatakse köie suuna muutmise rattad üksteise alla, sest terve köis peab asuma ühes tasapinnas.

Et hõõrumine oleneb köie ja kongide üldkaalust, siis töötab pööratav köieratas paremini sügavates šahtides. Alla 300 mtr. sügavates šahtides tuleb arvestada köie libisemise võimalustega, mille tagajärjel tekivad vead kongi peatamisel tarvilistes kohtades.

Pööratav köieratas võimaldab pöörlevate masside kaalu tunduvat vähendamist, sest köieratas on trumlist 2—3 korda kergem.

Liikumine šahti ja avaushoone laadimisruumides.

Suurema toodangu juures on ühekordsete kongide teenimiseks tarvis vähemalt 2 töölist šahti laadimisruumis ja samuti 2 töölist avaushoones. Šahti laadimisruumis tõugatakse täidetud vagonettidega tühjad vagonetid kongist välja ja jäetakse sinna asemele samad täidetud vagonetid. Liikumine sünnib alati ühes suunas ja seda kergendavad teede vastavad kallakud. Avaushoone laadimisruumis tõugatakse tühjade vagonettidega täidetud vagonetid kongist välja ja teede vastava kallaku tõttu lähevad need vagonetid raskuse jõul ümberviskajatesse; peale selle juhatakse tühjad vagonetid vastavate teede kaudu kongidest mööda teatud kauguseni ja alles siis pööravad nad kongide juure tagasi, kuid vastupidisest küljest sellele, kust täidetud vagonetid lahkusid kongidest. Harilikult tõstetakse tühjad vagonetid varsti pärast lahkumist ümberviskajatest kõrgemale pinnale vagonettide all liikuva otsata ahela abil, mille üksikud lülid on varustatud haakidega, mis vagonettide telgede taha kinni jäävad. Siit edasi liiguvad tühjad vagonetid raskuse jõul kuni kongideni. Sarnase liikumise juures peab üles seadma ümberviskajad, millede pööramise telg asub teega ühes suunas.



Joon. 182.

Mitmekordsete kongide juures võib vagonettide vahetamine sündida järk-järgult: näiteks avaushoone laadimisruumis vahetatakse kõige pealt kongi ülemise korra vagonetid, siis tõstetakse kong ühe korra kõrguse võrra ülespoole ja vahetatakse kongi järgmise korra vagonetid jne.; samal ajal vahetatakse šahti laadimisruumis kongi alumise ja teise korra vagonetid jne. Kuid sarnane järk-järguline kongi vagonettide vahetamise viis on aegaviitev ja vähendab tunduvalt tõsteköite ja kongide iga.

Tõstevärgi produktsiooni suurendamiseks tehakse šahti ja avaushoone laadimisruumid samuti mitmekordsed. Et aga sarnased laadimisruumid on tunduvalt kallimad ja et peale selle suureneb vastavalt tööliste arv, siis te-

hakse harilikult laadimisruumide kordade arv kaks korda vaikselt kongi kordade arvust. Näiteks neljakordse kongi jaoks (joon. 182) tehakse šahti laadimisruum kahekordne, nii et ühel ajal sünnib I ja III korra vagonettide vahetamine ja siis pärast kongi tõstmist II ja IV korra vagonettide vahetamine. Taidetud vagonettide toimetamine laadimisruumi alumisele korrale ja tühjade vagonettide tõstmine ülemisele korrale sünnib piduriga varustatud köierataste b_1 ja b_2 abil.

Suure produktiooni juures, kus nõuetav on vagonettide kiire vahetamine kongides, tarvitatakse mitmekordseid laadimisruume liikuvate põrandatega, millelele vastava kallaku andmine võimaldab vagonettide vahetamist ühel ajal kõigil kongi kordadel.

Signaalid ja näitajad.

Signaalid on tarvilikud šahti laadimisruumi ja avaushoone vahel, ja peale selle avaushoone ja tõstemasina vahel. Madalate šahtide juures tarvitatakse vasarat, mille ots teisest kohast traadi abil üles tõstetakse ja allalangemisel vastu raudplaati lööb. Sügavate šahtide juures ei ole sarnane signaal küllalt kindlaks ühenduse pidamise abinõuks ja asendatakse elektriga töötavate signaalidega. Kui šahtis on mitu laadimisruumi, siis peab võimalus olema igast neist signaliseerida avaushoonesse. Signaliseerimise puhul ühest šahti laadimisruumist peab puuduma võimalus signaliseerimiseks teistest laadimisruumidest ja selle uuesti võimaldamine peab sündima avaushoonest. Üksikute laadimisruumide vahel peab olema telefoniühendus; samuti peab avaushoone laadimisruumi ja tõstemasina vahel olema kõnetoru või telefoniühendus.

Mitmekordsete laadimisruumide juures peab olema signaliseerimise võimalus üksikute kordade ja peakorra vahel, kusjuures harilikult tarvitatakse optilisi signaale (elektrilambi põlemasüütamine).

Uuemad signaliseerimise aparaadid võimaldavad elektrikelladega antud signaalide kontrollimist signaali andjale lambi süütamisega või erilise osuti näitamise ja antud signaalide registreerimist.

Suureks hõlbustuseks tõstemasina juhile on tema silmade ees asuvad kiiruse ja kongide asukohta näitajad. Kongide asukoht on trumli või köieratta tiirudest, ja vastavalt sellele liiguvad üles ja alla kaks näitajat, mis vähendatud määras kujutavad kongide liikumist šahtis. Kongi asukohta näitajatega on ühendatud seade, mis automaatselt tõstemasina pidurdab enne kongi jõudmist köierattani.

Inimliikumine šahtis.

Šahtide ja šurfide tegemise ajal on tihti ainukeseks inimeste allalaskmise ja tõstmise abinõuks samad toobrid, milles sünnib kaevetise ja lõhutud manneraine tõstmine. Juhete puudumisel peab inimeste allalaskmine ja tõstmine toobrites sündima väga väikse kiirusega ja toobris asuvaltel inimestel peab võimalus olema igast kohast signaliseerida tõstevärgi juhile.

Kaevetise tõstmise puhul suurtes kastides (skips) ei saa viimaseid kasutada inimliikumiseks, ja nii inimeste kui ka toetismaterjaali liikumine sünnib erilistes kongides.

Kongides, milles sünnib kaevetisega täidetud vagonettide tõstmine, on võimalik ka inimesi tõsta ja alla lasta, kuid selle juures ei või liikumise kiirus ületada 50% kongi kiirusest kaevetise tõstmisel.

Et kõie katkemine on seotud kümnete inimeste surmaga ja peale selle ka suurte otsekoheste ja kaudsete materjaalsete kahjudega, nõutakse seaduse järgi tösteköie alalist järelvaatust igas vahetuses ja sagedat proovimist. Peale selle nõutakse ka langepidurite ja teiste kaitseabinõude sagedat järelvaatust ja proovimist. Tõstemasin peab olema varustatud kahe piduriga, millede asendamine võimaldab masinistil nende käsitamist oma tavalisest asukohast.

Igas allmaa-kaevanduses peab olema vähemalt kaks šahti või käiku, millede kaudu võimalik on inimeste väljapääs kaevandusest. Madalate kih-tide ekspluaterimisel võib teiseks väljapääsuks olla kallakšaht või redelitega varustatud šurf. Redelid asetatakse laudidele nii, et ühe redeli alumine ja teise redeli ülemine ots üksteise kohal ei asuks; sellega hoitakse ära õnne-tused inimese redelilt libisemise korral.

VEEKÕRVALDUS.

PINNA- JA PÕHJAVESI.

Vee kõrvaldamise ülesandeks on vee juurdevoolu vähendamine kaevandusse, kaevanduse tööde juurest vee ärajuhtimine ja üldse kaevandusse sisetunginud vee kõrvaldamine. Vaatleme esmalt, kust ja kuidas koguneb vesi kaevandusse.

Atmosfäärilised sademed (meteorvesi) vihma või lume näol, sattudes maa peale, annavad kogu maapinnal ja ka maa all oleva veehulga. Üldiselt võib ligikaudu arvata, et $\frac{1}{3}$ kogu sademete hulgast voolab ära pinnapealselt jõgede, ojade ja kraavide kaudu järvedesse või merre. $\frac{1}{3}$ aurab ära või tarvitatakse taimestiku poolt, ja $\frac{1}{3}$ tungib maa alla; sinna võib sattuda ka osa vett, mis saadakse õhus oleva vee auru kondenseerimisest maapinnal, kui niiske õhk puutub kokku jahedate asjadega, nagu kividega, mullaga j. n. e.; näiteks: kaste, härmatis.

Maa-aluse vee hulka kuulub ka juveniilvesi, mis sünnib otsekohe maa-alustest vulkaanilise päritoluga gaasidest; kaevandustele pole see vesi tähtis.

Tähtsam meile on osa vett, mis satub maa alla, nõrgudes läbi rohkem või vähem tihedast maapinda katvast taimestikust. Mida tihedam kate, seda aeglasemalt tungib vesi maa alla. Kõige rohkem takistavad sademetest saadud vee maa alla sattumist ja äraauramist tihedad metsad, turbarabad ja soised maad, mis käsna kombel hoiavad eneses vett kinni. Ka hoiavad vett rohkem kinni lausikud maad, kuna aga mägede külgedelt vesi ruttu ära voolab jõgedesse ja ojaadesse, mille tõttu sealt vähem vett maa alla satub.

Läbistades taimestiku katte tungib vesi läbi mulla ja manneraine kihtide.

Mitmesugused mullad ja mannerained suhtuvad mitmeti nendest läbitungivale veele. Absoluutselt veekindlaid manneraineid ei ole üldse olemas, kuid praktiliselt veekindlateks ehk vett kandvateks manneraineteks võiks pidada:

a) pehmete mannerainete seas: savid, merglid, savikildkivid, kukersiidikihid j. n. e., kui nende paksus on vähemalt 1 meeter.

b) kõvade mannerainete seas: kõik tard- ja sette-mannerained, kui nad on ilma pragudeta.

Vett läbilaskvad mannerained on kahte seltsi:

a) mannerained, millede terve mass vett läbi laseb, nagu liiv. Liiv seisab küll ainetest koos, mis iseenesest vett läbi ei lase, kuid liivaterade vahele jääjad tühjad õõnsused on veele läbipääsuteedeks.

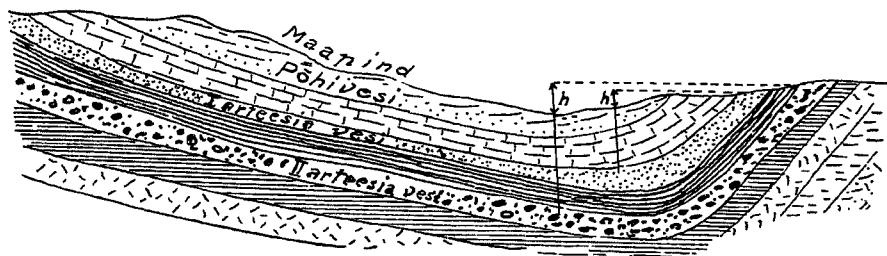
b) mannerained, mis ise veekindlad, kuid milledes suured praod ehk lõhed, mis vett läbi lasevad. Nende hulka kuuluvad pae- ja liivakiivid, kruus j. n. e. Niisuguste mannerainete vee läbilaskmise omadus väheneb harilikult sügavusega.

Pinna alla valgunud sademete vesi vajub raskuse mõjul vett läbilaskvais ainetes kuni vett mitte läbilaskva kihini, moodustades tema peal põhjavee kihi, mille pealispind on horisontaalne, kui vesi seisev, ja kumer või kallak, kui vesi liigub (voolab).

See põhjavee pind, mis ärarippuv maa-alusest veekindlast kihist, mille peal lasub põhjavesi, ja põhjavee äravoolu kohtadest, nimetatakse depressiooni- ehk piesomeetriliseks pinnaks.

Kui põhjaveel on kusagil väljavoolukoht, siis muutub tema pind selle koha lähedal kumeraks. Mida rohkem takistusi vee liikumisel väljavoolukoha poole, seda kumeram vee pind.

Põhjavee pinna kaju võib kindlaks määrata, kui teha kaevud ehk puuraugud kuni põhjavee pinnani. Põhjavee pind kõigub veerikkail ja veevaestel aasta-aegadel ja aastatel; nii on kevadel põhjavee pind kõrgemal kui talvel ja sademerikastel aastatel kõrgemal kui sademevaestel. Kui kaevust,



Joon. 185.

mis ulatub sügavamale põhjavee pinnast, hakata vett võtma ehk välja pumpama, siis võib põhjavee pind kuni kaevu põhjani alaneda, kuna kaevu lähemas ümbruses põhjavee pind jääb tõusma kumeralt kuni piirini, kuhu kaevu mõju ei ulatu. Analoogiliselt mõjuvad ka maaaluse vee pinna peale allikad, muutes horisontaalse põhjavee pinna kumeraks. Harilikes oludes ei või põhjavee hüdrostaatiline pind olla madalam lähedase jõe, mere või järve veepinnast.

Kui veekindlaid kihte ja nende vahel vett läbilaskvaid kihte maa all on mitu, mis kusagil ühenduses maa pinnaga, siis võib olla mitu eraldatud maaalust veekogu. Need veed kujutavad siis nõndanimetatud arteesia vett (joon. 185).

Pealmine veekindel kiht ei luba mitte tema all oleval veel tõusta hariliku hüdrostaatilise pinnani, mis määratud kõrgusega, milleni ulatub vesi sarnases sulutud veekogus tema kõrgemas punktis.

Arteesia vesi võib iseenesest maapinnale tõusta allikate näol seal, kus vett läbilaskev kiht oma alumise äärega maapinnale välja tuleb, või seal, kus pealmine veekindel kiht (kattekiht), mis vett takistab hüdrostaatilise pinnani tõusma; purunenud on. Kuid harilikult kasutatakse arteesia vett, puurides läbi veekindlad kihid kuni selle kihini, mis vett sisaldab; et vesi mitte laiali ei valguks teistesse vett juhtivatesse kihtidesse, varustatakse puurauk harilikult mantel-torudega. Nii sünnibki sagedasti tarbeveega varustamine; samuti ka nafta saavutamise.

Selleks, et arteesia vesi puuraugu kaudu voolaks maapinnale, on vaja, et maapind oleks madalam kui kõrgus, mis vastab vee hüdrostaatilisele rõhule (h, h, joonisel 183); mida madalam on maapind sellest hüpoteetilisest veetulba kõrgusest, seda rohkem saadakse puuraugust vett loomuliku äravoolu teel. On aga maapind kõrgem mainitud vee tulbast, siis vesi iseenesest puuraugust enam välja ei voolagi, vaid teda on vaja pumbata või muul kunstlikul teel pinnale toimetada.

Maaaluste vete rohkus ripub maapinna suurusel, mille pealt sademed maasse valguvad.

Et arvutada maapinna suurust, mis maaaluseid veekogusid toidavad, peab selgitama maaaluste vete reservuaari kuju, ühes kohtadega, kus vett juhtivad kihid võimaldavad reservuaarile juurdepääsu.

Puuraugud või kaevud, milles veepind sügavamal on kui maapind või kaevanduse tööde põhikiht, võivad ka ära kasutatud saada vee kõrvaldamiseks kaevandustest, sest nad võivad juhtida vett teda läbilaskjat mannerainet pidi põhjavee loomuliku äravoolu kohtadesse.

Sademetest saadud vesi on keemiliselt kaunis puhas vesi, kuid voolates maapinnal ja läbi taimestiku katte rikastub tema õhus olevate gaasidega, eriti süsihappe ja hapnikuga. Sarnane vesi võib lahustada paljuid mineraale, iseäranis lubjakivi, mis puhta vee sees vähe lahustatav on. Seepärast sisaldavad maaalused veed palju mannerainete lahuseid, millega vee kõrvaldamise juures tuleb arvestada, sest lahustatud mannerained võivad vee seest mõnesugustel tingimustel settida ja naiteks torustikku ummistada. Vesi, mis tuleb kaevandusesse otseteed maapinnalt või läbibast kaevandustöid, toob kaasa liiva, sisaldab peale mitmesuguste lahustunud ainete veel vees heljuvaid kõvu aineid: puru, peenikest liiva, muda, pori, orgaanilist ja anorgaanilist mustust jne., millega ka arvestada tuleb.

Mis puutub kaevanduste vete oludesse Eestis, siis on siin tegemist mitte väga sügava maaaluse veega ja peaaegu mitte sugugi arteesia veega, mis seletatav kihtide lamedusega. Vesi, millega meie kaevandustel arvestada tuleb, moodustab peaaesjalikult ühe hüdrostaatilise pinna, millise selgitamine olemas-olevate allikate, kaevude ja puuraukude kaudu ei sünnita suuri raskusi. Kus viimased puuduvad, võib neid eriliste raskusteta teha, sest nad ei osutu mitte sügavateks.

VEE HULK.

Kaevanduse vete rohkust iseloomustatakse kõrvaldatava vee kantmeetrite hulga minutis, ja peale selle veel arvuga, mis näitab, mitu kantmeetrit kaevandusest eemaldatavat vett langeb ühe tonni samal ajal kaevandusest saadud kasuliku kaevitise peale.

Eesti kaevandustes puuduvad täpsemad andmed selle üle, kui palju vett nendest kõrvaldatakse teatud aja jooksul. Kuid mõningaid aluseid kõrvaldatava vee hulga väljaarvamiseks võib siiski tuua.

Maaaluste vete rohkuse peale mõjub peaaesjalikult sademete hulk. Keskmine sademete hulk Eestis 1886.—1910. a. vaatluste põhjal on 554,1 mm.

Osa sademetest aurab ära ja selle osa suurus on Tartu ilmajaama vaatluste alusel 1886.—1915. a. 339,79 mm. aastas, nii et jääb sademeid maa peale $588,29 - 339,79 =$ umbes 248 mm. Kuid auramise mõõtmine ewaporimeetrites annab harilikult suurema arvu kui see loomulikudes tingimustes sünnib ja sellepärast on arvatavasti keskmine äravool Tartus mitte vähem kui 300 mm. ehk kogu sademete hulgast 60%.

Et vee kõrvaldamise küsimustega tuleb tegemist teha kõige rohkem õlikivikaevandustes Eestis, siis võiks selle raiooni iseloomustuseks vee rohkuse mõttes olla Purkse jõe ümbruskond, kus sademete rohkus veevaesel aastal on olnud 356 mm. ja veerikkal aastal 701 mm. Keskmiselt on aga sademete rohkus nimet. ümbruskonnas 25 aasta jooksul (1886—1910) olnud 542 mm.

Olgugi et maa alla tungiva vee rohkust arvatakse harilikult $\frac{1}{3}$ kogu sademete hulgast, oleks õigem arvata, et õlikivitööstuse raionis kogu sademete hulgast umbes 40—50% tungib maa alla, sest põlevkivitööstuse raioon on lausikmaal ja ta pind koosneb suuremalt jaolt soodest ja rabadest, kus äravool on väga väike; ka lamavad põlevkivikihid mitte sügaval maa all paekivikihtide vahel, mis väga kergesti maa pealt vett läbi lasevad.

Tegelikult saadud andmed Eesti põlevkivikaevandustest on toodud järgmises tabelis:

Kaevanduse nimetus	Vaatluse aeg	Veehulk m ³ /min.	$\frac{W^*)}{K}$	Märkus
Teoreetiline		0,18—11	2,2—6,8	
Kukuruse	17. III 31.	0,3	I	Veevaesel ajal talvel
Käva	26. V 30.	7,35	26	Veerikkal ajal
”	18. XII 30.	13,1	27	
Eesti Kiviõli A/ü.	V 1931.	8,00	20	Noor kaevandus
N. C. Gold Fields	X 1930.	0,33	—	Auk paekivis

MAAPEALSETE VETE KÕRVALDAMINE.

Kui maapealne kaevandus või maaaluse kaevanduse avaus šahti või stolli suu näol on maapealse veekogu, näiteks: järve, tiigi, jõe, oja jne., lähedal, siis võib vesi nendest veekogudest tungida kaevanduse tööde juurde, kas nõrgudes läbi mulla ja manneraine, või voolates kaevandusse avause suu läbi suure vihmavalangu või kevadel suure vee ajal; nende pahede ärahoidmiseks on järgmised abinõud:

a) kaevata küllalt sügav kraav maapealse kaevanduse või maaaluse kaevanduse avause ja veekogu vahele, mida mööda siis vesi, mis võiks valguda kaevandusse lähedalolevast veekogust, saaks ära juhitud loomuliku äravoolu või pumpamise teel.

Kui läbi kraavi põhja või seinaga on karta vee imbumist kaevandusse, siis tuleb kraavi põhi ja küljed katta savikorruga või betoneerida;

b) kui on vaja kaitsta kaevandust ainult ülevoolava vee eest, siis tuleb ehitada küllalt kõrge tõkkesamm veekogu pervele ja nii pikalt, et ülevoolav vesi kuskilt poolt ei satuks kaevandusse, ka kõrgema veeseisu ajal veekogus;

c) kui on karta, et veekogust hakkab vesi tungima kaevandusse ka mulla ehk manneraine läbi, mis eraldab kaevandust veekogust, siis on vaja peale punkt „b“ mainitud tammi veel ehitada maa sisse, tõkkesamm alla või kõrvale, tõkkesein veekindlast materjalist, näiteks savist. Selle tõkke-

*) W/K on vee hulk kantmeetrises jagatud kaevanduse õlikivitöödangule tonnides.

seina alus, mille paksus vähemalt üks meeter, peab olema kindlasti nii sügaval kui veekogu põhi, et ära hoida vee sissetungimist kaevandusse.

Kui maapealse kaevanduse tööd on otsekoheses ühenduses maa-aluste töödega, siis hoitakse maapealne vesi, mis tuleb lahtisest kaevandusest või maapinnalt, maa-alusesse kaevandusse sissetungimast samade abinõudega, nagu kirjeldatud eelpool punktides a. ja b. (kraavi või tõkkesammide abil). Harilikult eraldatakse maa-aluse kaevanduse töökohad maapealsetest töödest tervikuga, mis tarvilisel kohal läbibistatakse šahtidega või stollidega. Niisugusel juhusel ehitatakse tammid ainult šahtide ümber või stollide ette.

Maa-aluse kaevanduse avause (šahti või stolli) asukoht tuleb valida võimalikult niisugusel kohal, mis on vähemalt $1\frac{1}{2}$ m. kõrgemal kõige kõrgemast pinnavee seisust, mida üldse ümbruses tähele pandud. Kui aga kaevanduse avausele on võimatu leida sarnast asukohta, nagu ette võib tulla mõnes madalas kohas või orus, kuhu maapealne vesi valgub, siis tuleb kaevanduse avause koht kunstlikult tõsta vastava kõrguseni. Selle juures tuleb šahti või stolli lähem ümbrus täita veekindla materjaliga, näiteks saviga, nii et šahti või stolli seinte taga oleks vähemalt ühe meetri paksune kaitsesein. Sarnase käigu sein peab ka olema veekindlast materjalist. Et sademetest saadud vesi ruttu ära voolaks ja vett maa alla võimalikult vähem satuks, selleks tuleb ka kaevanduse ümbruses olev maapind siluda ja tampida. Kui kaevanduse avause ümbrust kõrgele tõsta on võimatu, siis peab kaitsma vee sissevalgumise eest kraavidega või tõkke-tammidega, nagu kirjeldatud p. p. a, b, c.

Šahti või stolli seinad peaksid olema veekindlad võimalikult kuni esimese veekindla manneraine kihini, või vähemalt kuni esimese kõva manneraine kihini. Soovitatav on selle juures veekindel sein viia nii kaugemale maa alla, kus temperatuur talvel püsivalt üle nulli on. Selle juures ei tuleks ette sissetungiva vee jäätamist šahti või stolli seintel talvekuudel, mis takistaks liikumist stollis ja kaevanduses ning annaks ka põhjust õnnetutele juhtumitele töölistega. Pealegi on jää kõrvaldamine šahti või stolli seintelt palju tülikam ja kulukam kui harilik veekõrvaldamine. Veekindlateks šahti või stolli seinteks võivad olla: vaiadest või raketest puutoestikud, mille taga on kõvasti tambitud savi; betoon-toestikud rikkaliku tsemendisaldusega, loomulikest või betoonkividest toestikud ja raudtoestikud. Missugune veekindel toestik valida šahtidele või stollidele, ripub ära kaevanduse suuruselt ja oletatavast east. Mida suurem kaevanduse iga, seda kallim ja vähem remonti nõudev toestik tuleb valida šahti. Samuti, mida suurem kaevandus, seda põhjalikumad võivad olla kapitaal-ehitused. Need nõuavad küll suuri kulusid, kuid suure toodangu juures on neid võimalik kasulikult amortiseerida. Üksikasjalisemalt — vaata toestik.

Maapinnale šahti või stolli läbi tulevat vett peab ära juhtima nii, et see tagasi ei valguks kaevandusse. Seda võib saavutada järgmiselt:

a) kaevandusest tulev vesi juhitakse ära kraavi abil, mis kaevatakse maa sisse ja mis on veekindel kogu sel ulatusel, kus kõrvaldatav vesi võiks veel pragude läbi maa alla sattuda.

b) kui kaevanduse ümbruses olev maapind on väga pragune ja vett läbilaskev, siis võib vett ära juhtida kraavi mööda, mille põhi ja seinad on tsementeeritud.

c) kui maapinna profiil ja väga vett läbilaskev maapinna koosseis ei võimalda kraavi abil vee ärajuhtimist, siis peab vett ära juhtima veekindlate puust rennide läbi, ehk jälle raud- või malmtorude kaudu nii kau-

gele, et edaspidine juhtimine kraavide kaudu kuskile oja, jõkke, järve või merre ei mõjuta enam halvasti kaevandust.

Kui maa-aluse kaevanduse tööde kohal maa peal on olemas veekogud, nagu jõed, järved, ojad, tiigid, sood ja rabad, siis tuleb nendest veekogudest vee kaevandusse tungimise ärahoidmiseks järgmisi abinõusid tarvitada:

a) kui veekogude põhi vett läbilaskev või võib sarnaseks muutuda mäetööde tagajärjel, siis tulevad järved, tiigid, sood ja rabad võimalikult kuivaks lasta, kas loomulikul teel või pumbates, ja edaspidi ära hoida nendes vee kogumist. Selleks tuleb neisse voolav vesi kraavidega kõrvale juhtida.

b) kui see võimalik ei ole ja kaevanduse tööd ei ole mitte eraldatud mõne tugeva veekindla kihiga veekogudest maapeal, siis on vaja jätta tervikud igasuguste suuremate veekogude alla.

Need tervikud peavad suurema pindalaga olema kui veekogude pindala. See pindala on seda suurem, mida rohkem veekogude all olev maapind ja manneraine kihid vett läbi lasevad, sest seda suuremat takistust on vaja muretseda tervikute abil kaevanduse tööde juurde veekogudest sissetungivale veele. Kui palju tervikute pindala veekogu pinnast suurem olema peab, tuleb otsustada igal juhul eraldi. Näiteks: lähenedes kaevanduse töödega veekogule maapeal võib märgata vee juurdevoolu kasvamisest kaevanduse tööde juurde. Kui see juurdevool liiga suureks läheb, tuleb kaevanduse tööde edasinihkumine selles sihis jätta seisma. Üldse võib aga võtta terviku ääre kõige väiksemaks kauguseks (berma) maapealse veekogu äärest 10 meetrit.

MAA-ALUSTE VETE KÕRVALDAMINE.

Harilikult püütakse maa-aluseid töid läbi viia nii, et nendest võimalikult vähe vett tungiks töökohtadesse. Selleks võib mitmesuguseid abinõusid tarvitusele võtta, nagu seda kohalikud olud tingivad.

1) Kaevanduse tööde kohal tuleb lagi hoida võimalikult tervena. Selleks on vaja hoolitseda, et lagi sisse ei variseks või liiga suuri pragusid ei sünniks, mida mööda vesi ülevalt võib kaevandusse tungida. Iseäranis aga peab lagi terve hoitama, kui teda moodustavad täielikult või osalt veekindlad kihid.

Eesti oludes, kus tegemist on peamiselt põlevkivi kaevamisega, on põlevkivikaevanduses lagi enam-vähem vett läbilaskev, iseäranis veel siis, kui ka „F“ kiht saab välja võetud. Kuid ka selle peale vaatamata peab lage hoidma võimalikult purunemata olekus eelpoolnimetatud põhjusel.

Et ära hoida lae allavarisemist, peab kaevanduses tekkinud õõnsused täitma aherkiviga, nagu seletatud kaevetööde juures.

Ettevalmistamise tööde juures, kus tegemist on kitsaste käikudega, peab lage hoidma võimalikult kindlana. Ei pruugi ka igakord kasulikke kaevetist välja kaevada täies kihtide kõrguses, vaid mõnikord vähendada kitsa käigu töökoha kõrgust võrreldes koristustöökoha kõrgusega, mis võimaldab lakke jätta veekindlamaid ja kõvemaid kihte.

Nii võiks ka põlevkivikaevanduses kitsaste käikude laeks olla F kihid, mis sitkema, kõvema ja veekindlamad kui nende peal lasuv paekivi. Selle juures peab töökoha kõrgus kitsas käigus olema vähemalt 2 meetrit. Kui aga kõrgus vähem on ilma F kihita, siis tuleb ka kogu F kiht ettevalmistamise tööde juures maha võtta.

2) Veerikkaid kihte läbistajad šahti osad peavad olema kindlustatud veekindlate seintega või toestikuga, nagu eelpool seletatud. Šahti süvendamisel vett läbilaskvates, kuid kõvades kihtides, nagu paas ja liivakivi, tehakse šahti ümbrus veekindlaks kivistamise teel vedela tsemendi segu abil, mida veesoontesse sisse pressitakse. Selleks puuritakse šahti põhja puuraugud kuni vettandja kihini ja neisse pannakse tihendatult torud, mille kaudu tsemendi segu sisse pressitakse, kuni see sinna sisse tungib. Kui augud enam tsemendi segu neelda ei suuda, siis suletakse nad puust punniga ehk torus oleva kraaniga. Tsemendi pressitakse kas pumba või loomuliku rõhumise teel torudes, kui tsemendi segu juhitakse torudesse maa pealt.

Umbes sarnaselt toimetatakse ka stollides, strekkides ja kweršlagides. Samuti toimetatakse juba valmis šahtides, kui selle toestik ei ole küllalt veekindel, näiteks tihe puust toestik. Siis puuritakse šahti seintesse augud, milledesse asetatakse torud tsemendi segu sissepressimiseks šahti seinte taha, et moodustada veekindlat koort šahti toestiku ümber.

Veesoonte tsementeerimise või kivistamise abil on senini palju šahte süvendatud. Ka Eesti oludes võiks seda meetodit edukalt kasutada kaevanduse vete vähendamiseks, kuid sügavamal maa all. Maapinna lähedal võib tsemendi segu tungida veesooni pidi maapinnale, ilma soontes kõvenemata.

3) Kui kaevanduse tööd sünnivad suurte maapealsete veekogude all, siis peab nende alla vastavad tervikud jätma, nagu ennem kirjeldatud. Samuti tuleb toimida ka siis, kui on vaja töötada vana uppunud kaevanduse all. Sel juhtumil peab vana kaevanduse ja alumise töötava kaevanduse vahele jätama tervik, mille ületaja ääre laius oleks vähemalt 20 meetrit.

TÖKKETAMMID.

Kui tarvis avada kweršlagiga uusi kasuliku kaevetise kihte, ettevalmistamise töödega läbistada veerikkaid kohti kasuliku kaevetise kihis (jõgede või järvede alt maa all läbi minnes) ehk kui lähenetakse ülespoole sihitud ettevalmistuse töödega vana mahajäetud kaevanduse piirkonnale, siis on vaja ettevalmistamise käikudes (kweršlagis, strekis, stollis, ordis) teha vähemalt üks vee tõkkesamm. Tõkkesammid tehakse ka pumbakambrisse ja šahti laadimise ruumi viivates käikudes, kui on vaja eraldada neid ootamata vee sissetungimise eest, näiteks kevadise suurvee ja vihmavalangu ajal ehk mõne suure veekogu kaevandusse tungimise puhul. Sarnasel juhul võimaldavad tõkkesammid edasitõotamist pumpadele ja tõstevärgile, kuni vesi saab kõrvaldatud. Tõkkesammid on ustega ja ilma. Esimesed võimaldavad edasitõotamist tammi taga, kuna viimased seda ei võimalda. Materjali suhtes jagunevad vee tõkkesammid järgmiselt:

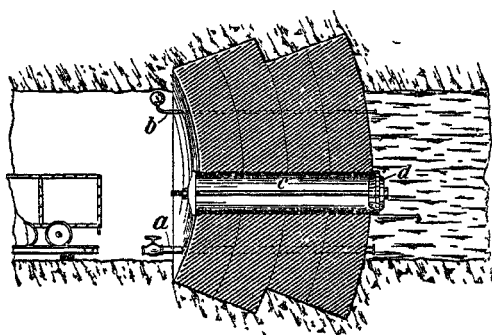
- a) puust tõkkesammid,
- b) kivist või betoonist tõkkesammid,
- c) rauast või terasest tõkkesammid.

Tõkkesammide ülesanne on suurt veevoolu kaevanduse tööde juurde ära hoida ehk reguleerida, õhu või vee löökide ja suure rõhumise vastuvõtmine ja vee filtreerimine mudast, liivast või kivipurust. Igal tõkkesammil peavad olema järgmised seadeldised:

Tõkkesammide alumisesse osasse, streki ehk kweršlagi veekraavi pinna kõrgusel, jäetakse vee äravoolu toru a kraaniga ehk ventiiliga (joon. 184).

See toru hoitakse lahti, kui tõkettamm on avatud, selleks, et tõkettammi taha kogunud vesi võiks ära voolata. Kui aga tõkettamm suletakse, siis käänatakse ka kraan ehk ventiil toru a otsas kinni.

Tõkettammi ülemisesse osasse jäetakse peenike toru b (joon. 184), ka kraaniga, mille läbi võib välja tulla õhk tammi tagant; selle torukese külge võib kinnitada ka manomeetri, mis võimaldab kindlaks teha õhu- või veerõhumist tõkettammi taga. Kui tõkettammi taga on vesi tõusnud laeni, siis suletakse toru b.



Joon. 184.

Tõkettammi võib jätta ka augu c (v. joonis), nii suure, et mees võib veel sealt labi pugeda. See auk on tarviline selleks, et tammi ehitamise juures tööline võiks tammi tagant veel viimased tööd korralikult läbi viia, mida tammi eespoolt teha ei saa, nagu viimaste kivide paigutamine tammi müürisse jne.

See auk pannakse kinni luugiga d (joon. 184), nagu mannloh aurukateldes; nimelt luuk kinnitatakse eespoolt tammi keti või latiga, millel veepoolsel otsal riiv ja teisel otsal kruvi mutriga.

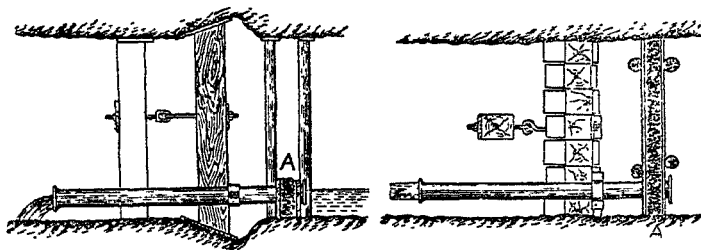
Kui aga läbi tammi peavad liikuma ka vagonetid, siis tehakse tõkettammid kahe või ühe uksega, mida võib kiiresti tihedalt sulgeda, kui ähvardab uputuse oht.

Niisugused ustega tammi raamid tehakse malmist ja terasest ja neis raamidest on samuti augud olemas nagu enamalt kirjeldatud tõkettammil.

Erimaterjalide tarvitamisel tuleb tõkettammide ehitusel pidada järgmist silmas.

Puust tõkettammide

(joon. 185) juures on puumaterjal koormatud vee- või õhurõhumise läbi kas paindega või survega. Esimesel juhul on tamm ehitatud ühesugus-



Joon. 185.

test puust prussidest, mis seatakse üles kas püsti (kui streki kõrgus on vähem kui tema laius) või lamavalt (kui streki laius on vähem kui tema kõrgus). Üldiselt on aga soovitatavam, et puust tõkettammid tehakse lamavaist prussidest, sest püsti paigutatud prussid kannataksid lae rõhumise tõttu peale selle veel ka nõtkepinget all.

Teisel juhusel tehakse tõkkesammid puust väljatahutud tüvipüramiididest, mis laotakse nagu telliskivid müüris, nii et jämedamad otsad oleks pöördud vee- või õhurõhumise vastu. Mõlemat moodi valmistatud tõkkesammid nõuavad enne nende puust osade ülesseadmist vastava aluse loomist tõkkesammide püstitamise kohal. See alus tehakse kas streki laes või põhjas, kui tegemist püsttõkkesammiga. Kui aga on vaja teha lamavatest prussidest tõkkesamm, siis tehakse vastav alus streki külgedes soone näol.

Need alused tehakse käsitsi käigu lakke ja põhja silutud alusega kraavide näol, millede põhi käigu telje vastu umbes 20° viltu on. Kui kraavid valmis, siis kaetakse nende põhi õhukese samblakorraga ühepaksuselt ja samblakorra peale asetatakse laud nii lakke kui põhja. Sarnaselt ettevalmistatud aluste vahele asetatakse täpselt väljatahutud prussid, alates külgedelt ja lähenedes keskele. Viimane pruss tõmmatakse kiiluna ühe või kahe poldiga kohale (joon. 185). Prusside vahel olevad praod topitakse täis sambla või tõrvatud takkudega. Sel kombel saadakse veekindel puust tõkkesamm. Kui aga tõkkesamm peab filtri aset täitma, siis ei topita pragusid. Et niisugune tamm hoiaks ära ka peenikese puru, liiva ja muda läbimõrgumist, siis tehakse temast umbes ühe meetri kaugusel teine tamm laudadest; nende kahe tammi vahe täidetakse heinte ja õlgedega, mis puhastavad vee ka peenemast purust. Tammi ehituse ajal on mõnikord vaja vee juurdevoolu tammi asukohast ära hoida. Selleks tehakse ajutine madalam tõkkesamm, harilikult savist kahe laudseina vahel (joon. 185, A). Selle ajutise tammi tagant juhatakse vesi ära raudtoru või puust renni abil jäädava tõkkesammide ehituskohast mööda.

Lamavas tõkkesammis asetatakse prussid üksteise peale horisontaalselt. Prusside otsad asetatakse samuti kui püsttõkkesammid aluste vahele, mis on tehtud mõlemasse käigu seinale. Prussid asetatakse võimalikult tihedasti. Kui on vaja teha tõkkesamm, mis sootu vett ega õhku ei tohi läbi lasta, siis tihendatakse kõik praod nii prusside kui ka prusside ja põhja, lae ja küljepealsete aluste vahel, samuti kui püsttõkkesammide ehituse juures.

Kivist või betoonist tõkkesammid

tehakse seal, kus vee rõhumine nii suur, et puu välja ei kannata, ja kus tõkkesammide vastupidamise kestvus peab olema üle 5 aasta. Sarnasel tõkkesammil on järgmised paremused.

Temale võib igasuguse kuju anda, nagu seda nõuavad kaevanduse olud ja käigu seinte kuju; tõkkesamm ise kui ka tõkkesammide liitumine käigu seintega võib teha hõlpsasti täitsa veekindlaks, tarvitades selle juures veekindlat materjali; tõkkesammide võib paigutada hõlpsasti igasuguseid torusid ja jätta avausi uste ehk luugi jaoks.

Kui ehitatakse tõkkesamm betoonist, siis ei pruugi tõkkesammide asukohta ehituse ajal kuivana hoida, sest betoontööd võib ka vee sees teha, kuid selle juures tuleb hoiduda, et vesi tõkkesammide püstitamise kohal ei voolaks.

Tõkkesammide ase peab valitama niisugusel kohal, kus ümbritsevad murrerained vett läbi ei lase. Seega ei või tõkkesammide asukohta mitte valida liivas, konglomeraatides või murrerainetes lubjakivides. Kõige parem oleks tõkkesammide ehitamise asukoht valida savi sisaldavate kildkivikihtide seas või tihedas lubjakivis; kui see aga võimalik ei ole, siis peab seda kohta tihendama veesoonte kivistamise teel, nagu eelpool kirjeldatud.

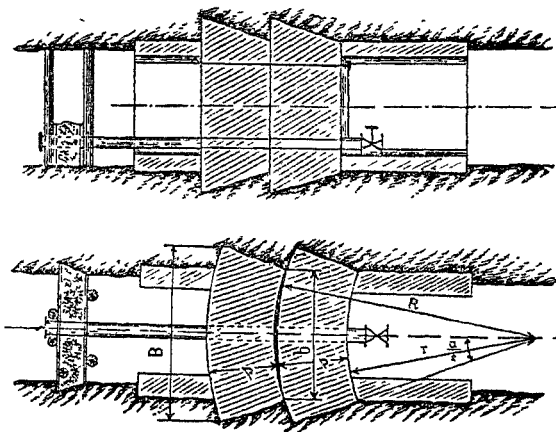
Tökketammi ehitusmaterjaliks tarvitatakse harilikult kas hästi põletatud telliskivi ehk klinkerit või betooni 1 : 3 : 3 (see on: 1 jagu tsementi, 3 jagu liiva ja 3 jagu killustikku).

Telliskivist tökketammi ehitamise juures on soovitatav tarvitada sideaineks segu: 1 jagu tsementi ja 3 või 2 jagu puhast liiva. Enne 48 tundi peale müüritööde lõpetamist ei või lasta müüri voolava vee mõju alla. Kivist või betoonist tökketamm peab seisma rõhuta umbes 28 päeva ja siis võib ta välja kannatada rõhumist 15–30 klg. ühe ruutsentimeetri peale, muidugi vastava paksuse juures.

Kivist või betoonist müürid tulevad konstrueerida nii, et nad ainult survega koormatud saaks, aga mitte tõmbega või paindega. Selleks peavad nad omama vastava kuju, nimelt:

- a) tsilindrikujulised kivist tökketammid,
 - b) kera- " " " "
 - c) kiilu- ehk püramiidikujulised kivist tökketammid.
- a) Tsilindrikujulised kivist tökketammid (joon. 186):

Tsilindrikujuline tökketamm moodustab enesest ühe osa õõnsast kontsentrisest tsilindrist, mille telg on perpendikulaarne streki aluspinnale. Tökketammi küljed, alumine ning ülemine pind moodustavad enesest aga radiaalseid tasapindu. Vastavalt tökketammi külgedele, alumise ja ülemise pinna kujule tehakse nende jaoks alused käigu seinte, lae ja põhja sisse. Kui tökketammi aluste pinnad tuleks väga suured, mis nõuaks tarviliste aluste sügavale rajamist, siis võib alus teha astmeline ja ehitada tamm kordline, millele vahed tsemendiga täidetakse.



Joon. 186.

Tsilindrikujulised tökketammid on kerged ehitada ja on head madalate ning keskmiste rõhumiste juures. Suurte rõhumiste juures tuleksid nad aga väga paksud.

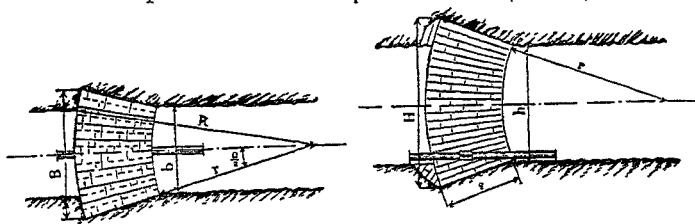
b) Kera või sfääri kujuline tökketamm (joon. 187). Sellel tökketammil on segmenti kuju, mis välja lõigatud õõnsast kerast radiaalpindadega.

Alused tehakse samuti nagu tsilindrikujulisel tökketammil. Selle juures võib samuti mitu kerakujulist jätku ühe tammi moodustada, kui ühena ehitatud tammi aluse pind peaks liig suur tulema.

Sfäärilised tammid on kõige praktilisemad, sest neis on pinged kõige ühetaolisemalt ära jaotatud. Nende juures tuleb ka tammi paksus kõige vähem ja nad on ka kõige tugevamad ühesugustel muudel tingimustel võrreldes teisekujuliste tökketammidega.

c) Kiilu või püramiidi taolised tökketammid moodustavad enesest kiilu või püramiidi, mille telg on ühine käigu teljega. Neis pole pinged mitte ühetaoliselt jaotatud ja sellepärast on nad vähem soovitatavad.

Mis puutub Eesti oludesse, siis meil ei ole karta suuri vee- või õhurohumisi vähemalt esialgu, kuna meie tähtsam kasulik kaevetis — põlevkivi — asub päris lähedal maapinnale. Seepärast jätkub meile puust tõkettammist. Kui



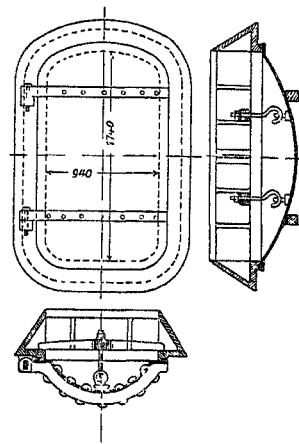
Joon. 187.

aga tõkettamm peaks pikemat aega tarvitav olema, siis võiks ta ka kivist olla, kas tsilindri- või sfäärikujuline.

Sagedasti jäetakse tõkettammisse ukсед, mis suletakse ainult häda korral, siis, kui on karta vee sissetungimist kaevanduse ruumidesse. Ukсед tehakse kas puust või rauast. Ukсед varustatakse raudpõõnadega. Et ukсед vett läbi ei laseks, selleks tihendatakse puust raami ja ukse vahet tõrvaga läbiimbutatud taku, linase riide või kummiga.

Rauast tasased ukсед valmistatakse raudplekist ja kinnitatakse raudraami külge, mis omakord müüritakse kivimüürisse. Kui veesurve eriliselt suur, siis valmistatakse õõneskehalised ukсед. Ukse raam valmistatakse I ehk \square kujulisest rauast, mille külge mõlemalt poolt needitakse raudlehed.

Veel suurema rõhumise juures valmistatakse ukse raamid malmist, üksikutest kokkupandavatest tükkidest. Kui tõkettamm on ühe uksega, siis koosneb malmist ukseraam neljast kiilusarnasest tükist, kui aga kahe uksega, siis 7 kiilusarnasest tükist, mis kokkupandult moodustavad ühe tüvipüramiidi ümarmarguseks tehtud nurkadega. Niisugusel kujul asetatakse see tüvipüramiid kivist või betoonist müürisse (joon. 188). Malmist tehtud ukse raam ühes rauduksega, mis kõvendatud terasribidega, kujutab enesest koguna ühe tsilindri- ehk kerakujulise tõkettamm.



Joon. 188.

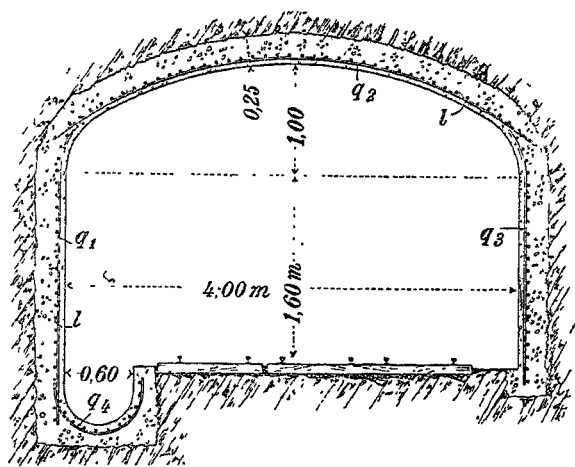
Ühe ukse harilik läbimõõt, kust ka hobune võib läbi pääseda, on 0,93 m lai ja 1,74 m kõrge. Ukse tihenduse abinõud on needsamad, mis puuuste juures. Kõik ukse kinnipanemiseks tarvisminevad asjad, nagu kinnitõmbamise kruvid, luugid, võtmed, tihendamise abinõud jne., peab hoitama ukse läheduses hädaohuta kindlas kohas.

VEE ÄRAVOOLU TEED KAEVANDUSES.

Kaevandusse sattunud vesi voolab käikude kraave pidi või nende õõnsuste põhja mööda, kust kasulik kaevetis välja võetud, kõige madalatesse käikudesse ehk strekkidesse ja sealt strekkide ja kwerslaagide kaudu veeaukudesse (sumpfidesse), kust vesi eemaldatakse maapinnale pumpamise või muul teel. Et vesi võiks voolata käikude kraave mööda, peab viimastel vastav kallak olema sumpfide poole.

Kui käikusid mööda veetakse kasulikku kaevetist ainult välja, siis võib kraavidel olla kallak nagu käikudelgi, umbes $\frac{1}{200}$; kui aga ka sisse veetakse aherkivi või muud materjali kaevanduse õõnsuste täitmiseks, siis võib käikude ja kraavi kallak olla $\frac{1}{500}$ — $\frac{1}{1000}$ ja mõnikord veel vähemgi, nimelt kui kihtide üldkallak ja loomulikult teel vee kõrvaldamise olud seda nõuavad.

Mida väiksem kallak veekraavil, seda suurem peab olema veekraavi läbilõige. Veekraav paigutatakse kas käigu äärde (joon. 189) ehk käigu keskele kahe roobaste vahele (joon. 190).



Joon. 189.

Kui aga kraavi läbilõige kujuneb liiga suureks, umbes $0,5 \text{ m}^2$ ja rohem, siis tehakse veekõrvaldamiseks eri veestrekk.

Et ära hoida muda ja peenikese prügi settimist veekraavides, peab vee kiirus „v“ olema kraavis vähemalt: kõrge muda juures $0,25 \text{ m/sek.}$, milleks vaja kallak $\frac{1}{200}$; ja liiva juures $0,50 \text{ m/sek.}$, milleks vaja kallak $\frac{1}{100}$.

Kuid niisuguseid kallakuid Eesti õlikivikaevandustes, kus kihtide üldine kallak on umbes $\frac{3}{1000}$, tarvitada ei ole sünnis.

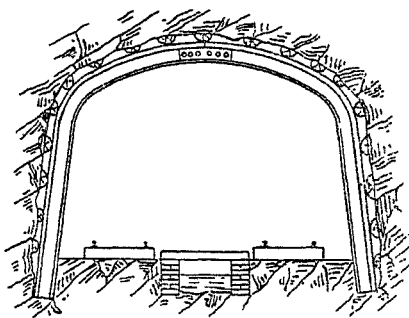
Teiselt poolt ei tohi vee kiirus kraavides ka liiga suur olla, sest kraavi põhi ja seinad saaksid sel korral ära uuristatud, mille ärahoidmiseks tuleks kraavi põhja ja seinu kindlustada. Igale mannerainele vastab eri kiirus, mille juures temas algab uuristamine; nii võib olla mudase maa juures vee kiirus kuni $0,15$ meetrit sekundis, peenikese liiva juures $0,20 \text{ m/s.}$, savi puhul $0,30 \text{ m/sek.}$, kõva jõeliiva puhul $0,60 \text{ m/sek.}$ jne.

Vee kiiruse suurendamiseks on kasulik veekraavi seinu ja põhja tasandada, milleks harilikult kõige soodsam on betoneerimine.

Kui mõnele käigule, millega rööpselt sünnib vee äravool, ei saa mõ-

ningatel põhjusel anda vee äravoolu kindlustajat kallakut, tehakse paralleelselt eri veekäik, mille alumine ots sügavam kui teisteks otstarveteks tehtud samasihilisel käigul.

Sarnane sügavam veekäigu ots võimaldab ka tagavarabasseini loomist, kuhu vesi võib koguda mõni aeg, kui pump peaks mingil põhjusel seisma jääma või ei jõua kõike vett kõrvaldada. Ka puhastub vesi niisuguses veebasseinis mudast ja prügist, mis settib põhja.



Joon. 190.

Iseäralise tähtsuse omavad veestollid, mis moodustavad enesest käigu, mis suubub maa peale ja mida mööda vett võib kaevandusest kõrvaldada kõige lihtsamal teel, ilma ühegi kõrvalise abinõuta. Suur tähtsus on neil iseäranis seal, kus kasuliku kaevetise leiukoht on kõrgemal jõgede, järvede ehk mere veepinnast, nii et neisse võiks juhtida stollid kaudu vett.

Ka meil Eestis on õlikivikaevandustes veestollid, näiteks Kukruse ja Käva riigi põlevkivitööstuse kaevandustes. Nendest veestollidest voolab vesi: Käva kaevandusest Kohtla jõkke ja Kukruse kaevandusest mitut kraavi mööda Pühajõkke. Veestollid on tehtud põlevkivikihtide kompleksi alumisse ossa, kuna veekraav stollis on sisse lõhutud põhjapaesse. Nii Kukruse kui ka Käva kaevandused võivad mitmed kümned aastad kuivad hoitud saada ainult veestollide abil, ilma et oleks vaja vett pumpade abil kõrvaldada. Sellega saavutatakse suurt kokkuhoidu, kuna vee kõrvaldamine stollide abil tuleb 2 kuni 3 korda odavam kui pumpade abil.

Stollide abil veekõrvaldamisel on peale odavuse veel järgmised paremused:

a) Ei ole vaja karta kaevanduse uputamist ja seega ei ole tarvis teha tagavarabasseine äkitselt sissetungiva vee jaoks või pumpade rikkimineku korraks. Samuti ei ole vaja teha tõkkesid kweršlaagides ja strekkides, et kaitsta šahti ja pumbakammert uputamise eest.

b) Veestolli abil saab kogu ümbruskond põhjalikult kuivatatud, mis väga tähtis seal, kus palju soid, nagu meil Põhja-Eestis õlikivitööstuse rajoonis.

c) Järelvalve teostamine on palju lihtsam kui pumpade abil vee kõrvaldamisel, mis nõuab hulka kvalifitseeritud tööjõudu, nagu lukusepad, montöörid j. n. e.

VEE KOGUMISE KOHAD KAEVANDUSES.

Kaevanduses voolab vesi kõikidest käikudest harilikult ühte kohta, mida nimetatakse vee kogumisruumiks ehk basseiniks. veeauguks ehk sumpfiks. Nende veekogumise ruumide ülesanne on:

a) Vett teatava aja jooksul suuremal määral mahutada, et mitte uputust tekitada kaevanduses, kui on ajutine suurem vee juurdevool ehk kui kaevanduse veekõrvalduse seaded rikkes on;

b) Kaevanduse vee selginemine enne kui ta pumpade juurde satub, sest kaevanduse vesi on harilikult mudane ja prüginine;

c) Vett neutraliseerida, et happeid sisaldavad kaevanduse veed mitte pumba või torustiku metallosasid ära ei rikuks.

Nende ülesannete täitmiseks peavad veekogumise ruumid olema vähemalt nõnda suured, et võivad mahutada juurdevoolava vee 24—48 tunni jooksul, ühe pumbakomplekti juures. Kui aga on tagavaraks 2 ehk 3 pumbakomplekti, kusjuures iga komplekt võib kõrvaldada normaalselt juurdevoolava vee hulga, siis võivad ka veekogumise ruumid vastavalt nii mitu korda vähemad olla. Üldse peavad veekogumise ruumid võimaldama vähemalt sarnast pumba töö seisakut, mida nõuab tavaline pumpade remont.

Vastavaid vee kogumise ruume ehk basseine võib moodustada šahti süvendamisega 10—15 meetrit sügavamale kaevanduse laadimise ruumist; kui sellest ei jätku, siis lisaks veel kweršlaagide ehk strekkide näol allpool laadimise ruumi põrandapinda.

Need kweršlaagid ja strekid peavad ühenduses olema šahti veeaugu ehk sumpfiga.

Veekogumise ruumi võib suurendada ka strekkide ja kweršlaagide arvel, mis asuvad šahti laadimisruumi põrandapinna kõrgusel, selle juures aga peab pumbakamber šahti laadimisruumi põrandapinnast vastavalt kõrgemal olema. Selle võimaldamiseks tuleb kõrgemal asuvatele pumpadele vett kogumisbasseinist teiste pumpade abil edasi anda; need teised pumbad peavad võima töötada ka vee all (ritvpumbad, mammutpumbad jne.).

Muidugi ei või vedu sündida käikudes, milliseid kasutatakse veekogumise ruumideks.

Harilikult ei sadestu mitte kõik prügi ja muda strekkide ja kweršlaagide veekraavides, selleparast satub osa prügi ja muda veekogumise ruumi ja sadestub seal või tõmmatakse pumpadega kaasa torustikku. Et mudane vesi pumpe rikub, siis on soovitatav, et pumbad ainult selgunud vett kaevandusest kõrvaldaksid.

Puhastamine sünnib raskema veega kaasa toodud aine settimise teel avarais ruumes, kus voolukiirus on väike.

Veekogumise puhul strekkides ehk kweršlaagides on ka võimalik käike sulgeda ja vett teisi käikusid mööda pumpade juurde juhtida; suletud käigus võib siis muda ja prügi kõrvaldamist ette võtta. Et settimine täielikum oleks, jaotatakse veekogumise ruumid mõnikord ka vertikaalseinte abil alaosadesse. Ühes osas toimub vee selgimine settimise teel, kuna puhas vesi voolab üle lüüsi puhtasse ossa, kust kõrvaldatakse pumpadega. Vee selgitamiseks võib ka purje- ehk kotiriidest tehtud filtrit tarvitada.

Ka on soovitatav 2 ehk 3 komplekti veekogumise ruume teha. Selle juures üks võtaks kogu kaevanduse vee vastu, teises sünniks puhastumine mudast ja prügist ja kolmas oleks tagavaraks.

Veekogumise ruumide, see on kaevanduse veeaugu (sumpfi), kweršlaagide ja strekkide puhastamine võib sündida käsitsi ja ka masinate abil. Käsitsi muda kõrvaldamine sünnib ämbrite ja labidate abil ja on kallis. Pealegi rüvetab käsitsi puhastamine kõrvalolevaid strekke.

Sagedasti sünnib muda ärakoristamine „mammutbaggeri“ abil järgmiselt.

Sumpfi läheduses on üles seatud raudreservuaar (katel), millest õhupumba abil pumbatakse õhk välja. Katel on ühendatud painduva metalltoru läbi sumpfiga, kust muda kõrvaldada tuleb ja kust ta kerkib katlasse, kui peale õhu väljapumpamise vastav ventiil avatakse. Kui katel on täitunud mudaga, käänatakse ventiil kinni ja ühendatakse katel kompressoriga, mis surub õhku katlasse ja ajab muda selleks määratud torustikku mööda sinna, kuhu teda kõige kergem ära mahutada.

Muda paigutamise kohaks on kõige paremad vanad koristamise väljad, kus ta tihendab kuivast aherkivist tehtud täidet. Kuid kirjeldatud teel peab muda kõrvaldamine sündima siis, kui see ei ole veel kuivama hakanud selgituse basseinis. Selleks on vaja vee äravool basseinis sulgeda sel momendil, kui bassein on täitunud juba mudaga niivõrra, et selge vee asemel hakkab juba üle voolama mudane vesi, ja siis kohe panna tööle mammutbagger.

Kaevanduses, kus töötatakse survõhuga, on niisugune sissesead väga lihtne (õhuimejaks on survõhuga töötav inžektor) ja sellega võib puhastada mudast mitte üksi vee selgitamise basseine, vaid ka harilikke veekraave strekkides ja kweršlaagides.

Kirjeldatud baggeritega muda kõrvaldamisel on järgmised paremused:

- 1) on odavam kui muda kõrvaldamine käsitsi,
- 2) muda ei pääse masina osadesse ega riku neid, nagu see sünnib pumba osadega, kui hariliku pumpamise teel muda kõrvaldatakse,
- 3) et baggeritega muda kõrvaldamine hõlbus, ei ole vaja palju ja suuri tagavara veesegitamise basseine,
- 4) muda võib kergesti juhtida kohasesse paika kaevanduses.

Sagedasti kaevandustes ettetuleva hapu vee neutraliseerimine sünnib harilikult lubjapiimaga (põletatud lubi vees lahustatud), sest ta on kõige odavam lehelisaine.

Hapetest on kaevanduse vetes kaunis sagedane väävelhape, mis neutraliseerimata pumpadesse ja torustikku sattudes neid sööb ja liig ruttu kõlbmatuks teeb. Kuid ka liht söehappe sisaldust vees tuleb vahest vähendada, milleks kõlbab ka lubjapiim. Ühes söehappe eemaldamisega sadestub vees olnud üleliigne lubi ja mõned magniumi soolad, mis siis ei ummista pumba- ja torude õõnsusi.

Neutraliseerimine lubjapiimaga teostub sumpfi eel, milleks vesi lastakse voolata läbi astjast, milles kustutatakse lubjatükke. Happe ja lubjapiima reaktsiooni tagajärjel sadestub lima, mis enam ei riku raudosi, satub pumpadesse ja tõstetakse üles maa peale ning eraldub seal veesegitamise basseinides.

VEE TÕSTMINE ASTJATES.

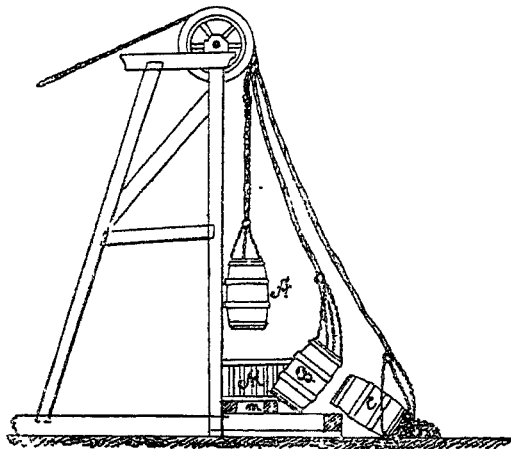
Kõige lihtsamad abinõud selleks on:

- a) vee tõstmine tõstemasinaga,
- b) vee-, õhu- või aurusurve kasutamine ilma eri mehansmideta ja
- c) puht mehaanilised sisseseaded ühes vastava torustikuga, üldiselt tuntud pumpade nimetuse all.

Vee tõstmine tõstemasina abil.

Tõstemasinate ja köie abil tõstetakse vett toobrites, veekastides ja va-gonettides. Toobrites vee tõstmine sünnib harilikult ainult šahti süvenda-

mise juures, kus pumpadega veekõrvaldamist raske ja kulukas tarvitusele võtta. Toobriga vee või prügi väljatõstmine šahtist süvendamise ajal sünnib järgmiselt (joon. 191).



Joon. 191.

Šahti kohal maapinnal on torn, mille külge on kinnitatud köie ratas. Üks köie ots jookseb tõstemasina peale, teise köie otsa külge on kinnitatud toober A. Šahti avaus on alati kinni kaetud luugiga, et töölistele, kes šahtis töötavad, ülevalt midagi pähe ei kukuks. Peale selle on šahti avaus veel ümbritsetud võrega M. Kui toober veega

šahtist välja vinnatakse ja peale seda, kui luugid on kinni pandud, tõstatatakse võrest kõrgemale, tõmmatakse ta kõrvale ja kallatakse vesi renni, mis on šahti avause lähedal. Toobri suurus on kõige vähem 100 liitrit. Renn, mida mööda vesi ära voolab, on harilikult toobri alla lükatav.

Kui vee juurdevool šahtis süvendamise ajal suurem ei ole kui 50 liitrit minutis, siis jõutakse (väikeste sügavuste juures) ühe ja sama toobriga vett ja purustatud mannerainet välja tõsta. Suurema vee juurdevoolu juures on juba vaja eri toobrid vee ja manneraine kõrvaldamiseks, ja sarnasel viisil võib vältida vee juurdevoolu kuni 400 liitr. minutis, umbes 200—300 m šahti sügavuse juures. Veel suurema vee juurdevoolu juures tuleb pumpe tarvitada.

Kui šaht on juba valmis ja töötamas, siis võib väikese vee juurdevoolu juures kaevandusse kongi alla kinnitada alaliselt veekasti, mille põhjas on olemas ventiil, mis vett kasti sisse laseb, kui kong vette lastakse, ja kinni kukub, kui kongi hakatakse ülespoole tõstma. Üleval maapeal avaneb ventiil iseäralise seadeldise abil automaatselt ja vesi voolab kasti alla lükatud renni mööda kastist välja.

Kui vee juurdevool suur on, siis tuleb veekastide asemel tarvitada pumпасid, mille tarvitamine üldiselt odavam. Veekaste tuleb ikkagi tarvitusele võtta, kui on kaevanduses uputus ja pumbad vee all ei saa enam töötada. Sel juhtumil tarvitatakse veel eriti suuri veekaste, mis otsekohe kõie külge kinnitatakse, kuna kongid kõie otsast ajutiselt ära võetakse. Sel juhtumil kinnitatakse veekastide külge juhtliugjad, nagu kongil.

Kui vett tuleb kõrvaldada šahti sumpfist ehk vee-august eemal olevast kohast, siis tarvitatakse selleks vagonette, mis täidetakse veega ja aetakse kongi, millega tõstetakse maa peale, kus tühjendatakse veest.

Et vesi kastist või vagonetist välja ei lopuks, pannakse sinna mõnikord kaaned peale ja vee peale kastis lauatiigid, mis vee loppumist vähendavad. Iseäranis siis tuleb seda teha, kui on tegemist kallakšahtiga. Üldiselt tõstemasina abil vee kõrvaldamine tuleb kallid ja seda tuleb tarvitada ainult häda korral, kui ähvardab kaevandusele uputus, pumpadele abiks, või kui pumbad on juba vee all ja ei saa enam töötada. Kuid siiski vähese veehulga juures võiks tarvitada kasulikult ka veekaste vee kõrvaldamiseks kaevandusest.

Veekõrvaldamise sisseseaded ilma mehanismideta.

Sifoon on toru, mille üks ots ulatub vette, mida vaja kõrvaldada ja mille teine ots on paigutatud madalamale tühjendatava veekogu pinnast kas vabas õhus või veekogus, mille pind madalam kui tühjendatavas. Nii-sugune veekõrvaldamise viis võetakse seal tarvitusele, kus mõnesugustel põhjustel on raske ülevalpool olevat veekogu ühendada otsekohe allpool oleva veekoguga mingi takistuse tõttu.

Sifooni toru tõuseb alguses teatava kõrguseni ja pärast langeb, kuid tõus ei tohi olla teoreetiliselt üle 10 meetri tühjendatava veekogu pinnast, praktiliselt aga mitte üle 8 meetri. Sifoon võib ainult siis töötama hakata, kui ta on täidetud enne veega.

Sifooni torud peavad olema õhukindlad. Kuid veest enesest koguneb ajajooksul õhku toru ülemisse ossa, mida tuleb milgi viisil kõrvaldada.

Ežektorid ehk jugapumbad töötavad surutud veega, auruga või survõhuga. Nende teguviis seisab selles, et surve all olev vesi, aur või õhk voolab suure kiirusega läbi düüsi (kooniline peenikene toru)

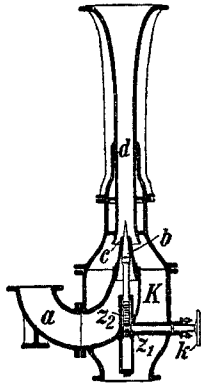
ja haarab oma vooluga kõrvaldatavat vett düüsi ümbritseva toru kaudu ühes ja surub vee tõusva toru läbi soovitud kohta (joon. 192).

Ežektorid tarvitatakse väga sagedasti olemasoleva šahti täiendava süvendamise juures, kus alalisest veekõrvaldamise torustikust saadakse survett, mille abil kõrvaldatakse süvendatavasse šahti tungiv vesi, kui viimase juurdevool väga suur ei ole.

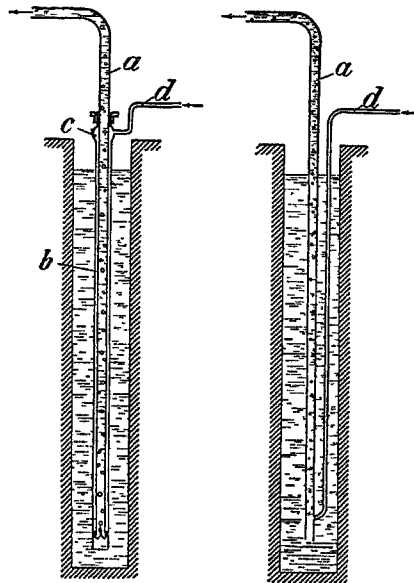
Samuti töötavad ežektorid ka auru ja survõhuga, kusjuures viimasega töötamine kõige kallimaks osutub.

Ežektorite kasulikkuskraad on võrdlemisi väike, umbes 10—20%, ja sellepärast võib neid tarvitada ainult väikeste veehulkade kõrvaldamiseks.

M a m m u t p u m b a tööta-
mise põhimõte seisab selles, et
veetulbale, mis teise veetulbaga alu-
mises otsas ühendatud, aetakse õhku
nii palju sisse, et õhk hakkab vee
seest vullidena üles tõusma. Sel-
lega vähendatakse tulba erikaalu



Joon. 192.



Joon. 193.

niivõrra, et vesi selles tulbas tõuseb kõrgemale kui teises tulbas ja hakkab üle toru ääre välja voolama (joon. 193).

Pahempoolne kujutis näitab õhu- ja veetoru asetatuna üksteise sisse; parempoolne näitab neid torusid iseseisvatena.

Mammutpump peab sügaval vee sees olema, et kujuneks välispoolne sügav ja raske veetulp, mis võimaldaks seesmist kerget veetulpa võimalikult kõrgele tõsta. Praktiliselt peab mammutpumba veelune osa $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ tõstetava veetulba kõrgusest välja tegema. Mammutpump on väga kõlbulik liivase ja mudase vee ülestõstmiseks ja kõrvaldamiseks, mis harilikkude pumpadega raske teha. Sellepärast tarvitatakse mammutpumba šahtide puurimise juures, kus puurimise ritvadeks, mille külge on kinnitatud puur, on torud, mida võib ära kasutada mammutpumba vett tõstva toruna. Šahti puurimise juures tekkiv muda ja peenike prügi tõstetakse osalt ka mammutpumba abil.

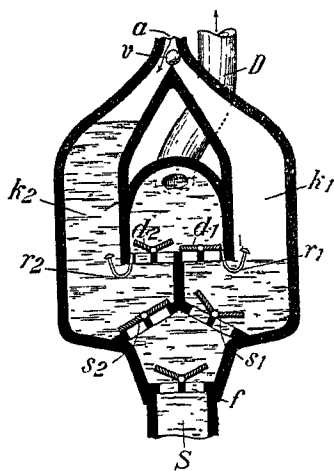
Mammutpumpe on tarvitatud ka otsekoheks vee kõrvaldamiseks šahtist kuni 200 m kõrguseni, kusjuures mammutpumba toru ots oli vee all kõigest 26,7 m. Selle juures oli aga kasuliku töö koefitsient kõigest 20% ja õhku suruti mammutpumbasse 5 atm. surve all.

Väga sagedasti tarvitatakse mammutpumpa ka nafta ja vee ülestõstmiseks sügavaist puuraukudest.

Tarvitusel on ka veetõste abinõud, mis töötavad auru- või õhusurraga, kuid millel on liikuvad ventiilid. Nendest nimetame:

Pulsomeeter (joon. 194) koosneb kahest õõnsast pirnitaolisest kehast k_1 , k_2 , mis üleval liituvad ühte aurutorusse a . Enne pirni kehade hinemist on nende väliste ja sisemiste koonusetaoliste seinte vahele paigutatud kuul, mis võib kinni panna kord ühe kord teise pirni avause. Iga pirnitaolise kambri põhjas on imiventil s_1 , s_2 , ja vähe üleval pool kaks surveventiili d_1 , d_2 . Surveventiilidest üleval pool on kamber, kuhu suubub vee kõrvaldamise toru D . Ühel kõrgusel surveventiilidega on väikesed torukesed r_1 , r_2 , mille üks ots on ühenduses kambriga üleval pool surveventiili ja teine ots teise seesmise ruumiga pirnitaolises kehas K_1 , K_2 .

Enne pulsomeetri tööle hakkamist peavad mõlemad kambrid täidetud olema veega. Aurutoru a avamisega hakkab aur rõhuma üle kambri vee peale, kuhu aur vabalt pääseb, ja surub ta vastava ventiili kaudu vee kõrvaldamise torusse D . Nii pea kui veepind ühes kambris on alanenud kuni ventiilide d_1 , d_2 asukoha kõrguseni, pritsib sinna vesi toru-esse r_1 ehk r_2 läbi, mille tõttu aur vastavas ruumis kondenseerub, tekitades alaturve. Ventiil s_1 ehk s_2 vastavalt avaneb ja kamber ehk k_2 täitub veega. Nüüd paneb kuul imese kambri k_1 ehk k_2 avause kinni ja aur rõhumine hakkab mõjuma teise kambri peale jne.



Joon. 194.

Imetud veetulba kõrgus võib tõusta pulsomeetris kuni 8 meetrini, aga kõige kasulikum töö sünnib 2—3 m. imemise kõrguse ures.

Et aur otsekohe mõjub kõrvaldatava vee peale, siis on viimase tõusu õrgus ärarippuv auru surve suuruselt. Aur aga peab enne vee peale rõhust võitma ära suured takistused torudest ja aukudest läbimise juures ja ka kõrvaldatava vee kondenseerija mõju all kannatama, mispärast ta unis palju oma survest kaotab; sellepärast ei vasta auru surve enne torusse laskmist mitte kunagi ülestõstetava veetulba kõrgusele. vaid ta väheeb $1\frac{1}{2}$ —3 atm. võrra.

Et tõsta vett 10 meetri kõrguseni, peab auru rõhumine olema 3 atm., ja juba 50 meetrile tõstmiseks on vaja 8 atm. aurusurvet.

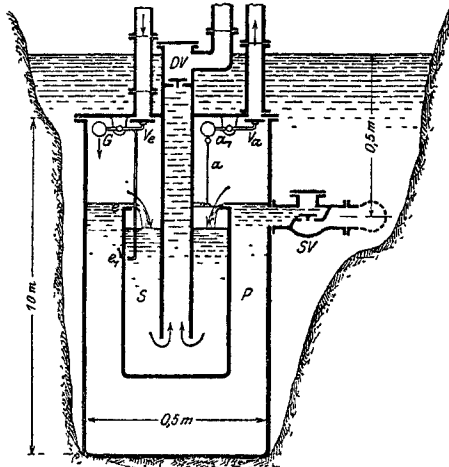
Pulsomeetri produktiivsus kõigub vastavalt nende suurusle — 30 meetri tõste kõrguse juures 60 liitrit kuni 4 kantmeetrit minutis.

Pulsomeetrite hea omadus on see, et neid võib valmilt laost osta, les seada või üles riputada šahti ja et nad võivad ka mudast vett kõrvalda ja vee all töötada. Kuid šahti süvendamiseks on nad vähe kõlbulid, kuna sünnitavad seal suurt kuumust. Nad tarvitavad ka võrdlemisi palju auru, umbes 30—50 kg. ühe hobusejõu tunni peale.

Suurvõhu ujukpump (joon. 195).

Pump (p) on asetatud vee alla. Vee tarvis on imiventil SV ja surveventiil DV.

Survõhu tarvis on sisselaske (Ve) ja väljalaske (Va) ventiilid. Neid ventiile sulevad vastaskaalud (g) ja avab ujuk (s), mis kõigub üles-alla ühes pumba kõikuva veepinnaga. Kujutatud olekus tungib pumba (P) vesi ventiili (SV) läbi loomuliku vee rõhumise all ja sealt üle ääre ujuvasse astjasse (S), mida ta aegamööda täidab. Ujuk (S) vajub allapoole, kuni ta ääre (e) haarab kinni ventiili (Ve) külge kinnitatud ridva kõver ots e. Ritv tõmbab ventiili lahti, mille tõttu pääseb sisse survõhk, mis ujukis S ventiili DV läbi vett välja surub, ühtlasi liitsudes kinni ventiili SV. Kergenev ujuk tõuseb ja rõhub oma äärega ridva a peale, mis avab ventiili Va, nii et survõhk välja voolata saab. Selle järele avaneb jällegi ventiil SV ja vesi hakkab jällegi pumba P väljast sisse voolama jne.



Joon. 195.

Pumba imiventil SV peab olema alati vähemalt 0,5 meetrit veepinna all.

Pumba produktiivsus on võrdlemisi väike. Alalist järelevalvet nende pumpade juures tarvis ei ole. Tarvitusele võivad nad tulla kõrvalistest veeaukudest veekõrvaldamise juures veekraavidesse ehk peaveeauku, kui on käepärast odav survõhk.

PUMBAD KITSAS MÖTTES.

Kolvipumbad.

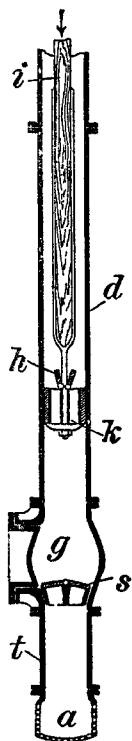
Kolvipumbad oma põhimõtte järele jagunevad kahte liiki: nimelt imevad ehk tõstvad pumbad, millel kolvis on ventiilid olemas, ja suruvad pumbad, mille kolvis ventiile ei ole. Peale selle jagunevad pumbad ka selle järele, kas nad maa peal või maa all töötavad, kas auru või elektriga jne.

Konstruktiooni poolest lasevad kolvipumbad ennast jaotada lihtsateks, kui ainult kolvi ühepoolse liikumisega vett tõstetakse, ja kahekordse tegevusega, kui vett tõstetakse iga kolvi liikumise juures. Toome näited.

I. Harilik kaevu pump (joon. 196), mis tõstab vett üles iga löögiga; ridva külge on kinnitatud kolb ventiiliga, mis liigub pumba tsilindris (torus).

Kolviridvad tehti vanasti kaevandustes puust, sellepärast, et puu ujumisjõud kergendas pumpamist. Suuremate sügavuste juures tarvitati muidugi ridvamaterjaliks metalle.

Kolvi (k) sees on ventiil (h). Kolvi madalama seisukoha lähedusel on pumba tsilindri külge kinnitatud imiventiiil (g) ja imitoru (t) ühes sõelaga (a), mis prügi tagasi hoiab.



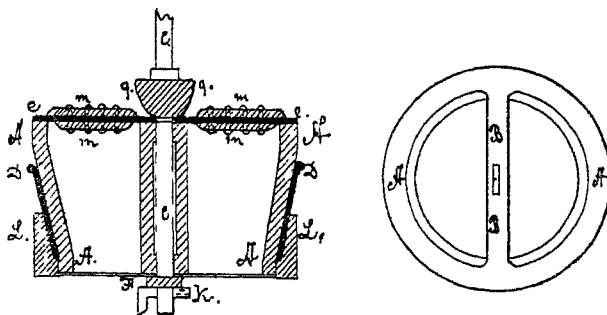
Joon. 196.

Niisugune pump oma torudega riputatakse šahti maa-pealse osa ja seinte külge, kuid ta alumine osa võib ka monteeritud saada šahti põhja. Ritv, mille küljes on kolb ventiiliga, ühendatakse otsekohe käimapaneva masina kolvi varrega, kui see asub vertikaalselt šahti avause kohal maapeal, või teistsugusel masina asendi korral abimehanismide varal.

Pumba käimapanemiseks tarvitatakse aurumasinat, mis on üles seatud harilikult ikka maa peal.

Ventiilid mängivad tähtsat osa pumba töös. Nad jagunevad imi- ja surveventiilideks.

Imi- (imemis-) ventiilid tehakse metallist koos nahaga ja ka ainult metallist (kas terasest või pronksist). Metallist ventiile võib tarvitada igasuguse veeõhu juures, kuna aga orgaanilisi osi sisaldavad ventiilid suurt veeõhumist ei kannata.

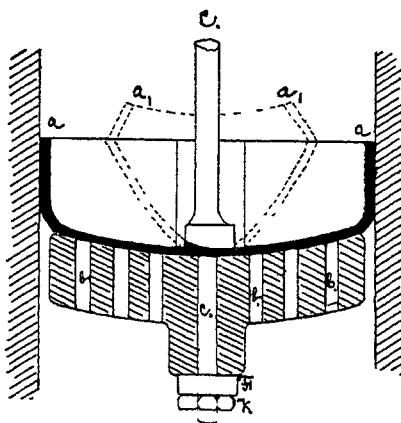


Joon. 197.

Orgaanilisi aineid sisaldav imiventiiili osa liigub šarniiril, metallist ventiil harilikult tõuseb rööpselt kolvi käiguga. Liikuv ventiili osa peatub ikka metallist alusel (pesas); tema peab hästi tihedalt pesasse sündima, et ta kinniselt vett läbi ei laseks.

Ventiilid peavad tasaselt ja rahulikult töötama, milleks ventiili liikuv osa küllalt raske peab olema ja ventiili tõus ja kolvi liikumise kiirus mitte liig suur. Ka ei pea ventiile läbis-tav vesi omama suuremat kiirust kui kolb (keskmiselt umbes 2,5 m sekun-dis).

Kolvid ventiilidega (joon. 197). Sarnane kolb kujutab enesest tühjakehalise tsilindri A, mis on jaotatud kahte jakku ribiga B, millest läheb läbi kolvi vars C. Kolvi varre külge on kinnitatud tugi (g) ventiilidele (ee), et nad mitte kaugele



Joon. 198.

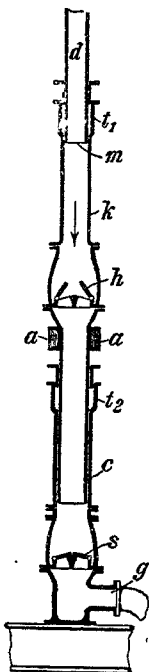
ei saaks tagasi visatud. Kolvi vars kinnitatakse kolvi külge šeiibi F ja pulga K abil. Kolvi alumise osa peale on tõmmatud leotatud nahast krae D, mida hoiab rauast rõngas L. Kolvi ja tsilindri seina vahele jäetakse pilu, et ära hoida kolvi hõorumist pumba toru vastu.

Kuid kolvi tõusul vajutab vesi nahkkrae D ääred kõvasti vastu pumba toru või tsilindri seina, nii et pealpool kolvi olev vesi (või õhk) ei pääse täitma allpool kolvi sündivat vakuumi (hõrendust), mille täiteks tõuseb vesi altpoolt.

Kolvi allapoole liikumise juures liitsutakse nahast krae ääred jällegi tagasi ja vesi võib vabalt voolata läbi pilu pumba toru seina ja kolvi vahel ja samuti ka läbi ventiilide ee.

Ventiilid tehakse paksust tihedast nahast, kõvendades neid pealt ja alt metallõõridega mm.

Kirjeldatud kolb on kõlbulik enam-vähem puhta vee jaoks, kuna prügise ja mudase vee jaoks on tarvitusel rohkem kolb, mis kujutatud joonisel 198. Metallist kolvi põhjas on augud b ja kolvi ja pumba toru seina vahel on pilu. Kolvi metallkeha peale on paigutatud nahkkrae a. Kolvi liikumisel ülespoole tihendab see krae kolvi vastu silindrit, allapoole liikumise juures aga tõusevad krae ääred ülespoole (punktiir joonisel) ja lasevad vabalt vee läbi.



Joon. 199.

Sarnaste kolvidega varustatud tõstepumpe on kasulik tarvitada

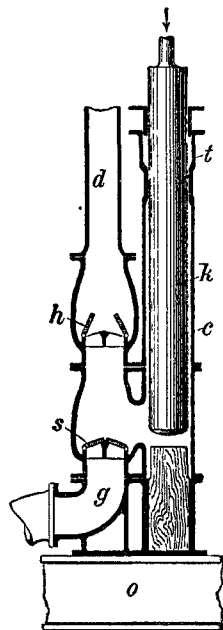
sahtide süvendamise juures, sest šahti sügavuse suurenemisega on võimalik kergesti tõstetoru pikendada. Ka on võimalik kolvi ja selle ventiilide järelevalvet kergelt teostada, sest kolvi võib hõlpsasti maa peale tõsta. Halbtuseks mainitud pumpade juures on aga asjaolu, et nende vee tõstmise kõrgus ei ulatu harilikult kõrgemale 60—80 meetrit. See tuleb sellest, et kolvi ja toru seinte vaheline tihendus ei kannata suurte tõstekõrguste juures vee-rõhku välja.

Mõlemas kolvi liikumissuunas vett surujate Rittingeri pumpade kolviks on osa tõstetorust k, mis liigub topendite t_1 , t_2 vahel (joonis 199).

Alumine toru k ots liigub toru C sees, mille küljes on imitoru g ühes imiventiliga s. See toru osa ei ole liikuv, vaid kinnitatud šahti alumises osas. Ülemise toru k osa ümbritseb tõusu toru d otsa.

Toru osa k pannakse liikuma üles-alla ridvapaari abil, mis on kinnitatud toru k küljes olevate nukkide aa külge. Toru k keskel on ventiil h.

Tõusu-toru d ja toru k läbimõõtude vahe mõjul voolab vesi ülespoole vaatamata selle peale, kas pumba kolb, see on toru k ühes ventiiliga h, liigub alla- või ülespoole; vee sisseimemine ventiil s kaudu sünnib aga ainult pumba kolvi või ritvade ülespoole liikumise juures. Et suuremat võimet kätte saada võimalikult vähemate sisseseade kuludega, asetatakse 2 Rittingeri pumpa kõrvuti, ühise vee tõusutoru ja käitismasinaga maa peal.



Joon. 200.

Ritingeri pumpadel on ka oma pahed, sest nendel peab olema 2 topendit pumbatoru liikuva osa otsas, mille tihendust on raske korras hoida. Ka teeb imi- ja tõusutoru eraldi monteerimine raskusi. Pealegi nõuavad pumba ridvad palju ruumi šahtis ja nende tasakaalustamiseks peavad olema iseäralised sisseseaded vastukaaluga, samuti ka erilised juhed sahtis, mis neid sunniksid õieti liikuma.

Surv- ehk umbkolviga pumpadel on kolb kinnine, aga mitte läbipuuritud, nagu eelpool kirjeldatud pumpadel (joon. 200).

Survepumba kolb liigub erilises tsilindris üles ja alla. Kolvi tsilindri kõrval on tõusutoru „d“, mille alumine ots on ühenduses pumba kehaga, mis sisaldab surveventiili ehk klappi h. Sama pumba keha alumises jaos on aga imiventil, mis ühenduses imitoruga „g“. Survepumba kolb on ühenduses ritvadega, mis üles-alla liikuma pannakse maa pealt. Pumba kolvi ja tsilindri vahel peab olema tihenduseks topend t, aga temale võib käigu ajal juurde pääseda ja teda korras hoida.

Selle pumba paremuseks on see, et võib vett ühe korraga suruda mitmesaja meetri kõrguseni, sest kolvi ventiile ja topendeid, milledele raske juurde pääseda, siin ei ole. Kuid maa pealt käima pandavad survepumbad suruvad vett harilikult mitte kõrgemale kui 80—120 meetrini. Kui aga tarvis peaks olema vett kõrgemale tõsta, siis asetatakse mitu pumba üksteise järele vastavil sügavustel ja pannakse käima ühise ritvade seadeldisega. Selle juures on soovitatav, et alumine jätk oleks harilik tõstepump, mis ei tarvita kindlat alust ja mida võib tarviduse korral pikendada.

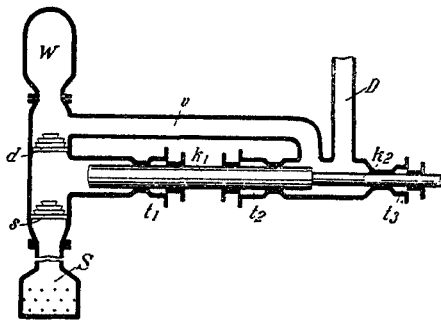
Kui kaks survepumpa nii ühendatakse oma töös, et sel ajal kui üks imeb vett, teine seda surub, siis saadakse kahekordselt tegutsev pump, millel võib olla ühine tõstetoru.

Maa-alustes vee kõrvaldamise sisseseadetes kasutatakse ainult survepumpe, mille käimapanemiseks tarvitatakse aurujõudu, survõhku, elektrienergiat ja väga harva ka suure rõhumise all oleva vee jõudu.

Arvesse võttes, et maa-alusel ruumil, kus pumbad mahutatud, on harilikult horisontaalsed mõõdud suuremad kui kõrgus, on ka kolvi varred maa-alustel pumpadel harilikult horisontaalsed, kuna nad ritv-pumpade juures, mis šahtis üles riputatud, püsti on. Harilikult töötavad mitu pumba (2 kuni 4 tükki) üheskoos, olles käimapanud ühise jõumasinaga, milleks ühendatakse pumba kolvid eri pidemetega või väntvõlliga ühte mehhanismi, mis annab suure ühtluse masina tööle ja veevoolule tõusutorus. Suuremal aurumasinal on ühtluse kättesaamise otstarbel hoorattad või survõhu regulaatorid, milleks osutuvad survõhku sisaldavad nõud pealpool surveventiili.

Katkestamatut vee liikumist tõstetorus saadakse kätte ka ainult kahe ventiiliga differentsiaal-pumbas, milleks tarvitatakse astmelist kolvipumpa (joon. 201).

Kolvi liikumisel paremale poole imetakse vesi ventiili s kaudu pumba pahempoolsesse tsilindrisse; samal ajal aga surutakse vesi, mis oli pumba tsilindri paremal pool, tõusutorusse D. Kolvi liikumisel pahemale poole surutakse vesi ventiili d ja toru v kaudu pumba parempoolsesse tsilindrisse ja tõstetorusse D.



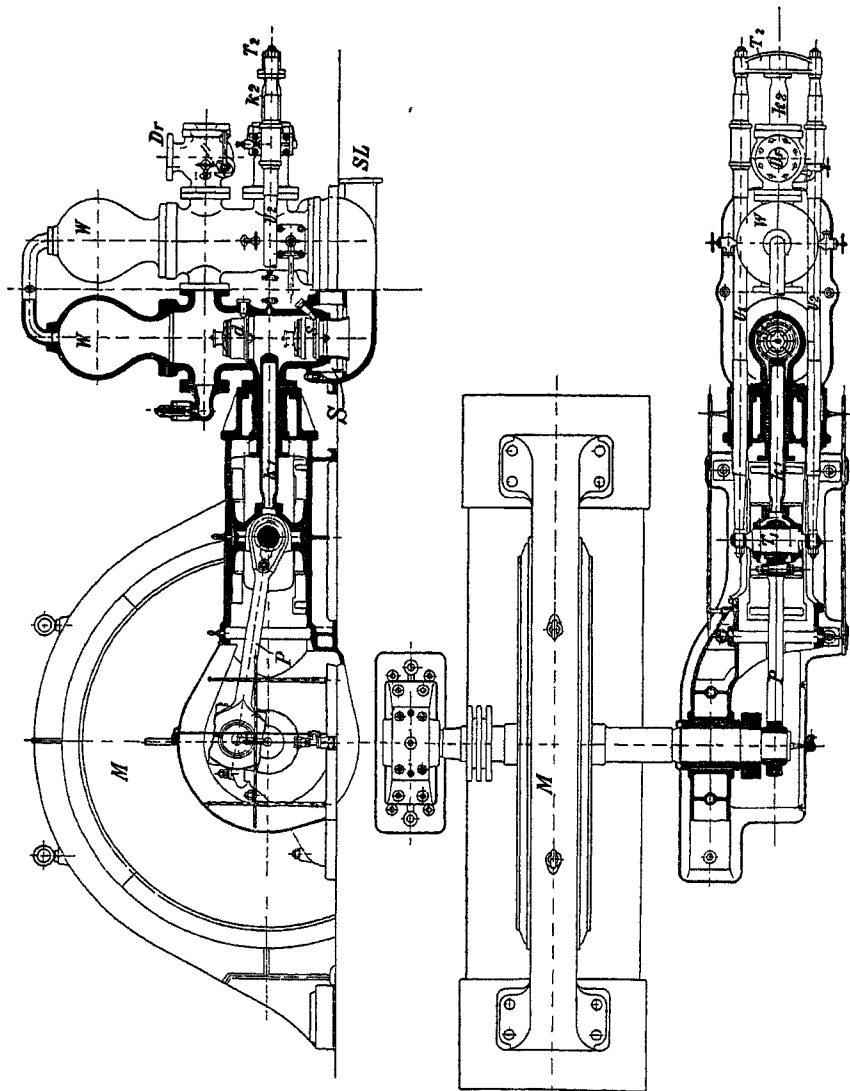
Joon. 201.

Vastavate kolvi k_1 ja k_2 labimõõtude juures võib töstetorusse D surutav veehulk olla ühesuurune kolvi liikumisel kas pahemale või paremale poole

Aurutarvituse vahendamiseks ehitatakse pumpade aurumasinad ka tandem-süsteemilised, see on kahe aurutsilindriga uksteise taga kõrge ja madala rõhu jaoks. Selle juures on aurutarvitus olnud 17–24 klg. ühe hobusejõu tunni peale

Aurutarvitusel maa-alustes kaevandustes on suured puudused, mis-
parast eelistatakse ka pumpade kaimapanemiseks teisi energia liike

Surutud vee jõuga vee kõrvaldamine nõuab kallist sisseasetet maa peal, nimelt masinat, mis paneb survepumba kaima, millega surutakse vett kuni 200–300 atmosfääri. Surutud vesi satub maa alla vastava torustiku kaudu veejõuga tootavasse kolvipumba.



Joon. 202

Surveveega töötaval pumbal näivad olevat head omadused, kuna vesi töötab ilma suuremate kadudeta ja ei soenda kaevandust, vaid koguni jahutab seda.

Kuid sellel pumbal on ka puudused: pumba ehitus tuleb väga kallis maksta; järelevalve topendite ja ventiilide järele on raskendatud ja kallis. Nende puuduste pärast vesipumpe viimasel ajal ei ehitata.

Elektrijõul töötavad kolvipumbad. Näitusena joonis 202.

Mootor M on otse vända ja tiisli abil ühendatud kahekordselt tegutseva pumbaga, mille mõlemad kolvid k_1 ja k_2 on omavahel seotud pidemete T_1 ja T_2 ning lattidega U_1 ja U_2 üheks liikuvaks mehhanismiks. SL on imitoru; S imiventüül, d surveventüül, Dr tõusutoru ja W regulaator surutud õhuga.

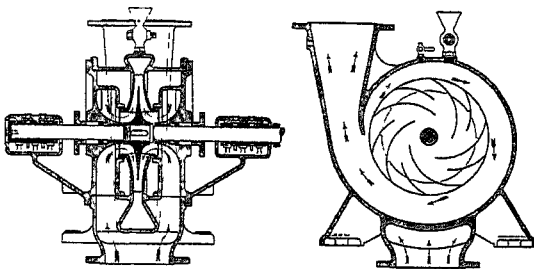
Vähemaid pumpe võib käitada ka elektrimootoriga, kuid siis tuleb mootori tiiru arvu kohaldada pumba käigu arvule hammasratta seade abil.

Elektrimootoritel võrreldes aurumasinatega on see paremus, et energiat juhitakse maa alla mitte kalli torustiku, vaid lihtsa ja palju odavama kaabli kaudu, mis pealegi ei soojenda kaevanduse ruume. Ka nõuavad elektrimootorid vähemat ruumi kui aurumasinad.

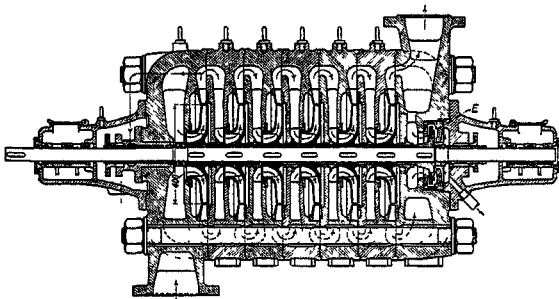
Tsentrifugaalpumbad.

Tsentrifugaalpumba painutatud labidatega ratas imeb telje suunas vett sisse ja heidab teda enesest teatava hooga labida servadega tangentsiaalselt välja spiraalsesse kanaali (joon. 203), mis suubub vee tõstetorusse. Tõste kõrgus on neil harilikult kuni 20 m., kuid teatavate konstruktsiooni täiendustega ka kuni 60 meetrit.

Kui on vaja vett kõrgemale tõsta kui 60—70 meetrit, siis asetatakse ühele teljele mitu ratast üksteise järele (joon. 204 — 6 ratast).



Joon. 203.



Joon. 204.

Esimene ratas imeb vett telje suunas telje ümbritsevast kanaalist, andes veele teatud surve ja kiiruse; juhtivate labidate kaudu surutakse vesi teise ratta sisse, mille juures ta kaotab osa kiirust, kuid omab suurema surve. Nõnda voolab vesi läbi kõik üksikud rattad ja satub siis suure surve all survekanaali ja sealt tõstetoru kaudu maa peale. Rataste arvuga tõuseb ka veetulba kõrgus, milleni vett võib tõsta. Nii on 14 labidrattaga kätte saadud 850-m. veetulba kõrgus, mis aga veel ei ole võimaluse piir.

Kõige sündsamateks käitusmasinateks tsentrifu-

gaalumpadele osutuvad elektrimootorid, mis teevad 1000 kuni 3000 tiiru minutis; mida suurem on tiirude arv, seda väiksem võib olla mootor ja ka pump.

Kui tahetakse kõrvaldatava vee hulka muuta, siis ei või seda teha tsentrifugaalpumpade juures tiirude arvu muutmisega, sest sellega muutub ka veetulba kõrgus tõstetorus. Seda võib aga teha kägistusklapi või ventiiliga tõstetorus. Vähendades niisuguse klapi tõstetoru läbilõiget, laseme ka vähem vett läbi. Sellega halveneb aga pumba kasutuskraad.

Tsentrifugaalpumbas sünnib ühekülgse vee sisseimemise puhul piki telge töötav rõhumine, mida aga ära hoitakse pumba sümmeetrilise ehitusega või kahepoolse vee sisselaskega.

Tsentrifugaalpumpad võivad küll liivast ja mudast vett vältida, kuid teatava määraneni, sest pumbas on kitsad kanaalid, mis võivad kergesti ummistuda. Kõvade kehade kõrvaldamiseks pumbast peab tema konstruktsioonis ette nähtama hõlbus tee.

Tsentrifugaalpumpadel on väiksem kasulikkusekraad kui kolvipumpadel, nii on esimestel mainitud kraad umbes 70—80%, kuna teistel 90—94%. Selle vastu aga tuleb tsentrifugaalpumpade sissead palju odavam ja nõuab vähem ruumi, mispärast tsentrifugaalpumpe võib iseäranis soovitada tagavara agregaatidena kaevanduse veekõrvaldamise sisseades. Tsentrifugaalpumpe eelistatakse ka šahti süvendamisel.

Torustik.

Torustik on tähtis osa veekõrvaldamise seadetes. Torustik jaguneb kahte ossa: imitoru ja tõusutoru. Kuna tõusutoru kõrgus peaaegu piiramata võib olla, ei või seda aga mitte imitoru.

Imitoru maksimaalne tõusukõrgus ei või ületada teoreetiliselt 10 meetrit, mis vastab rõhumisele 1 klg. ruutsentimeetri peale või 1 atmosfäärile. Praktiliselt ei või aga imetud veetulba kõrgust võtta suuremaks kui 8 meetrit, sest see kõrgus väheneb:

- a) kui imitoru sisse on kogunud õhku, millel ka teatav surve, siis väheneb tõstetava veetulba kõrgus vastavalt sellele survele,
- b) kuumaa vee juures sündiv veeaur kogub veetulba peale ja tema surve vähendab jällegi tõstetava veetulba kõrgust. Näiteks oleks see surve 65° veesoojuse juures 0,25 atm.,
- c) liikuvale veetulbal on hõõrumise jne. takistused võita, milleks kulub osa survet.

Veetorude lülid peavad omavahel hästi tihendatult ühendatud olema, nii et ei saaks koguda nendesse õhku, mis märksa vähendaks kasuliku veetulba kõrgust, sünnitaks ilmaaegu takistusi vee liikumisele torustikus ja võiks esile kutsuda isegi seisakuid veekõrvaldamises.

Peab püüdma torustikku asetada ikka nii, et ta kogu ulatusel tõuseks, sest siis saaks ka õhk ühes veega kõrvaldatud. Kui seda võimalik ei ole igakord teha, siis peab torustiku kõrgemaist kohtadest võimalik olema ajajooksul sinna kogunud õhku välja lasta.

ENERGIA TARVIDUS VEEKÕRVALDAMISE SISSESEADETES.

Q kantmeetri, erikaaluga d, vee tõstmiseks H meetri kõrgusele on tarvis $0,23 dQH$ hobusejõudu. Kuid torustikes, pumpades ja viimaseid

käitavates masinates on hõõrumis- ja muid takistusi, mis peale selle veel lisajõudu nõuavad. Sellepärast läheb puht vee tõstmise peale ainult osa jõumasina energiast. See murdarv, mis seda osa nimetab, on „kasutuskraad“.

Kolvipumpade kasutuskraad ühes aurumasinaga või elektromootoriga on keskmiselt 0,80—0,85, kuna aga tsentrifugaalpumba kasutuskraad on vastavalt kõigest 0,65—0,75.

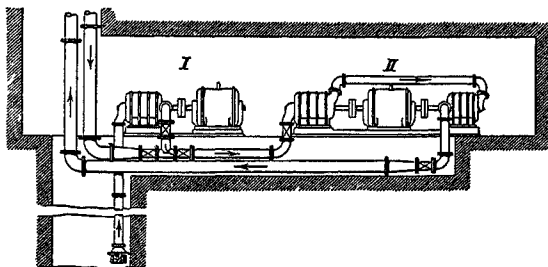
Et teada saada, kui suure jõuline peab olema vastav aurumasin või elektromootor, mis pumba peab käima panema, peab kasuliku töö hulga hobujõududes jagama kasutuskraadi arvule. Näiteks, kui kasulik töö hobujõududes on 160 HJ, kasutuskraad 0,8 siis tarvitab aurumasin pumba käimapanemiseks $\frac{160}{0,8} = 200$ hobujõudu.

ÜLDKOKKUVÕTE.

Kõike eelpool ettetoodud arvesse võttes peaks järgmist silmas pidama veekõrvaldamise süsteemide valikul:

1) Kui on võimalik vett kõrvaldada loomuliku äravoolu teel veestollide kaudu, siis peaks seda ikka eelistama, kui ka veekõrvaldamise kulud ühesuurused on teiste veekõrvaldamise viisidega, sest veekõrvaldamine stollidega on palju kindlam ja lihtsam.

2) Kui maaalused tööd ei ole sügavamad 80 meetrist, siis võib eelistada maaapealseid ritvpumpi, sest nende jaoks võivad siis olla eri veešahtid, kus pumpade järelevalve kergendatud. Sel teel veekõrvaldamine on seepärast soovitatav, et ritvadega maa pealt käimapanemise pumbad võivad ka vee all töötada, sel korral kui vesi peaks mõneks ajaks kaevanduse ära uputama.



Joon. 205.

Sarnane juhus võib tulevikus ka Eesti põlevkivitööstuses aset leida, sest maaalused tööd on maapinna lähedusel. Ritvpumbad võivad siin kasulikud olla iseäranis suure lumesulamise või vihmavalingu ajal, mil osa kaevandust võib mõneks ajaks vee alla sattuda. Ka ei nõua maaapealne pumba sisseseade suuri maaaluseid veeauke (sumpfe) ja tagavarabasseine, vaid sellele on küllalt harilikust šahtisumpfist.

3) Kui on sügavamate šahtidega tegemist, siis tulevad juba tarvitu-sele maaalused pumbad; selle juures on soovitatavad kolvipumbad, kas elektri või auruga käimapanemise, kuid tagavara aggregaadiks võiks olla tsentrifugaalpump.

4) Väga sügavate šahtide juures on eelistatavamad siiski tsentrifugaalpumbad, sest nad nõuavad vähem ruumi ja nende sisseseade kulu tuleb umbes poole odavam kui kolvipumpadel.

Mitme horisondist või sügavusest ja mitmest kohast kaevanduse tööd maa all veekõrvaldamise vajadusel tuleb järgmist silmas pidada.

Harilikult on ikka ülemistes horisontides rohkem vett kui alumistes, sellepärast ei ole kasulik veerohke horisondi vett lasta alumisele ja sealt ühiselt kõrvaldada.

Otstarbekohasem on alumise horisoni vesi pumbata siis veerohke horisoni peale ja sealt ühiselt üles. Kui aga on veel üks keskmise veerohkusega horisont ülevalpool veerikast horisonti, siis on võimalik esimese horisoni vesi lasta torustiku kaudu rõhumise all tsentrifugaalpumpadesse veerohkel horisonil, sellega kasutades osalt vee allalangemise jõudu tsentrifugaalpumpades (joonis 205). Üks tsentrifugaalpumba agregaat „I“ pumpab vett peasumpfist, see vesi ühineb veega, mis tuleb torustiku kaudu ülemisest horisonist ja satub ühiselt „II“ tsentrifugaalpumba agregaadisse, kust juba maa peale pumbatakse.

TUULUTAMINE.

Kaevanduse käikude ja töökohtade kavakindel varustamine värske õhuga nimetatakse lühidalt **t u u l u t a m i s e k s**.

Tuulutamise otstarbeks on:

- 1) kaevanduses töötavatele inimestele ja hobustele hingamiseks ja lampide põlemiseks tarvismineva õhuhulga kohale juhtimine,
- 2) kaevanduses ettetulevate kahjulikkude ja hädaohtlikkude gaaside kahjutuks lahjendamine ja kaevandusest väljajuhtimine,
- 3) kuumades (sügavates) kaevandustes õhu jahutamine.

Inimene hingab paigal olles 10—15 korda minutis ja tarvitab selle ajaga umbes 5—7 liitrit õhku; see õhuhulk kasvab aga töötava inimese juures kuni 20 liitrini ja erilistel juhtudel isegi kuni 40 liitrini minutis. Sellest õhuhulgast jatkaks ühele inimesele kindlasti, kui võimalik oleks sisse hingata ainult värsket õhku; tegelikult aga seguneb väljahingatud õhk värske õhuga ja satub uuesti kopsudesse. Tegelikud katsed on näidanud, et iga kaevanduses töötava tööliste ja tema lambi jaoks 1 kantmeeter, halvematel tingimustel isegi 2 kantmeetrit õhku kaevandusse juhtima peab. Hobune tarvitab umbes 4 korda rohkem õhku kui inimene.

Kaevandusse sattunud värsket välisõhku saab rikutud inimeste ja hobuste hingamise, lampide põlemise, lõhkeainete tarvitamise, puumaterjali mädamise, kihtide oksüdeerimise (süsi, püriit j. n. e.), gaaside väljavoolu tõttu kihtidest ehk kaevanduse veest, söetolmu ehk kaevanduse gaasi plahvatuste tõttu.

Rikutud õhu vastu pole tänini muud kõlbulikkude abinõu leitud kui selle segamine värsket õhuga määrani, mil hädaohtlikud gaasid kahjutuks saavad tehtud, ja järgnevat ärajuhtimine kaevandusest.

Tarvidust **j a h u t a m i s e** järele ei tunta muudugi mitte igas kaevanduses, vaid ainult sügavates kaevandustes, kus kõrge kuumus töötamise raskeks ehk isegi võimatuks teeb.

Ülemised maakihid omavad ligikaudu õhutemperatuuri ja alluvad temperatuuri muutustele ühes välisõhuga. Kuid juba mõne detsimeetri sügavuses pole enam päeva temperatuuri kõikumisi tunda, ainult kuu temperatuuri kõikumised avalduvad veel. Vähe sügavamal kaovad ka need ja kihid omavad kohalise keskmise aastatemperatuuri. See sügavus on igal pool isesugune, meil Eestis umbes 20 meetrit; temperatuur on selles nii nimetatud neutraalvöös umbes $+6,5^{\circ}\text{C}$, mis vastab aasta keskmisele temperatuurile Eestis.

Sügavamal tõuseb temperatuur ja nimelt enam-vähem reeglipäraselt; umbes 33 meetri järele tõuseb temperatuur 1°C ; kuid on ka leitud suuri kõrvalekaldumisi, näit. Põhja-Ameerikas Ülemjärve vasekaevandustes on see temperatuuri aste 68 meetr., Transvaali kullakaevandustes isegi 114,2 meetr. leitud. Mõnedes kohtades jälle vastupidiselt on temperatuuri aste vähem kui 33 meetrit.

Temperatuuri tõusu põhjuseid on sügavates kaevandustes veel teisi. Õhu tihenemise tõttu suuremas sügavuses tõuseb õhu temperatuur, umbes iga 100 meetri sügavuse peale 1° C. Vastupidiselt jaheneb õhk sügavast kaevandusest üles tõustes uuesti hõrenemise tõttu. Mitmed maakihid (iseäranis mõned kivisöekihid) soojenevad kokku puutudes õhus leiduva hapnikuga. Soojavee allikad on samuti mõnedes kaevandustes temperatuuri tõusu põhjuseks.

Liig suure soojuse vastu võideldakse harilikult tugeva tuulutamisega. Teised abinõud, näit. külma veega jahutamine, külmutusmasinate tarvitamine j. n. e. pole tänini suurt poolehoidu leidnud kalliduse tõttu.

Õhuhulga, mida kaevandusse peab juhtima, määrab harilikult gaaside lahjendamine, kuid sügavates kaevandustes jahutamine.

HÄDAOHTLIKUD GAASID.

Harilik atmosfääriline õhk koosneb ümmarguselt:

79⁰/₀ lämmastikust ja

21⁰/₀ hapnikust.

Kuid alati sisaldab õhk veel süsihapet CO₂ (umbes 0,04⁰/₀) ja veeauru. Kaevanduse õhus leiduvat hapnikust tarvitatakse ära osa inimeste ja hobuste hingamise, lampide põlemise, toestuspuude mädanemise ja maakihide oksüdatsiooni läbi ja sünnitatakse vastav hulk süsihapet (CO₂). Väljahingatud õhus on: 79⁰/₀ lämmastikku, 17⁰/₀ hapnikku ja 4⁰/₀ süsihappe gaasi.

Peale selle vabaneb süsihape veel lõhkeainete plahvatuste tagajärjel, tule lahtipuhkemisel kaevanduses ja imbub välja mõningatest kihtidest, iseäranis söekihtidest. Suure süsihappe sisaldusega õhku kutsutakse „raskeks“ ehk „paksuks“ õhuks; süsihape on puhtast õhust raskem, erikaal 1,5 (õhk 1,0), selle tõttu koguneb ta madalamatesse kohtadesse. Süsihapperikastes kaevandustes ei või sellepärast töötada langemissuunas. Tuli ei põle õhus, mis üle 5⁰/₀ süsihapet sisaldab; sarnase õhu sissehingamine on kahjulik.

Mannerainetest võib süsihape vabaneda kahel viisil:

1) aeglase väljaimbumise teel (tinakaevandused Mazarronis, Lõuna-Hispaanias),

2) äkilise sissetungimise teel (mitmes söe- ja kaalisoolakaevanduses, mis sagedasti inimohvreid nõuab).

Kaevandustes, kus süsihappe gaasi sissetungimist karta, on nõutavad järgmised ettevaatusabinõud:

1) Akkumulaatorlambid ja aspiraatorid peavad alaliselt valmis olema,

2) maa-alusel kaevandusel peab olema telefoniühendus maapealse päästejaamaga,

3) tuulutamise abinõud peavad olema tugevad.

Söeoksüüd ehk vingugaas (CO) tekib mittetaielise põlemise juures kaevandustes mõningate lõhkeainete tarvitamisel ja eriti tulekahju puhul; erikaal 0,97, seguneb seetõttu hästi õhuga; väga kihvtine ja kardetav gaas, mille äratundmiseks lihtsad abinõud puuduvad, kuna tal lõhna ei ole. 0,2⁰/₀ söeoksüüdi sisaldav õhk on inimesele juba surmav, 0,05⁰/₀ juba avaldav kihvtitavat mõju. Esiteks muutub inimene elavaks. siis nõrkeb ja lõpuks sureb krampidesse.

Tuli põleb söeoksüüdi sisaldavas õhus hästi, suurema sisalduse juures muutub õhu ja söeoksüüdi segu plahvatavaks.

Väävelvesinik (H_2S) tekib märgades kaevandustes püriidi lagunemisel ja teda võib juba õige väikestes hulkades tema vastikust mädamuna lõhnast ära tunda. Erikaal 1,2, tema segu õhuga plahvatab ka tulega kokkupuutel; 0,1% väävelvesinikku sisaldav õhk on juba hingamise jaoks kihvtine.

Vesinik (H) tuleb harva kaevandustes ette. Siiski on sarnaseid juhtumisi teada (näit. kaalisoola kaevandustes Saksamaal).

Metaan (CH_4) tekib nii kivisõe- kui ka pruunsõekihtides, ka nafta ja maavaha leiukohtades tuleb ta ette, samuti bituumsetes kihtides ja kaalisoola kaevandustes. Metaani kutsutakse ka kaevandusgaasiks ehk soogaasiks. Erikaal 0,55, nii siis õhust pea poole kergem, selletõttu koguneb kõrgemates kohtades lae all. Tema kõrvaldamiseks ja plahvatava segu moodustamise ärahoidmiseks peab küllaldane hulk värsket õhku läbi kaevanduse voolama.

Metaani ja õhu segu muutub juba 6% metaani juures plahvatavaks kokkupuutel lahtise tule ehk sädemega. Kõige kergemini plahvatab segu, mis 9,4% metaani sisaldab; suurema metaani protsendi juures muutub plahvatuse hädaoht väiksemaks. Hingamiseks ei ole väike metaani sisaldus õhus kardetav, küll aga võib suurema metaanisaldusega õhus lämbuda hapniku puudusel. Mõningates söekaevandustes leidub metaani väga palju ja ta tungib kaevanduse käikudesse. Selle juures ilmub ta kolmel viisil:

- 1) aeglane väljumine kihtidest iseloomuliku nagisemise saatel,
 - 2) tugev gaasipuhumine pragudest ehk lõhedest, mis pikemat aega (isegi aastaid) kestab. Sarnastel juhtumistel on gaas isegi torude kaudu maa peale juhitud ja seal kütteks kasutatud.
 - 3) Äkiline suurte gaasihulkade sissetungimine kihtide purunemise saatel. Sarnased juhtumised tulevad Belgia ja Lõuna-Ungari söekaevandustes tihti ette ja on väga hädaohtlikud, kuna inimesi surma saab nii sisselangevate kivitükkide, gaasis lämbumise kui ka järgnevate plahvatuste tõttu.
- Aeglane töökohtade edasinihkumine ja katsepuuraukude kaugele ettepuurimine on abinõudeks sarnaste gaasiõnnetuste ärahoidmiseks.

Kaevandusgaasi äratundmiseks on konstrueeritud mitmesuguseid abinõusid, milledest nimetame tähtsamaid täpsuse järjekorras:

- 1) gaasi analüüs laboratooriumis — kõige täpsem, kuid ka kõige aeglasem abinõu,
- 2) gaasinterferomeeter, konstrueeritud firma „Karl Zeiss'i“ poolt — võimaldab kiiremini gaasi ära tunda; ka kantavad aparaadid olemas,
- 3) gaasivile (Haber ja Leiser'i patent) — põhjenevad tooni muutusele gaaside juuresolekul,
- 4) indikaator — (kaitse-) lamp (kõige lihtsam ja tarvitavam) — võimaldab hädaohtlikku gaasi hulka ruttu ära tunda; halbuis seisab plahvatuste tekitamise võimaluses lambi tõttu.

Gaasikaevandusteks nimetatakse sarnaseid kaevandusi, kus metaan ja teised tulekardetavad gaasid ette tulevad ehk ette tulla võivad. Nad alluvad erilistele järelevalve määrustele tuulutamise, lõhkeainete ja elektrijõu tarvitamise suhtes. Gaasikaevandustes on soovitatav töökohti alati töös pidada, kuna seisakute järele peab iseäranis hoolsasti õhk järele proovitama vilunud isikute poolt.

Õhuvool sarnastes kaevandustes jaotatakse paljudeks haruvooludeks, et võimalikke plahvatusi lokaliseerida.

Söetolm, iseäranis gaasirikka söe tolm, on kaevandustes peagu sama hädaohtlik kui metaan, sest tema juuresolekul muutub ka vähese metaani sisaldavusega õhk plahvatavaks, pealegi kandub plahvatus söetolmu abil kaevanduse kõikudes kergesti edasi. Sädemetest ja elektrilambi hõõgtraatidest ei võta söetolm kergesti tuld, kuid lõhkeainete tarvitamine, iseäranis teatud pika leegiga lõhkeainete tarvitamine, paneb söetolmu kergesti plahvatama. 70 gr. tolmu 1 kantmeetris õhus on juba kardetav.

Söetolmu plahvatuste vastu võideldakse peaaesjalikult kolmel viisil:

1) söekihtide imbutamine veega enne koristustöid,

2) töökohtade ja käikude niisutamine,

3) söetolmu eemaldamine kogumiskohtadelt ja kivitolmu asemele puistamine.

Kaks viimast abinõu on tänapäev laialt tarvitusel, odavam nendest on kivitolmu (peaaesjalikult savikivi tolmu) tarvitamine, mis esiteks Inglismaal tarvitusele võeti ja nüüd ka teistesse maadesse levib.

Plahvatuste mõju avaldub väga kõrge temperatuuriga leegis ja tugevas õhusurves. Õhk kaotab oma hapniku ja asemele tekivad süsihape ja söeoksüüd; need gaasid ühes lämmastikuga moodustavad hingamiseks kõlbmatu järelvingu, millele rohkem inimesi ohvriks langeb kui plahvatusele enesele. Plahvatus keerutab kuivades kaevandustes söetolmu üles, mille läbi ta uut jõudu saab ja edasi kandub. Vägev õhusurve murrab maha toestiku, õhuuksed ja vahemüürid, tekivad lae sisselangemised, tuulutamine paisatakse segi.

Plahvatusleek tapab lähedalolevad inimesed ehk vähemalt tekitab raskeid põletishaavu, sellepärast peab gaasikaevandustes alati riidetatult töötama, ka suure soojuse juures. Õhusurve mõjul paiskuvad inimesed pikali, tihti nii tugevasti, et nende kondid murduvad. Ellujäänud peavad kiiresti välja-pääsu otsima, et mitte järelvingus lämbuda.

PÄÄSTERIISTAD.

Aspiraatorid. Päästetööl pärast gaasi ehk söetolmu plahvatusi, samuti kaevanduses lahtipuhkenud tule kustutamisel kasutatakse erilisi hingamisaparaate ehk aspiraatoreid, mis kunstlikult hingamiskõlblikku õhku tekitavad. Aspiraatoreid on kolme liiki: gaasimaskid, voolikaspiraatorid ja reservuaaraparaadid.

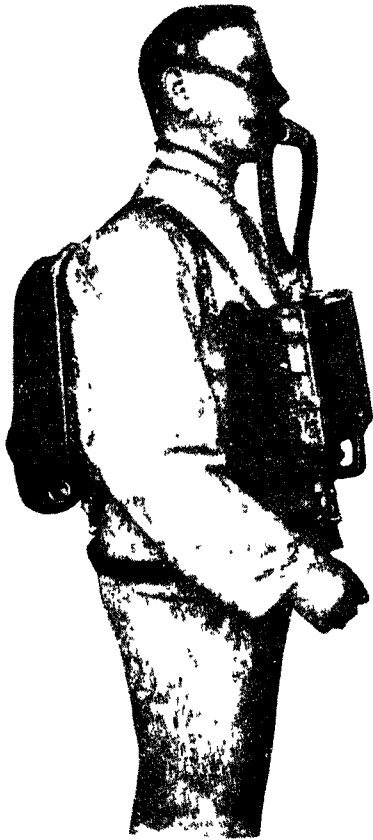
Gaasimaski saab tarvitada ainult tolmuses ja suitsuses õhus, kus tarvilik hulk hapnikku veel alles on, nagu tule lahtipuhkemisel kaevanduses. Gaasimaskid katavad harilikult suu, silmad ja nina, kuid viimast võib ka erilise näpitsa abil sulgeda, hingamine sünnib siis suu kaudu. Õhk pääseb kopsudesse ainult läbi aparaadi torude, kus filtrid (vahelduvad kuivad ja glütseriiniga niisutatud vatikihid) sees, mis tolmu ja suitsu kinni püüavad. Väljahingamine sünnib erilise ventiili kaudu.

Kui kaevanduse õhus enam tarvilikku hulka hapnikku ei ole või kihvtiseid gaase leidub, nagu vingugaas, siis peab inimesele, kes sarnases õhus peab töötama, värsket õhku juure juhtima. Seda võimaldavad voolik- ja reservuaaraparaadid.

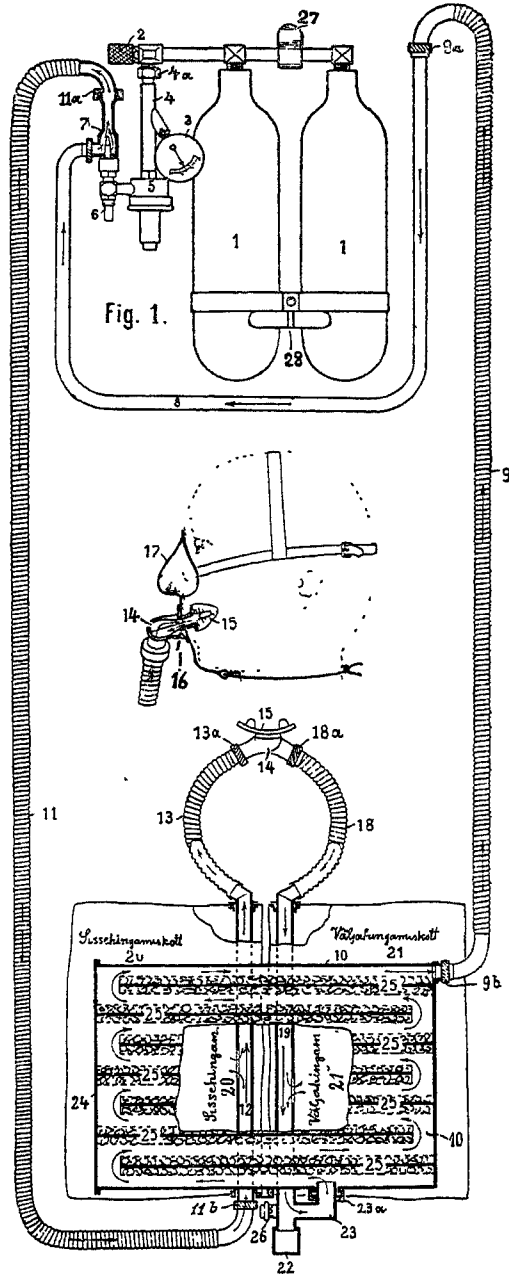
Voolikaparaadi abil juhatakse kihvtises õhus töötavale inimesele painduvate kummivoolikute kaudu varske õhk juure. Vähemate voolikupikkuste juures jätkub kopsu tõmbejõust; pikemate voolikute juures

tarvitatakse väikest ventilaatorit ehk lõõtsa. Voolikaparaate võib ka survõhu torudega ühendada erilise ventiili abil. Kummivoolikute hoidmiseks tarvitatakse erilist haspelt, millele voolikud keritakse. Hingamine sünnib erilise maski kaasabil. Sarnaste aparaatidega on võimalik 50—100 meetri kauguses viimasest värskes õhus allikast töötada; voolikud osutuvad aga töö juures tublisti takistavateks.

Reservuaaraparaadid võimaldavad taiesti vaba töötamise kihvtises õhus kuni 2 tunni kestvusel. Nendes aparaatides kasutatakse valjahingatud õhk peale süsihappet ja veeaurust puhastamist ja hapnikuga segamist uuesti hingamiseks. Kaks enam läbilõõnud tüüpi on Westfaalia A.-S. (Gelsenkirchen) ja Drägerwerk'i (Lübeck) poolt ehitatavad aparaadid.

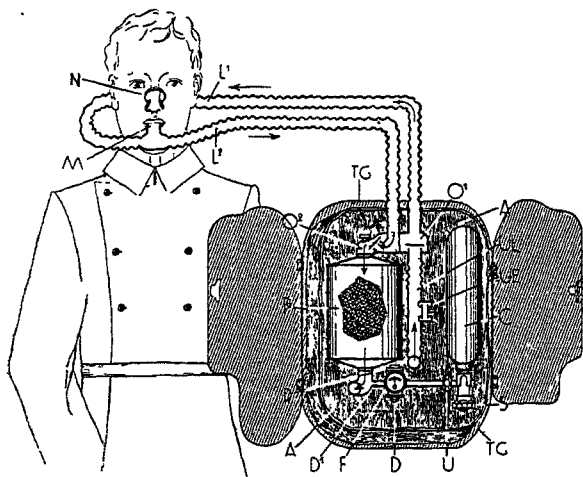


Joon. 206.



Joon. 207.

Westfaalia aparaat (joon. 206 ja 207) on suu kaudu hingamiseks mõeldud, ninasõõrmed suletakse rasvasse kastetud vatitoppidega, peale selle asetatakse ninale eriline tupp, mida ümber pea kinniseotud rihmad paigal hoiavad. Terasnõudes 120 atm. surve all olev hapnik pääseb ventiili 2 avades manomeetrisse 3, siis läbi survevähendaja ventiili 5, julgeoleku ventiili 6 ja düüsi 7 aparaadi ringkäiku. Manomeeter näitab korraga hapniku survet atmosfäärides ja aega minutites, mille jooksul aparaadi abil hingamine veel võimalik; 15 on kummiplaadist mundstük, mida huulte ja igemete vahele asetatakse; kaks küljesolevat lappi pigistatakse hammaste vahele, et mundstük kogemata suust välja ei kukuks. Sissehingatav õhk tuleb düüsi 7 läbi vooliku 11, toru 12 ja vooliku 13 düüsi 14 ja sealt mundstüki kaudu suhu. Toru 12 on ühendatud kummikotiga 20, milles hapnikurikka



Joon. 208. Drägeri väike aspiraator.

AA — õhukott; C — hapnikupudel; D — kasiventil hapniku liisanduse võimaldamiseks; L1L2 — õhutorud; O1 — sissehingamiseventil; O2 — väljahingamiseventil; P — õhupuhastaja.

õhu tagavara sisaldub. Väljahingatud õhk satub läbi vooliku 18 ja toru 19, mis süljepüüdjaga 22 all varustatud ja kummikotiga 21 ühenduses seisab, edasi läbi vinkeltoru 23 regeneraatorisse 25, kus õhk nooltega näidatud sihis ümber regenereriva ainega täidetud traatvõrkude liigub. Süsihape astub ühendusse regenereriva ainega, milleks harilikult naatriumi ehk kaaliumlehelist tarvitatakse, veeauru imevad endasse erilisest aimest plaadid. Puhastatud õhk läheb läbi torude 9 ja 8 düüsi 7, kus hapnikuga seguneb. Aparaadi raskus on jagatud nii, et selja ja rinna peal ühesugused raskused kanda tulevad, hapnikunõud paigutatakse seljale, regeneraator ja hingamiskotid rinnale. Hapniku tagavara sarnases aparaadis jätkub 120 minutiks.

Drägeri aparaat (joon. 208) on üldiselt samal põhimõttel ehitatud.

Viimasel ajal on terve rida uusi aparaate konstrueeritud, milledest nimetada võiks Pneumatogen ja Aerolith aparaate. Esimeses tekib hingamiseks tarvisminev hapnik naatriumülilhapendist ($\text{Na}_2 \text{O}_2$) vee mõjul, kuna väljahingatavas õhus leiduv süsihape samal ajal naatriumlehelisega ühineb; teine aparaat kasutab vedelat õhku.

Peale ülalkirjeldatud päästeaparaatide on suur tähtsus veel elustamisaparaatidel, mida tarvitatakse halvas õhus meelemärguse kaotanud inimeste uuesti elustamiseks.

Drägerwerk on välja lasknud n. n. Pulmotor'i, mis hapnikunõust ja sellega ühenduses olevast väiksest õhupumbast koosneb ja mõjuvat kunstlikku hingamist pikema aja jooksul võimaldab.

Kõikide nende aparaatidega ümberkäimist tuleb enne kauemat aega õppida, sest vähikule võivad nad kergesti saatuslikuks saada.

LOOMULIK TUULUTAMINE.

Loomulikuks tuulutamiseks ehk õhuvahetuseks nimetatakse sarnast tuulutamise viisi, mis sünnib loomulikudel füüsilistel põhjustel ja ilma kunstliku abita.

Sarnasteks põhjusteks võivad olla:

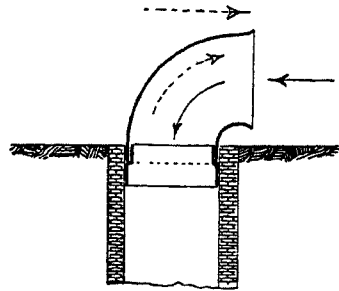
- 1) õhu soojenemine ehk jahtumine kaevanduses maakihtide temperatuuri mõjul,
- 2) õhust kergemate gaaside segunemine õhuga kaevanduses,
- 3) tuule suruv ehk imev mõju,
- 4) langevate veepiiskade suruv ja jahutav mõju,
- 5) difusioon.

Õhu soojuse muutused tingivad temas ka niiskuse sisalduse muutumist; nende mõlemate muutuste mõju on tuulutuse mõttes sama sihiline. s. o. soe ja niiske õhk on kergem kui külm ja kuiv õhk. Need kaks nähtust on loomuliku tuulutuse peapõhjusteks.

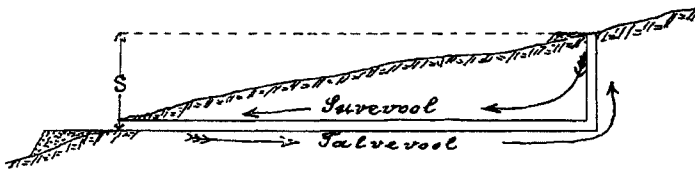
Šahtis allalangevad veepiisad jahutavad teataval määral õhku, kuid peale selle on nendel ka teatud suruv jõud, mille tagajärjel õhu osakesed kaasa kistud saavad. Õhku allajuhtivates šahtides on nii siis vee langemine soovitatav nähe, kuna õhku ülesjuhtivates šahtides vastupidiselt see kahjulikult mõjub.

Tuule mõju tuulutusele võib arusaadavalt ainult pinnalähedaste ja väiksemate kaevanduste suhtes kõne alla tulla. Kuna tuule siht ja tugevus alatasa muutub, ei või üksi tema mõjule tuulutust rajada, küll võib aga tuule mõju ära kasutada loomuliku õhuvahetuse hõlbustamiseks sel viisil, et õhušahtidele pööratavad trehtrid peale tehakse sarnanevalt laevade õhutrehtritele (joonis 209). On šaht allajuhtiv, pööratakse trehter avausega vastu tuult ja lastakse tuulel sisse puhuda (mustad nooled); on aga šaht ülesjuhtiv, pööratakse trehter avausega päri tuult, kusjuures tuul aitab õhku šahtist välja imeda (punktiiir-nooled).

Kõige paremini toimub loomulik õhuvahetus kaevandustes, millel avaused üks madalamal, teine kõrgemal tasapinnal asuvad, iseäranis hästi just siis, kui üks nendest avausest stoll ja teine kõrgemale avanev šaht on.



Joon. 209.



Joon. 210.

Talvel, kui välisõhk külmem kui kaevanduse õhk, sünnib õhu liikumine kaevandustes samuti nagu ahjudes: alt avausest sisse, sees soojeneb ja tõuseb šahti (korstna) kaudu välja (joon. 210). Suvel on välisõhk soojem ja kergem, kaevanduses aga külm ja raske; selle tõttu vajub raskem õhk ma-

dalamast avausest stollist välja, asemele tungib välisõhk šahti kaudu. Õhu liikumise tugevus sarnasel juhul on proportsionaalne õhusamba kõrgusele S ja temperatuuri vahedele kaevanduse ja välisõhu vahel.

Kevadel ja sügisel, kui temperatuur ühtlane nii kaevanduses kui väljas, tuleb õhuliikumises seisak ja pärast sihi muutus.

Suvine õhuvahetus on ühesuguste temperatuuri vahede juures siiski nõrgem kui talvine, nimelt sellepärast, et talvel õhul pikki kaevanduskäike läbistades aega on soojeneda ja ta šahti jõuab omades maakihtide temperatuuri, kuna suvel, läbistades võrdlemisi lühikese šahti, õhk ei jõua vastavalt jaheneda enne kaevandusse jõudmist.

Kahe šahtiga kaevandustes, kus üks šaht madalamale avaneb kui teine, sünnib õhuvahetus umbes samadel alustel ja teda võib veel parandada, ehitades kõrgemale šahtile peale õhutorni (joon. 7). Liiga suurt lootust ei või aga sarnasele õhutornile panna, kuna seal kaevanduse temperatuur mitte täiesti mõjule ei saa pääseda õhukeste torni seinte tõttu. Juhtumisel, kui mõlemad šahtid samal kõrgusel avanevad, võib talvel ka korralik õhuvahetus toimuda, sest niipea, kui üks šahtidest on pääsenud õhku üles juhtima, soojeneb ta, kuna teine šaht, allajuhtiv, külma õhu mõjul jaheneb ja nõnda temperatuuri vahed alal hoitakse. Suvel sarnastes oludes aga õhuvahetust ei sünni, kuna mõlemad šahtid siis raske õhuga täidetud ja sarnase õhu šahtidest väljalükkamiseks jõudu tarvis läheb, mida kunstlikult muretseda tuleb.

Sügavates kaevandustes, kus kihtide temperatuur kõrgem isegi suvisest välisõhu temperatuurist, sünnib loomulik õhuvahetus aasta ringi, talvel siiski tugevamini kui suvel. Kuigi loomulikust tuulutamisest igakord ei jatku sarnastes kaevandustes, on ta siiski suureks abiks kunstlikule tuulutamisele. Järgnev näide aitab selgitada, et õhuraskuse vahe kaevanduse ja välisõhu vahel kaunis tuntav võib olla. Lihtsuse mõttes võtame arvesse ainult temperatuuri mõju, kuna väiksed raskuse vahed, mis tekivad niiskuse ja õhusurve muutustest, kõrvale jätame.

Kaks šahti, üks alla-, teine ülesjuhtiv, on mõlemad 500 meetr. sügavad ja 20 m² läbilõikes. Õhu mahutus kummaski on siis 10.000 m³. Keskmine temperatuur allajuhtivas šahtis on +5° C ja kaevanduses soojeneb õhk kuni +22° C, millisenä ta ka ülesjuhtivasse šahti jõuab.

1	kantmeeter	kuiva	õhku	+ 5° C	juures	kaalub	1,230	klg.
1	"	"	"	+ 22° C	"	"	1,159	"

nõnda siis on õhuraskuse vahe 1 kantmeetri kohta — 0,071 klg. 10.000 m³ õhku allajuhtivas šahtis on siis $0,071 \times 10.000 = 710$ klg. raskem, kui sama suur õhukogu ülesjuhtivas šahtis; iga ruutmeetri peale šahti läbilõikest langeks $710 : 20 = 35,5$ klg. ehk depressioon oleks 35,5 mm. (möödetud veesamba millimeetrites).

Kaevandustes, kus aurutorud sisse juhitud mõnesugusel otstarbel (pumpade käimapanemiseks j. n. e.), kasutatakse neid ära õhu soojendamiseks ülesjuhtivas šahtis, jättes neid seal ilma isolatsioonita. Ka survõhu juhtmeid võib õhuvahetuseks osalt ära kasutada seal, kus nad masinate käimapanemiseks olemas.

KUNSTLIK TUULUTAMINE.

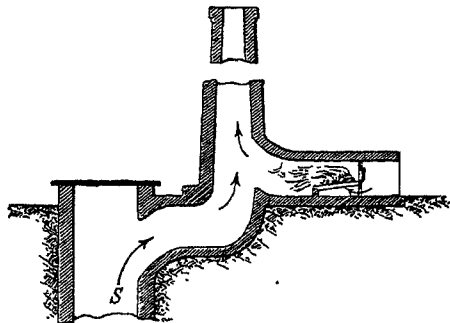
Abinõud kunstlikuks tuulutamiseks on järgmised:

- 1) tuulutamise ahjud,
- 2) ventilaatorid (tuulutamismasinad).
- 3) auru-, pressõhu- ehk veejoad.

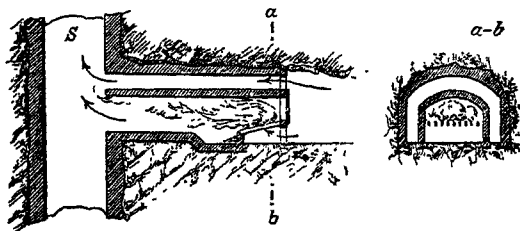
Kui loomulik õhuvahetus puudub ehk niivõrd nõrk on, et sellest ei jätku, on võimalus õhuvahetust kiirendada õhu soojendamise ja ventilatsiooni ahjudes. See on kõige vanem kunstliku tuulutamise abinõu; alguses riputati ülesjuhtivasse šahti raudvarvastest korv, kus sees põletati kivisütt ehk puid. Sarnane ventileerimisviis on nüüd, kui hädaohtlik, peagu igalpool keelatud.

Paremate tagajärgedega töötavad ja vähem hädaohtlikud on ventilatsiooni ahjud, mis võivad kas maapinnal ehk all kaevanduses asuda. Pealmaa ventilatsiooni ahjud (joon. 211) ehitatakse ülesjuhtiva šahti avause ligidale ja on varustatud ruumika

ja kõrge korstnaga, millesse šahtist erilise õhukanaali abil õhk juhitakse. Suuremate õhuhulkade liikumapanemiseks peab korsten õige kõrge olema, mis suurte kuludega seotud. Tulepesa alla juhitakse harilikult puhas välisõhk, kuna niiske kaevanduseõhk tulel hästi põleda ei lase. Juhtumisel, kui katlamaja šahti ligidal, võib õhku juhtida katlamaja korstnasse; seda abinõu tarvitataksegi tihti kergesti ventileeritavates ehk uutes kaevandustes algaastatel, kui teistsugused abinõud puuduvad. Üldiselt ei ole pealmaal asuvad tuulutamisahjud otstarbekohased, kuna soe õhusammas ainult korstna kõrgune on.



Joon. 211.



Joon. 212.

Palju paremate tagajärgedega töötavad maal asuvad tuulutamisahjud, kuna seal õhusammas terves ülesjuhtiva šahti kõrguses soojendatud saab. Gaasivabades kaevandustes võib põlemiseks kaevanduse õhk ahju juhtida, kuna gaasi sisaldavates kaevandustes selleks värsket õhku peab juure

juhtima ja ka mitmed ettevaatusabinõud tarvitusele võtma plahvatuse ärahoidmiseks. Tulekahju ärahoidmiseks söekaevandustes ehitatakse kaitsemüürid vastu söekihte ehk võetakse süsi ahjude ümbrusest täiesti välja ja täidetakse ruum mittepõleva prahiga (joon. 212).

Allmaa tuulutamisahjud töötavad kokkuhoidlikult, kuna nendes kütta-aine põlemissoojus vahetult tuulutamiseks saab kasutatud, ilma et teda tarvitseks enne ümber muuta auru- ja masinajõuks. Nende halbtuseks on aga:

- 1) et ülesjuhtivat šahti ei saa kasutada inimeste ega kaevetise tõstmiseks,
- 2) et tule lahtipuhkemisel allajuhtivas šahtis õhuvool ümber pöörduda võib ja ahjusuits töökohtadesse valgub,
- 3) et puudub võimalus tarviduse järele õhuvoolu ümber pöörda.

Ahjude loeteldud halbtuste pärast ei ehitata uuemal ajal neid enam, vaid tarvitatakse tuulutamismasinaid — ventilaatoreid. Eesti oludes

kus tegemist ainult gaasivabade kaevandustega ja kaevanduste sügavus väike, 10—30 meetrit, on tuulutamisahjudel siiski suur tähtsus loomuliku tuulutamise abina, kuna kallimad tuulutamismasinad ja sisseseaded ennast meie oludes hästi ära ei tasu.

Tuulutamismasinad (ventilaatorid).

Kaevandustes tarvitatakse mitmekesiseid ventilaatorite tüüpe; kaugelt suurem osa nendest on rajatud tsentrifugaaljõule. Tsentrifugaalne ventilaator kujutab enesest kahest õhukesest kettast ja radiaalselt nende vahele paigutatud kühvlitest moodustatud ratta, mis keskelt läbi pistetud võlli peal kiiresti tiirleb. Tsentrifugaaljõud, mis sellejuures tekib, paiskab õhu ratta sisemusest välja ja tekitab sellega imemishähet ratta keskpaigas, s. o. võlli ligidal, kuhu avaus on jäetud õhu juurepääsuks kas ühelt- ehk ka mõlemalt poolt. Mida kiiremini ventilaator tiirleb, seda tugevamini paiskub õhk temast välja ja seda suurem on imemisjõud võlli juures.

Ventilaatori võib tarvitada sama hästi imejana (õhu hõrendajana) kui puhujana (õhu surujana), s. t. võib tema abil halba õhku kaevandusest välja imeda ehk värsket õhku kaevandusse puhuda, vastavalt ühendades šahtist tulevat õhukanaali.

Ventilaator tekitab õhusurve muudatuse, imedes hõrendab ta õhku, sünnitades depressiooni (madalsurve), puhudes tihendab ta õhku, sünnitab kompressiooni (kõrgesurve). Depressiooni ja kompressiooni mõõdetakse eri mõõduriistadega, „manomeetritega“, lihtsaim manomeetritest on veesamba manomeeter, mis enesest U kujulist poolestsaadik veega täidetud klaatoru kujutab (joon. 213), mille üks ots ühendatakse õhukanaaliga, milles survet mõõta tahetakse, teine ots jääb lahti. On õhukanaalis surve madalam harilikust, tõuseb vesi kanaalipoolses toru põlves ja langeb teises põlves; veepindade vahe mõõdetult annabki depressiooni veesamba (VS) millimeetrites. Kompressiooni puhul on nähe vastupidine.

Harilikult tekitavad ventilaatorid õhusurve vahesid (depressiooni ehk kompressiooni) 50 kuni 150 veesamba mm. suuruseid, erakordadel isegi 400 mm.; sellejuures peavad ventilaatorid suuri õhuhulki liikuma panema, nimelt mitmeid tuhandeid kantmeetreid minutis.

Selles asjas lähevad ventilaatorid lahku kompressoritest, mis palju suuremat surve muutust (kompressiooni) saavutavad, kuid sellejuures väikseid õhuhulki liikuma panevad.

Ventilaatori töö ja tema käimapanemiseks tarvilik jõud on ärarippuvad kaevanduse õhukäikude pikkusest, läbilõikest ja käänakutest. Sirged, laiad ja lühikesed käigud on suurte õhuhulkade läbilaskmiseks kohasemad. Sarnaste õhukäikudega kaevandust nimetatakse „laiaks“ kaevanduseks tuulutamise mõttes, vastandilt „kitsale“ kaevandusele, millel õhukäigud pikad, kitsad ja paljude käänakutega.

Üldine vormel õhuhulga V voolamise jaoks läbi avause, põiklõikega A, on järgmine:

$$V = KA \sqrt{\frac{2gh}{p}}$$

kus k on koeffitsient, mis avause omadustest ära ripub, g = raskustungi kiirendus = 9,81 m /sek.²; h = manomeetrilt loetud survevahe veesamba millimeetrites; p = 1 kantmeetri õhu raskus kilogrammides, harilikult 1,2 kilogr.

Toodud vormelist selgub, et kui teatud kaevanduses, ventilaatori kiiremini käia lastes, õhuhulga V asemel õhuhulk V_1 liikuma pannakse, siis muutub ka survevahe, h asemel h_1 -ks, kusjuures $V : V_1 = \sqrt{h} : \sqrt{h_1}$, s. t. et õhuhulgad muutuvad proportsionaalselt survevahede ruutjuurtele ehk et näit. 2-kordse õhuhulga liikumapanemiseks on 4-kordselt suuremat depressiooni tarvis.

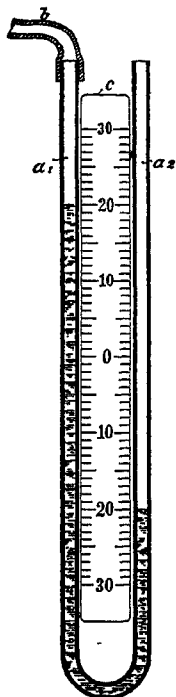
Jõutarvituse ventilaatori käimapanemiseks saame vormeli abil:

Jõutarvitus hobusejõududes $N = \frac{V \cdot h}{e \cdot 75}$, kus e on ventilaatori kasu-effekt, mis 0,5—0,7 vahel kõigub.

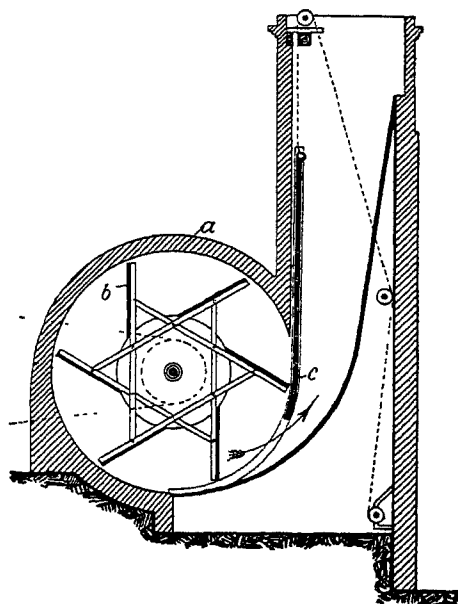
Jõutarvituse arvestamisel peaks õieti ka loomuliku õhuvoolu jõud arvesse võtma, kuid selle vähesuse tõttu, võrreldes ventilaatori jõuga, võib teda tähelepanemata jätta.

Nagu vormelist näha, on jõutarvitus proportsionaalne V ja h korrutisele, kuna aga V (õhuhulk) on ise proportsionaalne h (depressiooni) ruutastmele, siis on jõutarvitus proportsionaalne depressiooni kuupastmele, s. t. kui sama ventilaatoriga võrdses tingimustes tahame kahekordselt õhuhulka kaevandusest läbi tõmmata, siis peame $2^3 = 8$ korda enam jõudu tarvitama.

Ventilaatorid seatakse kas maa peale või maa alla šahti ligidale üles ja ühendatakse õhukanaali abil šahtiga. Imevad ventilaatorid asetatakse harilikult maa peale; sel juhtumisel peab šahti ülemine ots õhukindlalt suletama, et välisõhk ventilaatorisse ei pääseks. Juhtumisel, kui sama šahti ka tõstmiseks tarvitatakse, peab terve pealisehitus õhukindlalt tehtud



Joon. 213.



Joon. 214.

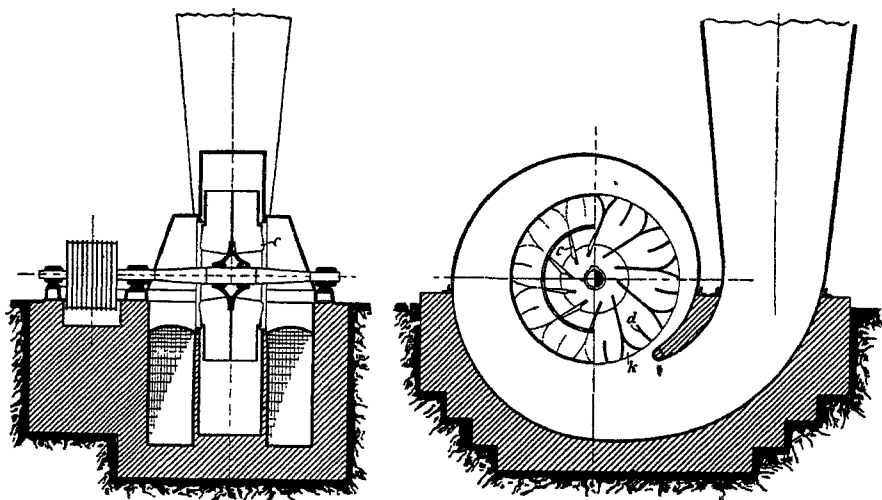
olema ja selles kahe- või kolmekordsed õhukindlalt suletavad ukсед ette nahtud olema.

Tuulutamismasinaid (ventilaatoreid) võib jagada järgmistesse gruppidesse:

1. Tsentrifugaal-ventilaatorid,
2. Propeller-ventilaatorid,
3. Õhurattad (kapselventilaatorid),
4. Õhupumbad (kolvmasinad).

Esimene grupp — tsentrifugaal-ventilaatorid — on kõige enam tarvitusel ja kogu kaevanduste tuulutamisabinõuna valdavas enamuses.

Teine grupp — propeller-ventilaatorid — sarnanevad tuulemootoritele ehk laevapropelleritele; nad on tänapäev tarvitusel paljudes kaevan-



Joon. 215.

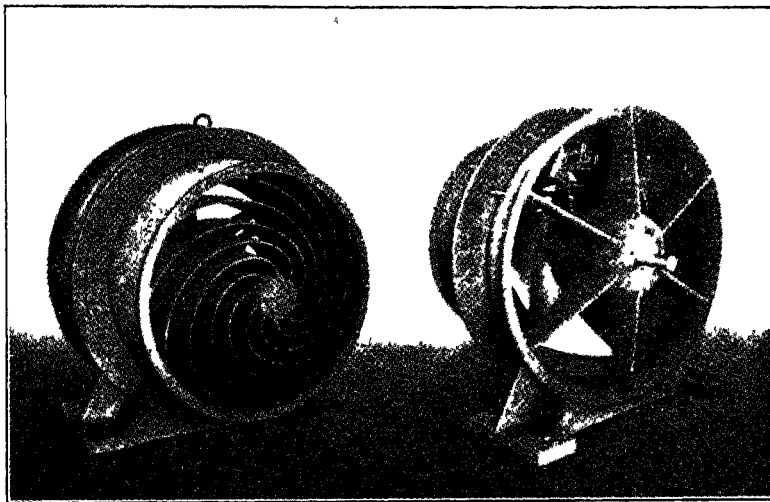
dustes abi-ventilaatoritena üksikute kaevandusosade või käikude jaoks (erituulutamine). Samaks otstarbeks kasutatakse ka grupp 3 ja 4 masinaid. Nende käimapanemiseks tarvitatakse suurusele vastavalt kas inimese-, pressõhu- või elektrijõudu.

Kaks esimest gruppi on depressioon-ventilaatorid, see tähendab, nad sünnitavad oma tiirlemise kiirusele vastava depressiooni, mille mõjul siis õhk liikuma hakkab, kuna õhuhulk ära ripub kaevanduse avaustest. Kaks viimast gruppi nimetatakse aga mahtventilaatoriteks, kuna nad iga tiiruga teatud kindla mahu õhku liikuma panevad.

1. Tsentrifugaalventilaatorid on sarnased tsentrifugaalpumpadele; nad kujutavad enesest horisontaalset võlli, millele radikaalselt on kinnitatud plekk-kühvlid, lai külge võlli suunas. Võll ühes labidatega ehk ventilaatori ratas on ümbritsetud spiraalikujulise plekk-kerega, mille otstarbeks on õhku korstnasse juhtida, ühtlasi õhu kiirust järjest alandades. Kiiresti tiireldes paiskavad kühvlid õhu ratta sisemusest välja tsentrifugaaljõu tõttu. Ratta keskpunktis tekib seega osaline vakuum, kuhu õhk võlli suunas ligi voolab. Ühendades vastavalt ventilaatorit šah-

tist tuleva õhukanaõliga, võib temaga kas õhku kaevandusest välja imeda või kaevandusse sisse puhuda.

Tsentrifugaalventilaatoreid võib jagada suure läbimõõduga (kuni 12 meetr.), kuid väikese kiirusega (umbes 60 tiiru minutis) ventilaatoriteks ja väikese läbimõõduga (3 kuni 6 meetr.), kuid suure kiirusega (kuni 250 tiiru minutis) ventilaatoriteks. Kiirelt tiirlev väike ventilaator võib sama palju õhku anda kui tasa tiirlev suur ventilaator. Viimasel ajal eelistatakse väikesi ventilaatoreid, sest neid on kergem kohale asetada. Suurtest ventilaatoritest võib nimetada Guibal'i ventilaatorit (joon. 214) ja Waddle ventilaatorit, missugused vanemates kaevandustes veel praegu tarvitusel. Uuemal ajal minnakse pea eranditult väikeste ventilaatorite peale üle; nendest on enam tarvitusel Capell (joon. 215), Rateau, Schiele ja Sirocco ventilaatorid. Sarnaseid ventilaatoreid on ehitatud juba kuni

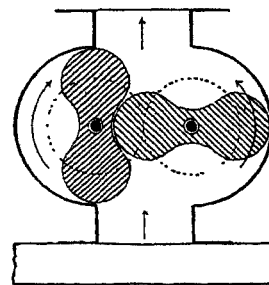


Joon. 216.

10.000 kantmeetri õhu jaoks minutis ja nad saavutavad depressiooni kuni 400 m/m.

2. Propellerventilaatoritest võib näitena tuua Schlotter'i ventilaator (joon. 216), mis Saksamaal kaalikaevandustes tarvitusel. Tema iseäralduseks on tiirleva ratta taga asuv paigalseisev juhtiv ratas (joonisel pahemal). Propellerventilaatoreid tarvitatakse suuremalt jaolt abiventilaatoritena, erituulutuse juures; sealjuures asetatakse nad otse õhutoru sisse.

3. Õhurattaid ehk kapselventilaatoreid tarvitatakse samuti vähemate õhuhulkade liikuma panemiseks erituulutuse juures. Nad kujutavad enesest kaht lopergust ratast, mis tiheidalt ümbritsetud plekk-ümbrikuga. Rattad puutuvad kogu aeg üksteisega ja ümbriku seintega kokku ja tiirlevad vastupidises suunas. Iga tiiru juures haaratakse teatud hulk õhku rataste vahele



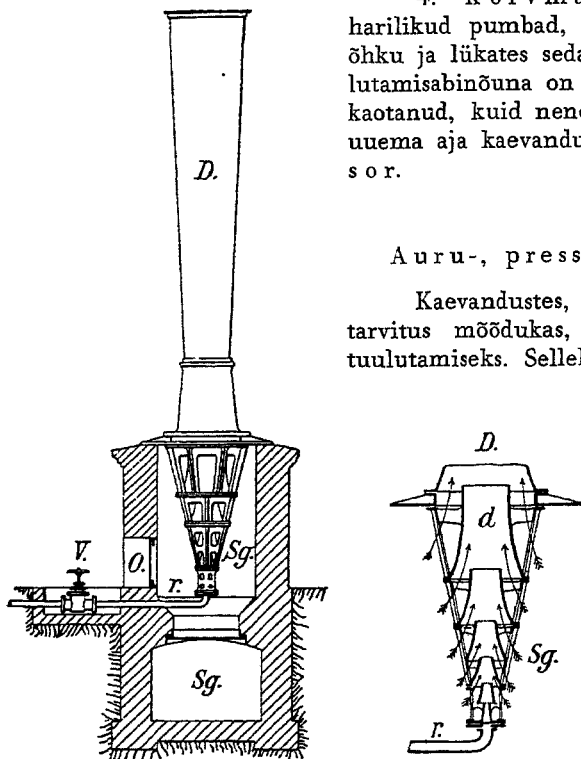
Joon. 217.

ja surutakse teisele poole rattaid. Root'i õhurattad (joon. 217), mida palju tarvitatakse, on 0,9 meetrit läbimõõdus, 2,0 meetr. pikad ja teevad 200 tiiru minutis; nendega võib 20—30 kantmeetrit õhku minutis mitmesaja meetri kaugusele anda hästi tihendatud õhutorude kaudu.

4. Kolvmasinad töötavad nagu harilikud pumbad, imedes ühelt poolt kolbi õhku ja lükates seda välja teisel pool. Tuulutamisabinõuna on kolvmasinad oma tähtsuse kaotanud, kuid nendest on võrsunud tähtsam uuema aja kaevanduse masin — kompressor.

Auru-, pressõhu- ja veejoad.

Kaevandustes, kus aurujõud odav ja õhutarvitus mõõdukas, võib auru ära kasutada tuulutamiseks. Selleks juhitakse aur iseäralisse düüsaparaati (joon. 218), kus ta kitsast avausest — düüsist — suure kiirusega välja voolates õhku enesega kaasa imeb ja sellega (osalt ka kondensatsiooni tõttu) depressiooni tekitab. Samasuguse düüsaparaadi abil võib samuti pressõhku ja veejaguid tuulutamiseks ära kasutada, kuigi vähemate tagajärgedega.



Joon. 218.

ÕHUVOOLU JAOTUS JA JUHTIMINE.

Kunstlike või loomlike abinõudega tekitatud õhuvoolu tuleb kaevanduses nii juhtida ja jaotada, et igasse üksikusse töökohta värske õhk tarvilisel määral juure voolaks. Iseene hooleks jäetuna püüab õhuvool ikka kõige lühemat teed ülesjuhtivasse šahti pääseda, sellepärast peab talle kindel tee kätte näitama, sulgedes kõik käigud peale nende, kust voolu läbi tahetakse juhtida.

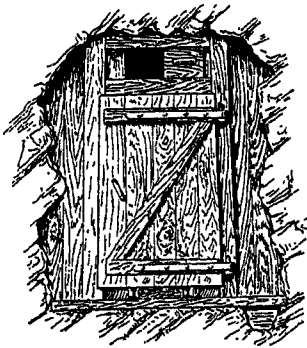
Käikude sulgemiseks tehakse vaheseinad käikudesse, kus inimeste ega vagonettide liikumist ette nähtud ei ole, mujal aga õhukõrsed. Selleks tarvitatakse praaklaudu ja savi (pragude määrimiseks). Uksed tehakse harilikult nii, et nad lahti käivad vastu õhuvoolu, siis aitab õhurve ise neid kinni hoida, kuid vagonettide liikumise hõlbustamiseks peateedel peab mõnikord sellest reeglist kõrvale kalduma; sel juhul tarvitatakse vedrusid või ploki üle jooksva trossi otsas rippuvaid raskusi uste kinnihoidmiseks.

Töökohtades ja käikudes, mis suure mannerainete rõhumise all, ei ole laudadest ukсед otstarbekohased, kuna rõhumise tõttu nad rikutakse

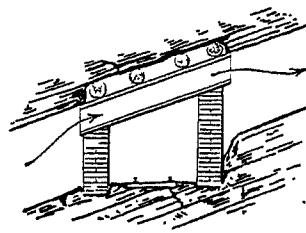
ja lasevad õhku läbi, sellepärast tarvitatakse sarnastes kohtades eesriideid tõrvatud purjeriidedest.

Kohtadel, kus osa õhku läbi ukse voolata tahetakse lasta, tehakse vastavas suuruses auk ukse kõrvale või peale, millele siiber ette tehakse õhuvoolu reguleerimiseks (joon. 219).

Õhuvoolu ristlemine. Tihti tuleb üht õhuvoolu teisest risti üle juhtida; seda tuleb iseäranis tihti ette seal, kus mõlemad šahtid.

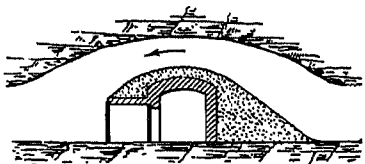


Joon. 219.



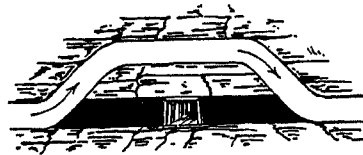
Joon. 220.

nii alla-, kui ülesjuhtiv, kõrvuti keset kaevandusvälja asetatud ja õhuvool paljudesse haruvooludesse jaotatud. Ristlemiskohtadel ehitatakse õhukindlad vaheseinad, kas laudadest või kivist, ja juhitakse üks vool teisest üle kas puutoru abil (joon. 220), lakke sisselõhutatud õhukanaali abil (joon. 221) või kõrgemalt üle alumise õhukäigu ehitatud teise käigu abil (joon. 222). Igal juhtumisel tuleb peamist rõhku panna sellele, et õhk ühest voolust teise ei pääseks, n. n. „lühiühendust“ ei sünniks.



Joon. 221.

Õhušahtide asetatus. Juba šahtide asupaiga valikul tuleb kaaluda tuulutamise küsimust. Seal, kus šahtid sügavad ja selle tõttu kallid, samuti šahte ühendav kveršlag kallis maksma läheb, asetatakse mõlemad —



Joon. 222.

alla- ja ülesjuhtivad šahtid, kõrvuti üksteise ligidale. Õhk juhitakse allajuhtivast šahtist käikusid mööda töökohtadesse välja äärtele ja sealt jälle tagasi ülesjuhtivasse šahti. See on n. n. tsentraalne õhujuhtimine; tema paremuseks on hea tuulutamise võimalus kaevanduse alguses; kohe peale šahtide valmistaamist ühendatakse nad omavahel ja korralik õhuvool võib alata, varustades ettevalmistus- ja algavaid koristustöid küllaldaselt

värske õhuga. Hiljem aga, kaevanduse vananedes, muutub tsentraalne õhujuhtimine raskeks, kuna käigud pikaks venivad ja takistus õhuvoolule suureks läheb.

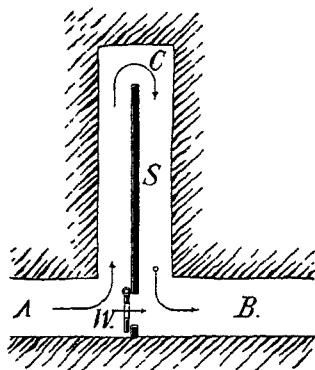
Teine õhujuhtimise viis on n. n. radiaalne; selle juures on allajuhtiv šaht välja keskel, ülesjuhtivaid šahte on aga mitu ja nad asuvad valja äärtel. Sarnane õhujuhtimise viis on kõige otstarbekohasem seal, kus šahtide süvendamise kulud ülearu kõrgele ei tõuse. Alguses tuleb küll suurem kapital šahtide ja kveršlagide läbilöömiseks ära kulutada, kuid selle eest on õhuvoolu tee pikkus püsiv ja töökohtade šahtist eemaleniikumine ei avalda mingit halvendavat mõju tuulutamisele. Samuti pole karta n. n. lühiühendust sisse- ja väljavoolavate õhuvoolude vahel radiaalse tuulutamisviisi juures, kuna tsentraalse tuulutamisviisi juures see hädaoht olemas.

Lõpuks, plahvatuste ja sisselangemiste puhul on korratud tuulutamises radiaalse tuulutamisviisi juures vähemad kui tsentraalse tuulutamisviisi juures.

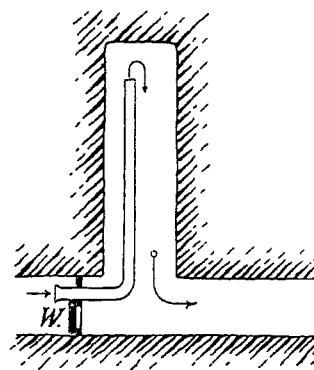
E r i t u u l u t a m i n e. Töökohti (kitsad käigud, šahtid, kallakšahtid), mida õhuvool ei läbista ja mis nii kaugel asuvad, et difusiooni mõjust enam ei aita, tuulutatakse eriliste abinõudega. Sarnastest abinõudest nimetame:

- 1) Voolu sissejuhtimine vaheseina abil,
- 2) " " " õhutoru
- 3) Abiventilaatorid ja vee- või õhudüüsid.

1. Vaheseinad (joon. 223) tehakse laudadest või kivist ja määratakse saviga; kuna harilikult kogu õhuvoolu pole tarvis ümber vaheseina juhtida, jäetakse ukse *W* sisse auk, kust kaudu osa õhku otse edasi pääseb.



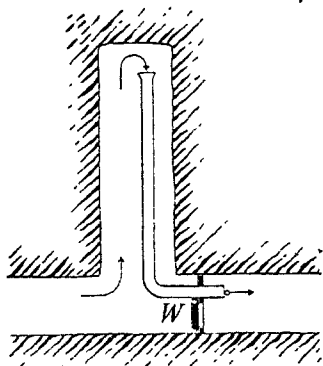
Joon. 223.



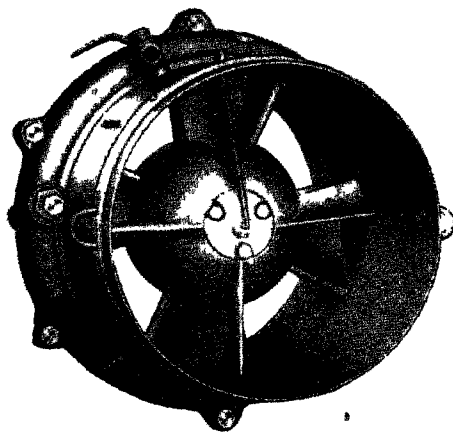
Joon. 224.

2. Uuemal ajal võetakse vaheseinte asemel tarvitusele õhutorud; need tehakse 0,15—0,5 meetri läbimõõduga, kas nelinurksetena hõõveldatud laudadest, või ümargustena plekist, purjeriided (raudrõngaste peal), või kuivades kaevandustes isegi papist. Torud valmistatakse teatud parajas pikkuses ja asetatakse üksteise otsa muhvide abil. Ühenduskohad peavad õhukindlalt sulgema. Õhutorude tarvitamist selgitavad joon. 224 ja 225. Esimesel juhul töötab toru puhujana, puhudes värsket õhku töökohta,

kuna väljavool käiku mööda sünnib. Teisel juhul imeb toru õhu töökohast välja.

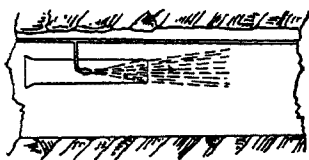


Joon. 225.



Joon. 226.

3. Juhtudel, kui erituulutamist vajavad käigud kaugel asuvad ja palju õhku tarvitavad, ei jätke harilikust õhuvoolu jõust ning appi võetakse väiksed toruventilaatorid. Joon. 226 näitab sarnast ventilaatorit; ta asetseb plekk-tsilindris, mis õhutoruga ühesuguse läbimõõdu omab, ja ühendatakse õhutoruga õhukindlalt. Käima pannakse sarnane ventilaator kas elektri- või survõhumootori jõul, vastavalt sellele, missugune jõud kaevanduses tarvitusel. Sarnane ventilaator puhub õhutorude kaudu 20 kuni 30 kantmeetrit õhku minutis kuni 100 meetri kauguseni.



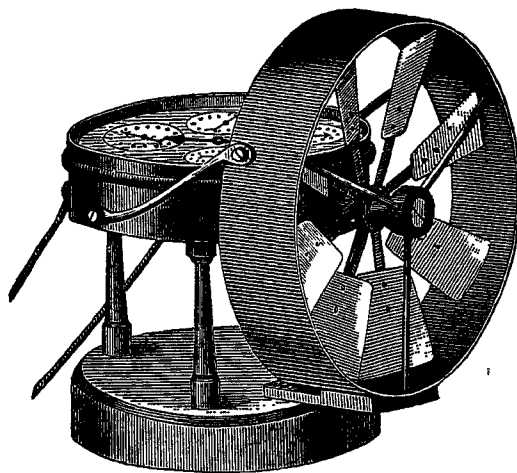
Joon. 227.

Õhu- või veedüüse võib eduga tarvitada voolu tekitamiseks või kiirendamiseks õhutorus. Joon. 227 näitab sarnase düüsi asetamist õhutorusse. Pressõhu- või veejuga, mis düü-

sist suure kiirusega väljub, imeb kaasa ümbritseva õhu ja kannab toru mööda edasi. Pikemate torude puhul võib mitu düüsi üksteisest tükk maad eemale torusse asetada, et suuremat tagajärge saavutada.

ÕHUHULGA MÕÖT-MINE KAEVANDUSES.

Õhuhulga V kubikmeetrites, mis teatud kaevanduse käiku läbib, saame



Joon. 228.

korrutades selle käigu läbilõiget A ruutmeetr. õhuvoolu kiirusega W — meetrites

$$V = AW.$$

Läbilõige A tehakse kindlaks geomeetriliselt; kuna aga käikude seinad harilikult ei ole siledad, siis peab õhuhulga mõõtmiseks käikude seinad, lagi ja põrand hõõveldatud laudadega katma, et reegliparast läbilõiget saada.

Õhuvoolu kiirust saab kõige lihtsamini kindlaks teha, mõõtes sekundimõõtjaga aja, mille kestel käigus tekitatud suits täpselt mõõdetud kaugusele liigub.

Päris täpseteks mõõtmisteks aga on konstrueeritud eri mõõduriistad — anemomeetrid (joon. 228). Anemomeeter koosneb tiivrattast ja lugemisvärgist, mõõtmine sünnib järgmiselt: anemomeeter seatakse keset õhukäiku üles, nii et õhuvool läbi tiibratta läheb; kui ratas juba alalise kiirusega keerleb, pannakse lugeja käima ja lastakse täpselt üks minut käia, pannakse siis uuesti seisma ja loetakse numbrilaualt tiirude arv. Lisades sellele anemomeetril märgitud alalise arvu, saadakse õhukiirus meetrites minutis.

VALGUSTUS.

Kaevandustööde valgustamine sünnib kahel viisil: 1) kohakindla ja 2) kantava valgustuse abil.

KOHAKINDEL VALGUSTUS

on farvitusel mäeseaduse nõudel šahtide laadimisruumes, peaveoteede ristteedel ja ümberlaadimiskohtadel. Peale selle on hakatud kohakindlat valgustust tarvitama veel allmaa masinaruumes, hobustetallides ja mehaanilise veo puhul veoteedel.

Tihti valgendatakse nimetatud ruumide seinad lubjaga ja lambid varustatakse kohaste reflektorite ja klaasidega. Uuemat ajal, eriti elektrivooluga varustatud kaevandustes, on hakatud kohakindlate lampidega valgustama ka puurmasinate töökohti, šahtide süvendustöid ja koristustöid koobastööviisi järele.

Kohakindla valgustuse allikatena tarvitatakse suuremaid õli-, petrooleum- ehk bensiin-lampe, uuemat ajal ka ligroiin- ja solaarõli-lampe ja elektri hõõg- kui ka looklampe. Kaevandustes, kus tulekardetavad gaasid ette tulevad, peab ka kohakindlaks valgustuseks kaitselampe tarvitama; erandid on lubatavad ainult šahtide laadimisruumes, kust kaudu värske õhk kaevandusesse voolab.

KANTAV VALGUSTUS.

Iga maa-all töötav tööline peab kaasas kandma valgusallikat (lampi, laternat, küünalt), mille valgusjõud küllaldane käimiseks ja töötamiseks, mis on hädaohutu ja mida tööpäeva kestvuseks jätkub. Põletisainete (õli, küünlad, karbiit) tagavara võib kaasas kanda vastavates plekknõudes, kuid tülkuse tõttu pole see laialt tarvitusel. Lampe kantakse kas käes, kübara külge kinnitatult (vähemad lambid), ehk riputatakse vöö külge. Töötamise ajal ripub lamp kõvera haagi abil seinale ehk toestiku küljes.

Vanemat ajal tarvitati küünlaid ja väga mitmekesiseid õlilampe, uuemat ajal aga peamiselt karbiit- ja elekterlampe. Karbiitlamp (joon. 229) annab umbes 10 normaalküünla (NK) valguse, kuna petrooleumi- ja õlilambid ainult 1—2 NK valguse annavad. Karbiitlambis põleb atsetüleen-gaas, mis lambis eneses tekib kaltsiumkarbiidi ja vee ühinemisel. Atsetüleen on kihvtine gaas; teatud ettevaatus on temaga ümberkäimises tarvilik. Pildil kujutatud karbiitlambi sarnased on Eesti kaevandustes tarvitusel, ta kaal on 1,18 kg., tarvitab 250 gr. karbiiti 10—12 tunniga. Valgustuse kulud selle lambiga tõusevad praeguste karbiidi hindade juures (30—35 senti 1 kg.) 10 sendini vahetuses.

Karbiitlamp põleb ka rikutud õhus, mis hingamiseks enam ei kõlba, veel küllalt hästi; kohtades, kus hapniku puudust eeldada võib, peab bensiinilamp märguandjaks (indikaatorlamp) kaasas olema, kuna see iseenesest kustub, kui õhk hingamiseks kõlbmatuks muutub.

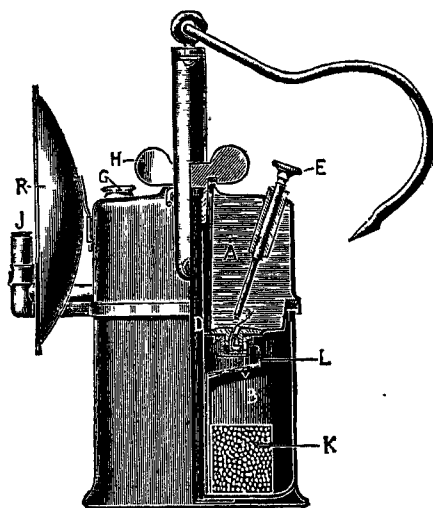
Kaitselampid. Üleval kirjeldatud lampid olid kõik lahtise tulega, sellepärast lubatavad ainult gaasivabades kaevandustes; seal aga, kus hädaohtlikud gaasid ette tulevad, nagu enamikus söekaevandustes, on sarnaste lahtiste lampide tarvitamine seadusega keelatud ja tarvitusel ainult n. n. kaitselampid, s. o. lampid, millel tuleleek on erilise kaitseabinõuga välisõhust eraldatud, nii et leek gaasi süüdata ja plahvatust tekitada ei saa. Esimese kaitselampi valmistas inglise füüsik Davy, kes leidis, et tihe traatvõrk lambi leeki mitte enne läbi ei lase kui ta helepunaseks kuumutatud on. Davy lamp kujutas enesest harilikku õlilampi, mille peale oli asetatud tsilindri kujuline, ülevalt kinnine traatvõrk, mida 4–5 tuge kaitseid vigastuste vastu. Õhk pääsis läbi võrgu alumise osa tule

juure ja läbi ülemise osa välja. Sarnase lambiga oli võimalik käia ja töötada tulekardetavaid gaase (metaani, vesinikku j. n. e.) sisaldavas kaevandusõhus. Davy lambil oli aga väga palju puudusi, mis tema muutmise ja täiendamise möödapääsmatuks tegid, nimelt ei olnud ta valgusjõud kuigi suur — ainult 0,26 NK, ka ei olnud ta täiesti tulekindel, sest suurema õhu kiiruse juures kaldus leek vastu võrku, kuumendas selle punaseks ja läi läbi.

Uuemates kaitselampides on neid vigu katsutud parandada. Esimese parandatud kaitselampi valmistas Clanny; ta asetas traatvõrgu alla leegi kohale klaastsilindri 6 mm. paksusest klaasist, umbes 60 cm. kõrge. See täiendus suurendas lambi valgusjõudu tuntuvalt, samuti tõstis tema tulekindlust, sest leek ei pääsnud nii kergesti võrku kuumendama. Praegu on väga mitmekesiseid kaitselampe saadaval, paremad neist on Wolffi bensiin- ja karbiit-kaitselampid. Esimene neist annab 1—1,5 NK, teine 5—9 NK.

Hea kaitselamp peab omama lihtsa ehituse ja vastama järgmistele nõuetele:

- 1) küllaldaselt valgustama,
- 2) leegi läbilöömise ja
- 3) leegi läbipuhumise eest kaitsema,
- 4) võimaldama hädaohtlike gaaside kogumist märgata,
- 5) lambi üksikud osad peavad gaasikindlalt liidetud olema.
- 6) lamp peab lukuga varustatud olema keelatud kohtades avamise takistamiseks,



Joon. 229. Atsetüleenlamp, osalt läbilõikes.

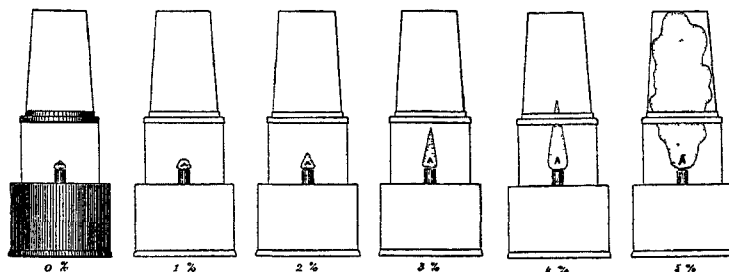
A — veenõu; B — ruum karbiidi (K) jaoks; D — varb, mis tiikruuvi H varal veenõud lambiga ühendab; E — vee juurdevoolu reguleerija kruvi; G — täiteaugu pea; J — tulik; L — sõel; R — peegeldaja sirm.

7) lamp peab süütamisabinõuga varustatud olema kinnises olekus tule süütamiseks.

Valgusjõud on uuematel kaitselampidel kuni 2 NK, karbiitlampidel isegi 9 NK tõusnud, seega täiesti küllaldane kaevandustöödeks.

Leegi läbilöömise all tuleb mõista lampi sattunud gaasi süttimise läbi tekkinud plahvatuse edasikandumist välispoole lampi. Mida tihedam võrk ja mida suurem tema pind, võrreldes ümbritsetud ruumiga, seda vähem on leegi läbilöömise hädaoht. Kaks võrku, üks teisest veidi laiem, pealistikku asetatud, kaitsevad leegi läbilöömise eest kõige paremini.

Leegi läbipuhumine sünnib kiires õhuvoolus (üle 10 m/sek.). Leek paindub vastu traatvõrku ja kuumendab selle heledaks, mille järele leek välispoole võrku kandub. See nähtus võib juhtuda ka lambi viltu seismisest. Kahekordne võrk, iseäranis kui sisemine võrk on raud- või terastraadist, välimine vasktraadist tehtud, kaitseb hästi leegi läbipuhumise eest.



Joon. 230.

Gaaside kogumist näitab kaitselamp sellega, et sarnaste gaaside (peaasjalikult metaani) juuresolekul lambi leek pikemaks venib ja leegi ümber nõrgalt valgustav sinakas udu, n. n. oreool, tekib. Iseäranis selgesti on oreool näha, kui kaitselambi tuli hästi väikeseks keeratud. Kuna metaan on õhust kergem, koguneb ta kõige kõrgemais kohtades, lae all; sarnased kohad katsutakse väikeseks keeratud kaitselambi tulega läbi, kusjuures oreooli suurus metaani hulka ligikaudu ära näitab (joon. 230).

Bensiin-kaitselambid annavad juba 1,5% metaani sisaldusel õhus selgelt nähtava oreooli, õli- ja petrooleumlambid aga ainult 2% juures.

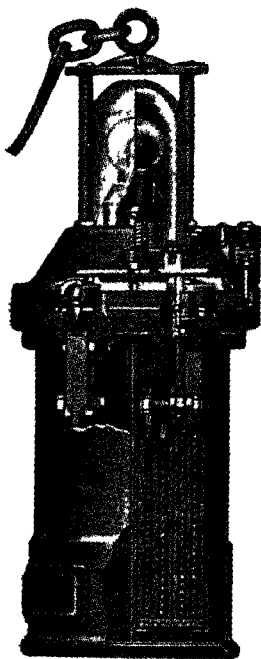
Veel tundlikumad on n. n. indikaatorlambid, mis erilisel gaaside avastamiseks konstrueeritud. Näitena võib tuua Pieleri alkohol-lambi, mis juba 1/4% metaani selgelt ära näitab.

Gaasikindlalt suletuks loetakse lamp, mille tuldümbritsevates osades ei leidu suuremaid auke kui 0,25 ruutmillimeetrit.

Kaitselambi lukustamine on hädatarvilik, sest inimene unustab ikka jälle hädaohu, milles ta viibib juba kauemat aega, ja katsub avada lampi ühel või teisel põhjusel. Sarnasele katsele järgneb peagu alati plahvatus, mis süüdlase ja paljude ilmsüütute surmaga lõpeb. Lukustamise viise on väga mitmesuguseid proovitud (võtmed, tinaplommid j. n. e.), kuid ainult uuemal ajal tarvitusele võetud magneetlukud on täiesti kindlad, sest tarvitavad avamiseks tugevat elektromagneeti.

Kinnise lambi uuestisüütamiseks kustumise puhul on samuti välja mõeldud mitmesuguseid abinõusid, milledest enam tarvitusel kaks, nimelt tulekivi ja fosforlint.

Karbiit-kaitselamp on uuemal ajal tarvitusele tulemas; sarnane lamp annab 5 NK, reflektoriga varustatult isegi 9 NK, kuid ta on tuntavalt kallim õli- ja bensiin-lampidest. Ka karbiit-kaitselamp võimaldab metaani kogumist märgata, kuigi halvemini kui bensiinlamp; 1⁰/₀ metaani annab väikse leegi juures märgatava oreooli, mis metaani hulga tõusuga järjest suureneb; 11⁰/₀ metaani juures kustub lamp.



Joon. 231.

Elekterlampid. Viimasel ajal tungib elekter kaevandustesse ikka enam ja enam sisse. See sünnib masinate tarvitusele võtmisega kaskaes. Valgustuse jaoks üksi ei tasu harilikult kulu kallist juhtmete võrku maa alla viia, kuid ühes elektrijõu tarvitusele võtmisega masinate kaimapanemiseks on otstarbekohane ka valgustuse jaoks elektrit ara kasutada. Uuemates kaevandustes sünnib tanapäev mitte ainult kohakindel, vaid ka kantav valgustus elekterlampide abil.

Kallim kulu elektrivalgustuse peale kattub tööliste produktiivsuse ja julgeoleku tõusuga parema valgustuse tõttu.

Kantavad akkumulaatorlampid (joon. 231) võetakse järjest enam tarvitusele, isearanis sarnastes kaevandustes, kus suure metaani sisaldavuse juures ka õhuvoolu kiirus suur on, sest teised kaitselambid ei ole suure õhukiiruse juures küllalt gaasikindlad.

Esimesed elekterlampid kaevandustes olid varustatud tina-akkumulaatoritega (Ceag lamp), uuemad aga nikkel-kadmium akkumulaatoritega, missuguseid kuni 2000 korda uuesti laadida võib, kuna tina-akkumulaatorid üle 200 laadimise ei kannata.

Akkumulaatorlambil on palju paremusi, võrreldes bensiin- ehk karbiit-kaitselampidega, sest ta on hadaohutum, lihtsama ehitusega ega tarvita tulekardetavaid aineid. Ainuke puudus on see, et elekterlamp ei võimalda metaani kogumist märgata, kuigi sarnaseid abinõusid otsitakse ja võib olla lähemas tulevikus ka leitakse.

Harilikult tarvitab akkumulaatorlamp 0,7 amp. voolu, valgusejõud — 2 NK, põlemisaeg 10—12 tundi.

Eesti kaevandustes, kui gaasivabades, tarvitatakse kantava valgustuse jaoks lahtiseid karbiitlampe, kohakindel valgustus aga sünnib peamiselt elektri hõõglampidega.

MÄETÖÖDE SÜSTEEMID.

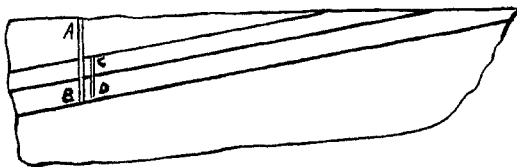
Kui uurimistöödega on kindlaks tehtud maapõuevara tagavarad ning omadused ja kui töötamise tingimused võimaldavad maapõuevara küllalt odavat väljavõtmist, siis võib asuda varapaiga eksploateerimisele, mille eesmärgiks on lahtiste või allmaa mäetööde abil kätte saada võimalikult terve maapõue tagavara.

Enne maapõuevara eksploateerimisele asumist on tarvis varapaik „a v a d a“, mis sünnib šahtide, štollide, kveršlagide või gesenkide abil. Alles siis, kui üks ülalnimetatud käikudest on jõudnud varapaigani, avaneb võimalus kaevetise enese kallale pääseda. Käike, mille ülesandeks on varapaiga ettevalmistamine maapõuevara eksploateerimiseks, nimetatakse ettevalmistamiskäikudeks. Kihilise varapaiga ettevalmistamine seisab harilikult ta jagamises üksikutesse väljaosadesse terve rea üksteisega ristlevate käikude abil kihi tõusu ja lebamise suundades (štrekid, bremsbergid, tuulutamiskäigud). Alles peale selle võib asuda koristustööle: maapõuevara väljavõtmisele ettevalmistamiskäikudega eraldatud koristusväljadest.

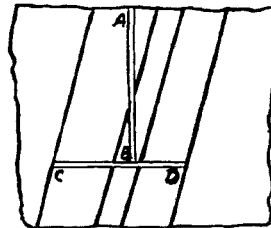
VARAPAIGA AVAMISTÖÖD.

Avamistöodeks nimetatakse käikude läbistamist, milliste ülesandeks on püsiva ühenduse loomine varapaiga ja maapinna vahel.

Kui eksploateerida kavatsetavad kihid või teistlaadi kaevetiskogud asuvad üksteisest lahus, siis avatakse iga kiht eraldi šahtiga või štolliga.



Joon. 232.



Joon. 233.

Laugid, lähestikku asuvad kihid avatakse ühe šahtiga AB (joon. 232), mis ühendab maapinda alumise kihiga, ühtlasi läbistades ka ülemised kihid. Harilikult aga sünnib tõstmine ainult alumise kihi pinnalt, kuna kaevetis ülemistelt kihtidelt juhitakse sinna gesenki CD kaudu.

Järsud (üle 60° kallakuga) üksteise lähedal asuvad kihid avatakse šahti AB ja kveršlagiga CD (joon. 233), sest ilmselt maksab võrdlemisi

lühikese kveršlagi läbistamine vähem kui mitme iseseisva šahti läbistamine ja peale selle on tõstmine ja veekõrvaldus ühe šahti kaudu tunduvalt odavam kui mitme kaudu.

Keskmise kallakuga (30° — 60°) kihtide rühma avamine oleneb kihtide omavahelistest kaugustest ning projekteeritava šahti sügavusest ja ühe jooksva meetri maksumusest; avada võib siin nii üksikute šahtide kui ka šahti ja gesenki või šahti ja kveršlagi abil.

Soodsatel tingimustel on võimalus varapaika štolli abil avada.

Kaudsel teel mõjutab varapaiga avamisviisi ka kaevanduse kavatsetav toodang ja iga, sest sellest oleneb šahti ristlõige, toetuse viis, tõstevärk ja avaushoone, järelikult ka šahti ühe jooksva meetri maksumus. Peale selle on šahtiga tihedalt seotud veekõrvalduse seade (pumbad, torustik ning vee selgumise ja hoidmise käigud).

VARAPAIGA ETTEVALMISTAMISE TÖÖD.

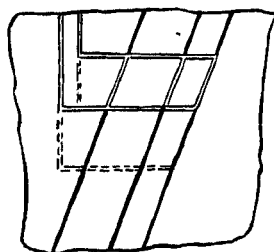
Varapaika peab maapinnaga ühendama vähemalt kahe käigu kaudu, mis on tingitud allmaakäikude ja töö-tõnsuste tuulutamise vajadusest ning mis võimaldab väljapääsu kaevandusest, kui mõnel juhul tee ühte šahti suletakse.

Nii kujuneb esimeseks ettevalmistamistööks kihis asuv käik kahe šahti või kveršlagi vahel, milline käik jagab väljavõetava kihi osa kaheks tiivaks.

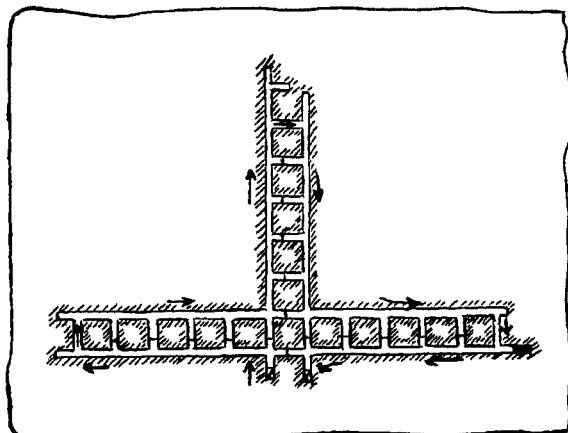
Käikude remondi kulude vähendamiseks ei arendata koristustöid mitte korraga kihi täiel laiusel, vaid ribades, millede laius vabalt võimaldab välja võtta nõuetava aastase produktsiooni. Sarnast riba nimetatakse koristusväljaks.

Koristusvälja alumiseks piiriks on peaštrekk, mille kaudu kaevetis juhitakse tõsteshahti juure, kuna ülemiseks piiriks on štrekk, mille ülesandeks koristustöödest läbikäinud õhuvoolu juhtimine kaevanduse teise väljapääsu juure.

Suurema laiuse juures jagatakse tööväli štrekkidega väiksematesse osadesse, et tööd oleks vähem hädasohtlikud ja et kaevetise transport koristus-esidest peaštrekkineni oleks odavam. Nendest vahepealsetest štrekkidest juhitakse kaevetis peaštrekile bremsbergide kaudu (kihi laugi kallaku juures) või allalaskekäikude kaudu (järskude kihtide juures juhtudel, kui kaevetise peenenemine ei järelda ta turuhinna vähenemist). Kuid hari-



Joon. 234.



Joon. 235.

likult ei piirduta esimese bremsbergi või allalaskekäigu läbistamisega, sest vahepealsete štrekkide teatud pikkuse juures on uue bremsbergi või allalaskekäigu läbistamise kulu väiksem nende štrekkide remondikulust. Sarnasel korral likvideeritakse nii vana bremsberg või allalaskekäik kui ka vahepealsed štrekid uue ja vana bremsbergi vahel. Peale seda tuleb arvestada ka asjaolu, et kaevetise transport vahepealsetes štrekkides on harilikult kallim kui kaevetise sama hulga transport peaštreki sama pikas osas.

Peaštrekist madalamal asuvatest tööväljadest on võimalus kallakkäigu kaudu kaevetist tõsta elektriga või survõhuga töötava vintsi abil šahti laadimisruumi pinnal asuvale peaštrekile.

Järskude kihtide rühm avatakse harilikult kahe šahti ja kahe kveršlagiga (joon. 234), kusjuures kveršlagid läbistavad kihte tööväljade alumisel ja ülemisel piiril. Järgneva alumise töövälja jaoks on tarvis mõlemad šahtid vastavalt süvendada ja läbistada uus kveršlag, mille kaudu sünnib avatud töövälja transport, kuna lõpetatava töövälja alumise kveršlagi kaudu juhitakse uute tööväljade rikutud õhk teise šahti.

Paksemate kihtide juures annab käikude läbistamisel lae või põhja lõhkumine liig vähe täitematerjali selleks, et võimaldada täite taga asuva tuulutamiskäigu rajamist. Sarnasel korral läbistatakse tähtsamad neist üheaegaliselt paralleelsete käikudega (joon. 235), ühendades mõlemaid teatud kaugusel üksteisest asuvate lühikeste käikudega, mis võimaldavad õhuvoolu juhtimist peakäikude esidesse.

KORISTUSTÖÖD.

Peale ettevalmistamistööde lõpetamist asutakse koristustöödele, s. o. maapõuevara väljavõtmisele käikude vahel või kõrval asuvatest väljaosadest.

Ettevalmistamis- ja koristustööd viiakse läbi ette kindlaksmääratud kava ja töötamisviisi järgi.

Töötamisviise on palju ja mitmekesiseid, kuid kõik nad jagunevad kahte algrühmi: lanktöötamisviisiks ja umbkoristusviisiks.

Lanktöötamisviisi juures jagatakse koristusväli üksteisega ristlevate käikudega üksikutesse lankidesse, ja lankide koristustöödest saadava kaevetise transport juhitakse käikude kaudu, mis asuvad tervikutes. Lankkoristusviisi ettevalmistamistöödest saadakse 10 kuni 50% üldisest kaevetise hulgast,

Umbkoristusviisi juures arendatakse tööd harilikult šahti läheduselt töövälja äärte poole. Sarnasel puhul saadakse läbi peagu ilma ettevalmistamistöödeta. Kaevetise transport juhitakse siin käikude kaudu, mis asuvad välja osas, kust maapõuevara juba välja võetud. Nende käikude läbistamine sünnib harilikult kihi lae lõhkumise teel välja osas, kust maapõuevara juba välja võetud, kuna saadud aheraine laotakse mõlemale poole käiku väljavõetud maapõuevara asemele. Selle tõttu saadakse umbkoristusviisi juures ettevalmistamistöödest kõigest 0 kuni 5% kaevetise üldtoodangust.

Koristustööde tagajärjel tekkinud õõnsused toestatakse harilikult puust tugegeda, millede hulk oleneb õõnsuse lae seisukorrast.

See toestik püsib nii kaua, kuni koristustööd ja transport esis vajab õõnsuse püsimist. Pärast seda „röövitakse“, s. t. eemaldatakse kohtadelt võimalikult palju tugesid ja lastakse lagi vajuda kas kohe õõnsuse põhja või jälle aherainest täitematerjali peale, mis selleks otstarbeks eriti õõnsusesse

paigutatakse. Sarnane täitmine on tarvilik siis, kui täiteta lae langetamine rikub maapinda või kõrgemal asuvat kaevanduse osa, või kui kaevandusesse koguneb plahvatavaid gaase.

Sellepärast jagunevad ka kõik töötamisviisid kahte rühma: kas tühjastehtud ruumi aherainega täitmisega või lihtsa lae langetamisega tühjastehtud ruumis. Täitmiseks tarvilikku aherainet võib saada kaevandusest enesest, kuid võib selleks kasutada ka maapinnalt saadavat aherainet.

Koristustööde edasinihkumise stuuna järgi võivad töötamisviisid olla lebamis-, tõusu- või diagonaalsuunas.

Töötamisviisi valik. Peatingimused, milledega tuleb arvestada töötamisviisi valikul, on: 1) töötamise hädahoutus; 2) võimalikult väikesed eksploatatsiooni kulud ja 3) võimalikult väike kaevetise kadu.

Tähtis on tööde koondamine võimalikult ühte kohta, millega saavutatakse kaevetise transpordi, tööde järelevalve ja tuulutamise kulude kokkuhoidu. Ettevalmistamistöõde seis peab vastama koristustööde seisule, et koristustöö iga lõppeva esi töölisi oleks võimalik paigutada uutesse esidesse. Selleks peab ettevalmistamistöõde edasinihkumise kiirus võrduma koristustööde nihkumise kiirusele. Et aga võimalik oleks erakorralistel juhtudel kaevanduse toodangut reguleerida, viiakse ettevalmistamistöõd läbi 2—3 kuud varem, kui seda nõuab koristustööde seis, sest näiteks tööliste arvu vähenemisel on siis võimalik 2—3 kuu jooksul toodangut endisel kõrgusel hoida ettevalmistustöid seisma jättes ja paigutades töölisi uutesse koristusesidesse.

Töötamisviisi valikut mõjutavad kihi paksus ja kallak, kaevetise kõvadus, kihi lae ja põhja vastupidavus, plahvatava gaasi olemasolek või puudumine ja ekspluateeritava aine kihtide vahel leiduvad aheraine kihid. Paksuse järgi jagunevad kihid õhukesteks (kuni 1,5 m. paksud), keskmisteks (kuni 2,5 meetrit) ja paksudeks (üle 2,5 meetri).

Kallaku järgi võib kiht olla laug (kuni 30°), keskmise (30° kuni 60°) või järsk (60°—90°). Kõvaduse järgi võib kaevetist nimetada: pehmeks, kui tema koristamiseks soone raiumine on ülearune; keskmiseks, kui soone ja selle peal või all asuva maapõuevara raiumine sünnib käsitsi ilma eriliste raskusteta; kõvaks, kui käsitsi raiumine läheb kulukaks ja kasulikum on lõhkeaineid tarvitada.

Lanktöötamisviisi võib kasutada peagu igasugu tingimustel, muutes vastavalt lankide suurust ja sellest olenevat ettevalmistamistöõde hulka.

Umbkoristusviisi järgi võib ekspuateerida õhukesti või keskmise paksusega kihte iga kallaku, kuid vastupidava lae juures; järskudes kihtides on nõuetav tühjastehtud ruumi täitmine aherainega. Kihte, mis üksteisest eraldatud õhukeste aheraine kihtidega, on tihti kasulik ekspuateerida umbkoristusviisi järgi. Kuid paksude kihtide ekspuateerimist ei saa korraldada umbkoristusviisi järgi.

Koristustööd lae langetamisega.

Lanktöötamisviis. Kui töötamise tingimused ei nõua tühjastehtud ruumi aherainega täitmist, siis on kõige kohasem lanktöötamisviis. Ettevalmistamistöõdega jagatakse koristusväli üksikutesse lankidesse, ja koristustööd algavad kõige ülemise langi kaugema osa väljavõtmisega, nii et võimalik on kaevetise transporti juhtida tervikutes asuvaid käike kaudu.

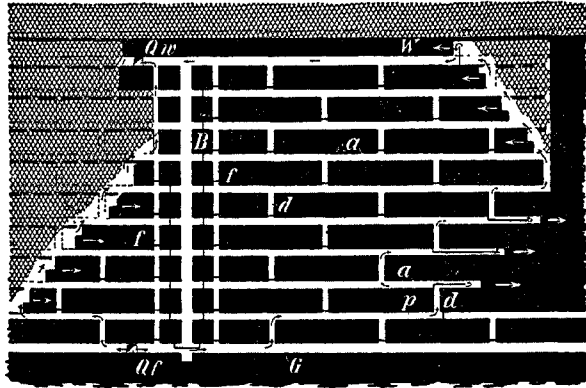
Õhemate ja keskmiste kihtide ning vastupidava lae juures jagatakse väli pikkadeks lankideks, millede koristamine algab välja kaugemast piirist.

Koristustööd nihkuvad vahetpidamata tagasi (ettevalmistamistöode edasinihkumisele vastupidises suunas), ja tühjakstehtud ruumi lae allavarisemine ei takista kaevetise transporti ega kaevanduse tuulutamist.

Paksude laugide kihtide juures jagatakse ettevalmistustöödega väli lühikesteks lankideks. Peale üksiku langi koristustööde lõpetamist lastakse lael enne alla variseda, ja alles siis asutakse järgmise langi koristustöödele.

Töötamisviis pikkade lankidena lebamissuunas. Langi laius (koristuskäikude vahe) oleneb peamiselt kihi laest, kallakust ja paksusest. Mitte väga vastupidava lae juures valitakse langi laius võimalikult suurem, et

vähendada koristuskäikude läbistamise ja korrashoiu kulusid; ka on käikude läheduses koristustööde lagi nõrgendatud. Laugide kihtide juures võetakse langi laius suurem kui järsumate kihtide juures, kus võivad ette tulla õnnetused töölistega kaevetise tükkide kukkumise tagajärjel ja peale selle tuleb arvestada kaevetise suuremat peenenemist käikude läbistamisel. Õhemate kihtide juures tuleb langi laiuse valikul ar-



Joon. 236. Pikkad langid lebamissuunas.

G — peastrekk; p — temaga ühel ajal läbistatud abikäik; Qf — veo-kveršlag; Qw — tuulutuse-kveršlag; B — bremsberg; f — inimkäigud; VW — tuulutustrekk; aa — koristusstrekkid; dd — tuulutuskäigud.

vestada asjaolusid, et ühelt poolt koristuskäikude läbistamine on seotud suurte kuludega (lae lõhkumine, aheraine koristamine ja käigu toestamine), kuid teiselt poolt on samuti kulukas kaevetise transport koristusesist štrekini.

Peale koristusstrekkide on tarvis läbistada neile perpendikulaarsed tuulutuskäigud *d* (joon. 236), mis asuvad teatud kauguses üksteisest ja võimaldavad terve välja ühe poole ettevalmistamis- ja koristustööde eside tuulutamist.

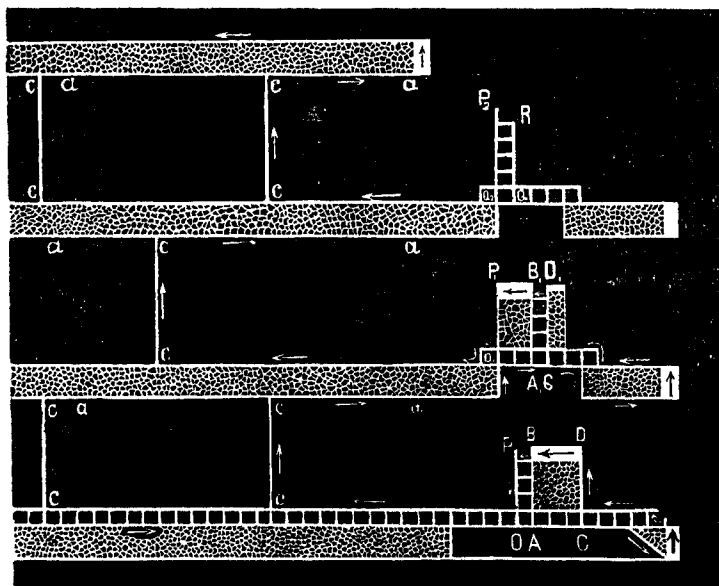
Et lankide laiused oleksid ühtlased, peavad štrekid olema paralleelsed, mis järsumate kihtide juures on kergesti teostatav käigule teatud tõusu andmisega; kuid kihi väikese kallaku juures tuleb štreki suund määrata nurgamõõdu riistaga.

Koristustööd algavad ülemise langi kaugema osa väljavõtmisega ja alles peale esi edasinihkumist 5—10 mtr võrra asutakse järgneva alumise langi väljavõtmisele. Nii sünnib kaevetise transport tervikutest asuvat štrekki kaudu, ja peale seda hoitakse ära gaaside sattumine esidesse väljavõetud ja sissevarisenud lankidest. Järsumate kihtide juures kaitsakse esi ülevalt allavarisevate lae tükkide eest umbes meetri laiuse välja võtmata jäetava ribaga (joon. 236), millesse aegajalt lõhutakse õhujoa juhtimise augud.

Koristustöö esi võib vastupidava lae juures õige olla, kuid pragulise lae juures on kahe- või kolmeastmeline esi eelistatavam. Järskude kihtide juures võib esi ainult mitmeastmeline olla, sest vastasel korral oleks möödapääsmatud õnnetused allpool asuvate töölistega lahtiraiutud kaevetise tükkide kukkumise tagajärjel. Iga üksik aste (pikkusega 2—4 meetrit) on

ette nähtud ainult ühe töölise jaoks, kes töötades seisab kihi lae ja põhja vahele asetatud tugedel, kuna lahtiraiutud kaevetis variseb koristusstrekin. Kui kaevetise peenenemine ei järelda turuhinna vähenemist, siis juhitakse kaevetis koristuskäikudest peakäiguni mitte bremsbergi, vaid allalaskekäigu kaudu, mille kõik neli külge on laudadega löödud ja kus kaevetis raskuse jõul alla vajub. Allalaskekäik võib bremsbergist madalam ja tunduvalt odavam olla, sest siin puuduvad roopad ja pidurdamise seade; ka on bremsbergi ekspluateerimine kallim.

Ettevalmistamistööd. Pikkade lankidena töötatakse enam-vähem vastupidava lae juures, mis võimaldab õhemates kihtides nii peakui ka koristusstrekkide laia esiga läbistada, et võimalik oleks käigu lae lõh-



Joon. 237.

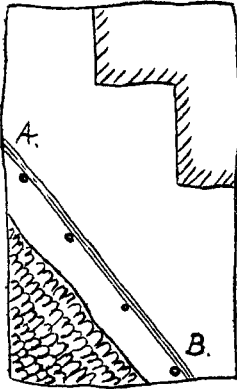
kumisest saadavat aherainet tühjakstehtud ruumi paigutada. Strekkide eside tuulutamine sünnib nende vahel läbistatud käikude ja erikäikude aa (joon. 237) kaudu, mis asuvad tühjakstehtud ruumi täite ja sellest allpool langi terviku vahel.

Et peastrekk peale välja koristamist pikemat aega peab püsima alumise välja tuulutamisstrekinä, läbistatakse ta harilikult ühel ajal rööpkäiguga ja neid ühendavate tuulutamiskäikudega, mis võimaldab ülevalpool rööpkäiku asuva langi koristamist, kuna allpool asuvad tervikud jäetakse peakäigu kaitseks.

Koristustööd. Pehme kaevetise juures sünnib ta lahtiraiumine kõpla abil, kuna kõvema kaevetise juures kasulikum on enne soon sisse raiuda ja siis järelejäänud osa kiilu ja vasara abil langetada. Kõvema kaevetise ja vastupidava lae juures võib kasulikuks osutada soone käsitsi sisse-raiumise asemel teha seda erilise survõhuga või elektriga töötava soonimismasina (vaata eespool) abil. Tihti võib masina tarvitamisele võtmine kasulik olla ka siis, kui selle tõttu soone tegemine natuke kallinebki, kuid

kiirus tunduvalt tõuseb, sest sellega on harilikult seotud suur kaudne kokkuhoid.

Kaevetist võib laugides kihtides inimjõul koristuskäiku toimetada rautatud jalastega varustatud kastides, kuid see transport on kallis ega eelda esi kiiret edasinihkumist. Laialt tarvitatakse koristustööde esides kaevetise transpordiks värintransporditööri ja kummilinte, mis liiguvad survõhu- või elektrimootori abil. Lähemalt vaata peatükk „kaevanduse transport“.



Joon. 238.

Keskmise kallaku juures kasutatakse transpordiks raudplekist lehti, millel kaevetis raskuse jõul alla liugleb. Ka bremsbergi aset võib täita võrdlemisi madal käik, mille üks pool varustatakse raudplekist lehtedega.

Järskude kihtide juures variseb kaevetis raskuse jõul ise alla. Et vähendada korrashoitava štreki pikkust ja toetatavat tühjakstehtud ruumi, juhitakse kaevetis ühte kohta laudade AB abil, mis tihedalt üksteise ligi asetatakse ja naeltega tugele külge kinnitatakse (joon. 238).

Astmete edasinihkumisel vabastatakse laud ja asetatakse uude kohta (2—3 meetri kaugusele astmetest).

Töötamisviis pikkade lankidena tõusu- ja diagonaalsuunas. Nii üks kui teine töötamisviis on võimalik ainult laugide kihtide ekspluateerimisel. Tõususuunas töötamise puhul läbistatakse koristuskäigud tõusu suunas, kuna lankide koristustööd nihkuvad kallaku suunas. Kaevetise vedu koristuskäikudes sünnib kihi vastava kallaku juures inimjõul või hobusega, kuna suurema kallaku juures tarvitatakse piduriga varustatud köieratast („bremsbergi“ seadet).

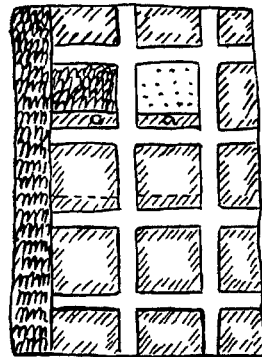
Diagonaalsuunas töötamise puhul on koristuskäikude suund lebamis- ja tõususuuna vahepealne.

Ühe või teise töötamisviisi valik oleneb peamiselt maapõuevara (näiteks kivisöe) lõhede (mõrude) suunast, sest kaevetise lahtiraiumine lõhedele paralleelse esi juures on tunduvalt produktiivsem kui lõhedele perpendikulaarse esi juures.

Töötamisviis lühikeste lankidena. Paksudes kihtides, kus seda viisi tarvitatakse, on ettevalmistamistööd märksa odavamad kui õhukestes kihtides, sest jääb ära lae lõhkumine ja saadud aherkivi koristamine. Selle tõttu võib siin štrekkide vahe väiksem olla (10—15 mtr.).

Tõusu suunas läbistatavate käikudega (samuti 10—15 meetri kaugusel üksteisest) jagatakse väli lühikesteks lankideks (joon. 239). Štreki kaitseks jäetakse esialgu välja võtmata riba, mis koristatakse pärast alumise langiga koos. Langi koristustöö algab kihi tõusu suunas läbistatud käigust; esialgu võetakse välja kihi alumine osa käigu kõrguses ja toestatakse vastava arvu tugegeda. Siis asutakse tugede eemaldamisele langi kaugemas ülemises osas, millele järgneb kihi ülemise osa allavarisemine.

Sarnane töötamisviis on kaunis hädaohtlik, sest kihi ülemise allavarisenud osa koristamine sünnib kõrges toetatamata ruumis.



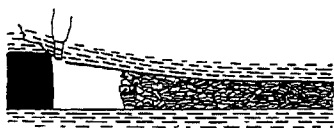
Joon. 239.

Seda töötamisviisi võib tarvitada juhtudel, kui vastupidava lae juures maapõuevara temast kergesti eraldub, nii et allavarisenud kihi koristamisega jõutakse lõpule enne lae sissevarisemist, või kui kihi kallak on järsum ($30-35^\circ$), nii et kaevetis kukub štreki kaitseriba lähedusse. Nende tingimuste puudumisel on see töötamisviis peale hädaohtlikkuse seotud ka kaevetise suure kaoga ($30-40\%$).

Koristustööd tühjendatud ruumi täitmisega.

Koristustööde tühjendatud ruumi täitmine aherainega vähendab õnnetusjuhtumeid töölistega varisemise tagajärjel, sest täite puhul väheneb üldiselt mannerainete rõhumine. Ka on täite korral ülemiste kihtide vajumine väiksem ja ühtlasem, mille tagajärjel vähenevad maapinna rikked. Plahvatavate gaasidega kaevanduses on täitmine tingimata tarvilik.

Õhemate kihtide juures võib täiteks jätkuda käikude lagede lõhkumisest saadavast materjalist, kusjuures lõhutud aine kohenemisarvuks on harilikult 2—2,5, see tähendab, et tükeldatud kujul manneraine täidab 2—2,5 korda rohkem ruumi kui puutumatu maa sees olles. Kuid aja-



Joon. 240.

jooksul vajub sarnane lõhutud materjal jälle kokku, osalt nihkudes mahajäetud käikudesse, nii et tuleb ikkagi arvestada laes olevate kihtide üldist kaunis tunduvat vajumist. Paremini täidab tühjakstehtud ruumi maapinnalt kohale veetav „võõras“ aheraine, eriti kui ta on peeneteraline (liiv, tuhk). Kõige vähem vajub peeneteraline täide, mis vee- või õhujoaga „vedela“ või „pneumaatilise“ täitena kohale juhitakse.

Suurel määral tõstab tühjakstehtud ruumi täite tihedust kihi suur kallak, sest täite enese raskuse mõjul surutakse ta alumine osa tihedalt kokku.

Lae ühtlane vajumine oleneb ta vastupidavusest ja täite tihedusest, kuid ka koristustööde edasinihkumise kiirusest. Koristustööde esis, mis pikemat aega töötamata seisnud, tekivad laes hädaohtlikud praod (joon. 240).

Paksude kihtide ekspluateerimisel on tühjakstehtud ruumi täitmine võimalik ainult „võõra“ aherainega, mis harilikult saadakse maapinnal asuvatest liivakarjeeridest või kivimurdudest.

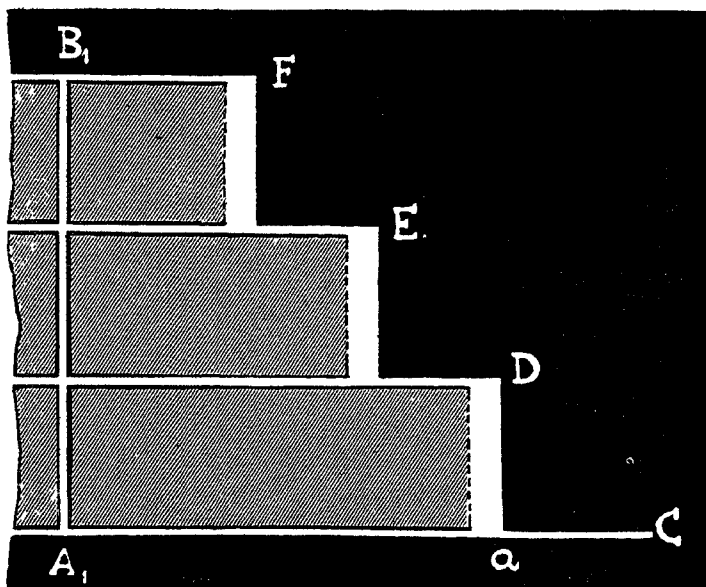
Umbkoristusviis (longwall). Peale kaevanduse avamistööde lõpetamist ja kaht väljapääsu ühendava käigu läbistamist asutakse välja alumises osas koristustöödele õige või astmelise esiga, üldpikkusega 20—40 meetrit. Kaevetise veoks tehakse esi alumises osas štrekk, purustades lage ja täites saadava aherainega ülevalpool štrekki asuv tühjakstehtud ruum (joon. 241). Kui esi on 10—30 meetrit edasi nihkunud, asutakse samapikkuse esiga koristustöödele järgnevas ülemises välja osas, kus samuti esi alumises ribas štrekk tehakse. Samuti toimitakse koristustööde korraldamisega kolmandas ja järgmistes esides.

Štrekkide pikkusega suurenevad veo ja štrekkide korrashoiu kulud, nii et teatud kauguses esimesest bremsbergist (või allalaskekäigust) kasulikumaks osutub väljatöötatud ruumis uus bremsberg MN läbistada ja likvideerida vana bremsberg AB ja štrekid vana ja uue bremsbergi vahel, kuna nüüd kaevetise vedu sünnib štrekkide, uue bremsbergi ja peaštreki kaudu.

Kuna lanktöötamisviisi juures koristustööd algavad ülemise langi kaugema osa väljavõtmisega, millele järgnevad alumiste lankide koristusesid, algavad umbkoristusviisi juures koristustööd välja alumises osas šahti juurest, neile järgneb ülemiste välja osade koristus.

Lanktöötamisviisi juures asuvad štrekid tervikutes ja ühes koristustööde edasinihkumisega väheneb nende pikkus, kuna umbkoristusviisi juures štrekid asuvad ruumis, kust maapõuevara juba välja võetud, ja ühes eside edasinihkumisega suureneb štrekkide pikkus.

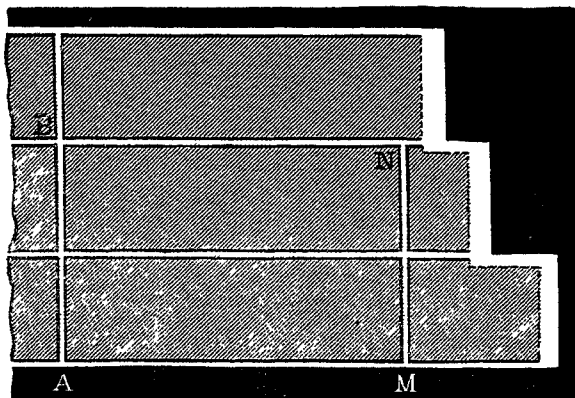
Et štrekid asuvad ruumis, kust maapõuevara välja võetud ja asendatud aherainega, mis ka parematel juhtudel 10—15% koomale vajub, on nad võrreldes tervikutes asuvate štrekkidega palju halvemates tingimustes ja nõuavad suuremat korrashoiu kulu, mida tuleb arvestada



Joon. 242.

töötamisviisi valikul. Juure võiks lisada, et štrekkide toestik siin järeleandlik peab olema.

Kirjelatud umbkoristusviisi õhukesteskihtides nõuab, et koristustööd tehaks ühes vahetuses, kuna štreki jaoks lae lõhkumine ja aheraine koristamine, mis takistaks kaevetise vedu esist, sünnib teises vahetuses. Et võimaldada ühel ajal töötamist koristusesides ja štreki lae lõhkumist, läbitatakse peaštrekk eraldi esiga, mis nihkub 20—30 meetrit välja alumise osa koristusesi ees (joon. 242), kuna koristusštrekid tehakse mitte esi alumises ribas, vaid allpool asuva koristusesi ülemises ribas. Siis ei takista



Joon. 241.

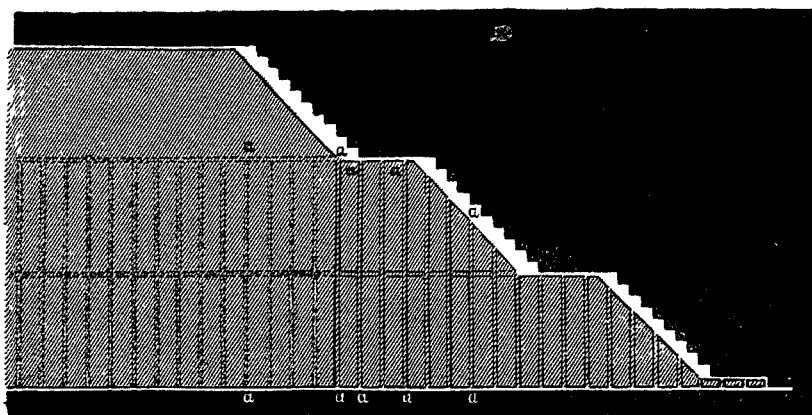
169

štreki lae lõhkumine koristustööd, sest kaevetise laadimine vagonettidesse sünnib mitte štreki lõpus, vaid sellest eemal. Kuid sarnasel korral suureneb ettevalmistustööde hulk.

Kui koristuskäigud on läbistatud maksimaalse kasuliku pikkuseni, asutakse uue bremsbergi läbistamisele, kusjuures esimeseks tööks osutub täite kõrvaldamine.

Mõnikord jäetakse tulevase bremsbergi kohal tühjakstehtud ruum aherainega täitmata, vältides lae allavarisemist sinna asetatud puuriitadega. Koristustööd ise ei lähe lahku koristustöödest lanktöötamisviisi juures.

Järskudes kihtides on bremsbergide asemel allalaskekäigud, millede tegemiseks tarvis ei ole lage lõhkuda. Allalaskekäikude odavuse tõttu tehakse nad vahedega 10—20 meetrit, ja koristuskäikudest hoitakse korras ainult osad, mis asuvad allalaskekäikude ja štrekkide eside vahel



Joon. 243.

(joon. 243). Alumise peaštreki tegemisel kihi lae või põhja lõhkumisest saadav aheraine paigutatakse štreki kohal asuvasse tühjakstehtud ruumi tugelele asetatud laudadele. Ülemiste koristuskäikude tegemisel saadav aheraine paigutatakse käikudest allpool asuvasse koristustöödega tühjakstehtud ruumi.

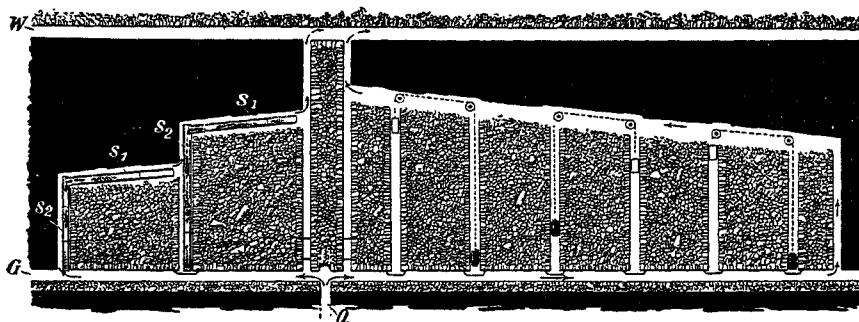
Koristuseside edasinihkumisel pikendatakse allalaskekäike. Esist juhatakse kaevetis allalaskekäiku laudu mööda.

Välja ülemises osas ei tehta allalaskekäike ja kaevetis juhatakse laudu mööda ülemise koristuskäiguni, kust ta otseteed allalaskekäiku satub.

Umbkoristusviis tõusu- ja diagonaalsuunas. Koristustööde eside edasinihkumise suuna järgi võib ka umbkoristusviisi tarvitada lebamis-, tõusu- või diagonaalsuunas.

Töötamise juures tõusu suunas nõuab suuremaid lisakulusid täite vedu koristustöösse. Kaevetise transport peaštrekini sünnib harilikult värintransportöörde S_1 ja S_2 või kummilintide abil (Joon. 244), kuid võib sünnida ka vagonettides piduriga varustatud köieratta abil, kusjuures ühes käigus allaveerev täidetud vagonett tõstab üles teises käigus asuva tühja vagoneti (joon. 244, parem pool). Kui koristuskäikude lae lõhkumisest saadavale aherainele on tarvis juure muretseda vähemal määral täidet, siis võib

see sündida sama kõieratta abil, kui ühele poole asetada vagonett aherainega, teisele poole aga kaks vagonetti kaevetisega.

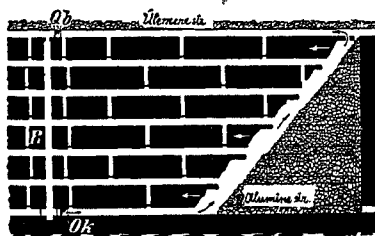


Joon. 244.

Lanktöötamisviis tühjakstehtud ruumi täitmisega.

Väli jaotatakse koristuskäikudega lankidesse samuti kui töötamisviisi juures lae langetamisega. Koristustööd võib samuti alata välja ülemise langi kaugemas osas, kuid siis tuleb korras hoida ka käigu osa, mis asub täidetud ruumi ja alumise langi vahel.

Kuid, eriti järsumates kihtides, alatakse koristustöödega alumise langi kaugemas osas (joon. 245), nii et ülemiste lankide koristustööde esid asuvad alumiste lankide eside taga. See võimaldab tühjakstehtud ruumi korralikku täitmist, ja peale selle asuvad koristuskäigud kõik aeg tervikutes.



Joon. 245.

Umbkoristusviis ilma koristuskäikudeta.

Selle töötamisviisi juures jäävad ära koristuskäigud ja bremsbergid, kuna kaevetis juhatakse pikas esis asuva värintransportööri kummilindi või järsumates kihtides plekist renni kaudu peakäiguni.

Et siin puudub koristuskäikude lae lõhkumisest saadav aheraine ja et pikkade eside tõttu (60—150 mtr.) nõuetav on tühjakstehtud ruumi hoolas täitmine esi terves pikkuses, on see töötamisviis mõeldav ainult suure hulga odavalt saadava võõra aheraine juures.

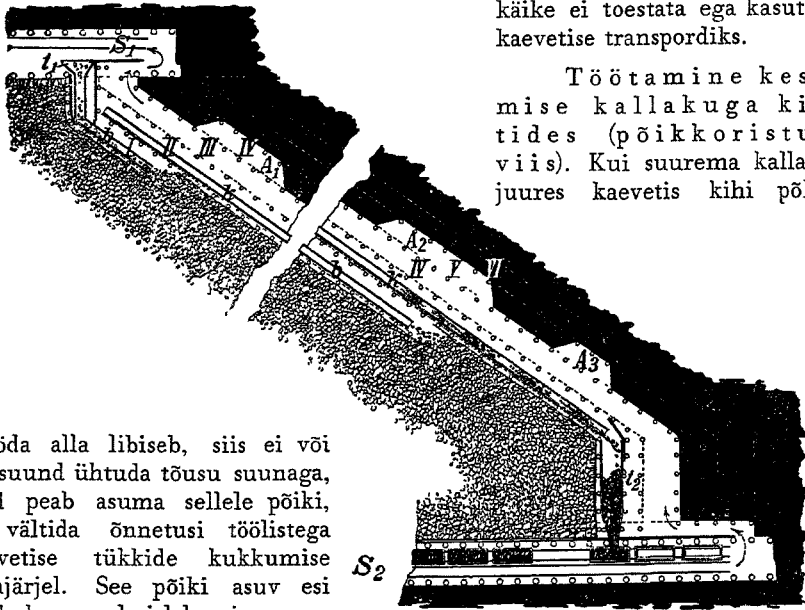
Töötamine laugides kihtides. Koristustööde esi suund langeb siin enam-vähem ühte kihi tõusu suunaga, sest siis võib värintransportöör või kummilint lühem olla ja selle ülesseadmine ja edasiviimine on lihtsam. Kaevetise mõrastiku suunaga selle juures ei arvestata, kuna mannerainete rõhumine pikas esis kaevetise (eriti kivisöe) nii kui nii kergeti lõhutavaks muljub. Et ära hoida mannerainete suurema rõhumise tekkimist ja ühtlasi ka täiel määral ära kasutada värintransportööri või kummilindi võimet, peab esi edasinihkumine kaunis kiire olema. Koristustöö tuleb läbi viia kindla plaani järgi, et üksikud tööd (soone tegemine, kaevetise lõhkumine ja transport, tühjakstehtud ruumi täitmine, toestamine,

transportööri edasinihutamine jne.) üksteist ei takistaks. Eriti tähtis on esi tühjakstehtud ruumi õigel ajal aherainega täitmine, sest lae sisselangemine võib seotud olla terve esi produktsiooni ajutise äräjäämisega.

Paksemates kihtides sünnib võõra aheraine juurevedu eritranspordõõriga.

Mõnikord jäetakse tühjakstehtud ruumi käigud, millede lae lõhkumine annab aherainet ja mis on varjupaikadeks töölistele lae sissevarisemise hädaohu puhul, kuid neid käike ei toestata ega kasutata kaevetise transpordiks.

Töötamine keskmise kallakuga kihtides (põikkoristusviis). Kui suurema kallaku juures kaevetis kihi põhja



mööda alla libiseb, siis ei või esi suund ühtuda tõusu suunaga, vaid peab asuma sellele põiki, et vältida õnnetusi töölistega kaevetise tükide kukkumise tagajärjel. See põiki asuv esi nihkub aga edasi lebamissuunas.

Kaevetis juhatakse peakäiguni raskuse jõul plekist renne k mööda, mis asetatakse paralleelselt esile (joon. 246). Aheraine juhatakse kohale eri plekist renni mööda.

Ainult esi alumine osa asetatakse tõusu suunas, et võimaldada štreki kohale ruumi eraldamist kaevetise hoidmiseks.

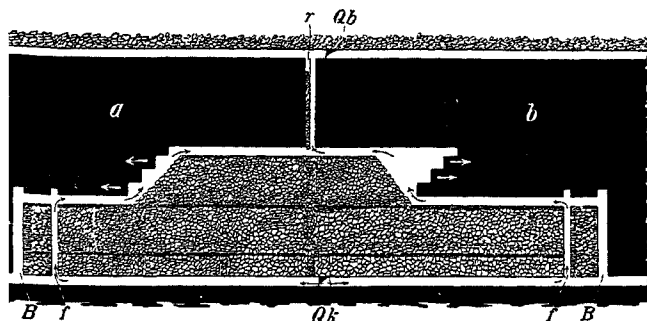
Esi pikkus, põiksuunas mõõdetud, on 60—90 meetrit. Esi suund valitakse nii, et plekist rennid asuksid pinnal, mille kallak on 28—30°, mis on küllaldane kaevetise raskuse jõul liuglemiseks plekist rennides.

Koristusviis ühes rinnas. Siin ekspuateritakse koristusvälja üksikute ribadena (joon. 247), kusjuures ühel ajal töötavad ühe riba kaks esi (üks ühel, teine teisel tiival). Esi ülemise štreki kaudu veetakse juure täide, kuna kaevetise vedu sünnib alumise štreki kaudu, mis läbis-tati alumise riba väljavõtmisel ja mille kaudu siis aheraine juure veeti. Ühes esi edasinihkimisega täidetakse tühjakstehtud ruum ja ka alumine štrekk. Peastreki juhatakse kaevetis bremsbergi või allalaskikäigu kaudu. Tuulutamine on siin lihtne ja kergesti reguleeritav. Samuti lihtne on bremsbergi töö, sest allalaskmine sünnib ühest kohast. Vähenes štrekkide arv annab kokkuhoidu käikude läbistamise ja korrashoiu kuludes.

Selle töötamisviisi puuduseks on väike koristuseside arv ja sellest ole-nevad raskused produktsiooni suurendamisel. Selle pahe pehmendamiseks

Joon. 246.

se väljavõetava riba laiust, kuid ühel ajal ka töötavate väljade dades väljade pikkust (lebamissuunas) ja laiust (tõususuunas).

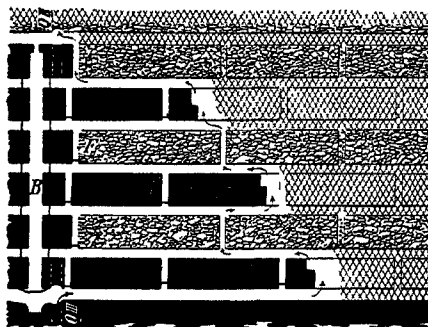


Joon. 247. Koristusviis ühes rinnas.

— koristusvälja tiivad; BB — bremsbergid; ff — inimkäigud; Qk ja Qb — kaevetise ja täite veokverslagid; r — tuulutus- ja täiteveo-kaik.

ndatud umbkoristus- ja lanktöötamisviis.

bremsbergi kaitseks tervikud, asutakse maapõuevara väljavõet-
ne koristusesiga, mis aga
se kõrval ei asu, vaid on
aldatud pea sama laiade
ankidega). Eside üle-
alumises osas tehakse
1. 248), kasutades nende
isest saadavat aherainet
> tühjakstehtud ruumi
Kui esid on jõudnud
, asutakse saadud lan-
umisele, kusjuures neid
bi viia lae langetami-
ajakstehtud ruumi täit-



Joon. 248.

ude kihtide koristusviis üksikute õhemate kordadena.

de kihtide ekspuaterimine üksikute õhemate kordadena sünnib
id ruumi täieliku täitmisega, ja tema juures pole õõnsused liig
õimaldavad lae õigel ajal toestamist.
jagatakse õhemateks kordadeks (paksusega 2—3 meetrit), kasuta-
kihis leiduvaid aheraine kihte, mis võivad jääda üldse välja võt-
kihi ühe osa töötamisel põhjaks ja teise osa töötamisel laeks.
kallak soodustab seda töötamisviisi. Tõid alatakse kihi ülemise
misega, millele järgnevad alumised osad, kuid tõid võib läbi
rupidises suunas (alates tõid kihi alumise osa koristamisega).
ihi osa ekspuateritakse mõne eelpoolkirjeldatud töötamisviisi
eskmise paksusega kihti, kuid tingimata tühjakstehtud ruumi
misega.

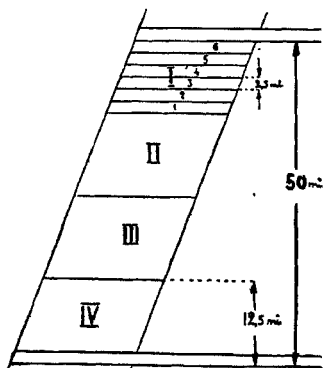
Sagedasti tarvitatakse tühjakstehtud ruumi täitmiseks vedelat täidet, s. o. veega küllastatud mineraalpuru või liiva. Vedel täide juhitakse maapinnalt koristusesidesse torude kaudu (läbimõõduga 15—20 cm.) ja ta täidab ruumi palju täielikumalt kui kuiv täide. Sellega hoitakse ära maapinna suuremad vajumised paksude kihtide ekspuaterimisel, sest laugides kihtides vajub kuiv täide kuni 50% esialgsest paksusest, kuna vedel täide kõigest 10%. Vedel täide on eriti levinud Sileesias, kus paljud kaevandused tarvitavad päevas vedelat täidet üle 2000 kantmeetri.

Viimaste aastate jooksul levib ka õhuvooluga purusarnase täite tühjakstehtud õõnsustesse puhumine. Vedela täite ees on sellel viisil see paremus, et ei tarvitse täitega ühes kaevandusse sattuvat vett klaarida ja välja pumbata.

Paksude kihtide koristusviis horisontaalsete ribadena (rist-koristusviis).

Tarvitatakse seda töötamisviisi peamiselt paksude järskude kihtide ekspuaterimisel.

Koristusväli jagatakse 4—5 ossa (joon. 249), milledest iga osa jagatakse ribadesse kõrgusega 2—3 meetrit. Koristusvälja osi ekspuateritakse allaminevas järjekorras, kuna ribad igas osas võetakse välja ülesminevas järjekorras.



Joon. 249.

Üksikute ribad ekspuaterimine sünnib kas lanktöötamisviisi või umbkoristusviisi või mõne muu töötamisviisi järgi, kuid tingimata tühjakstehtud ruumi täitmiseks.

Kergesti puruneva maapõuevara juures on kasulikum ka üksikute välja osade ribad ekspuaterida allaminevas järjekorras, kui savi juurelisamisega täitele on võimalik valmistada alumise riba jaoks võrdlemisi head lage.

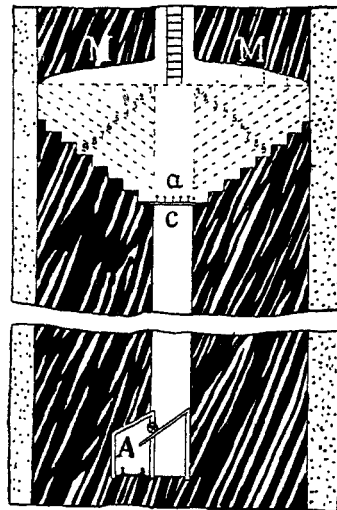
Maagi soonte töötamisviisid.

Soonte kallak on harilikult suur, mispärast neid ekspuateritakse analoogiliselt järskude kihtidena esinevatele maapõuevaradele.

Kuid töötamisviisides võivad ette tulla muudatused, mis on tingitud soonte iseäraldustest (soone ja kõrvalasuva manneraine suur kõvadus ja soone paksuse muutuvus).

Õhemaid sooni ekspuateritakse lanktöötamis- või umbkoristusviisi järgi. Kaevetise lõhkumine sünnib lõhkeainete abil. Tühjakstehtud ruum täidetakse „võõra“ või soones eneses leiduva aherainega.

Väga kõvades mannerainetes tööta-



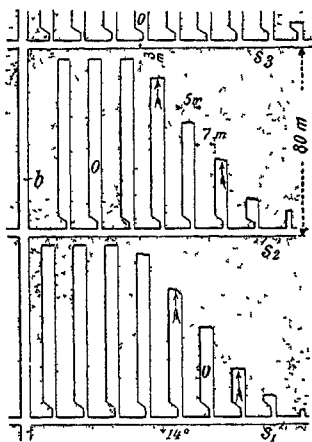
Joon. 250.

takse trepiastmetekujulise esiga (joon. 250), mis ülevalt on kaitstud tervikuga *M*, kuna kaevetis gesenk *C* kaudu juhatakse peaštrekini.

Koristusviis tervikute jätmisega.

Kui maapõuevara on väheväärtuslik ja kui tema tagavarad väga suured, siis jäetakse toestiku kulude kokkuhoiduks käikude ja koristustööde kaitseks tervikud, küllaldased maapinna vajumise vältimiseks.

Koristustööd sarnanevad laiade käikude läbistamisele (joon. 251), kuna nende vahele jäetakse kitsaste ribadena tervikud. Štrekkide kaitseks alatakse koristustöid mõne meetri pikusel kitsaste esidega. Tervikute laius võib headel tingimustel olla väljavõetava riba laiusest väiksem (suhtes 2 : 3), kuid ebasoodsatel tingimustel peab ta kuni 3 korda laiem olema. Nii läheb maapõuevarast üle 40—75% kaotsi.



Joon. 251.

Koobastööviis.

Kui väheväärtusliku maapõuevara väga paks kiht asub maapinna läheduses, siis võib seda ekspuuteerida koobastööviisi järgi. Selleks läbistatakse üks või kaks šahti ja asutakse maapõuevara väljavõtmisele šahti ümbrusest, tehes šahti ümber koopasarnase õõnsuse, lähimõõduga 25—100 meetrit. Koristustöö võib sündida ülevalt alla trepiastmetekujulise esiga, või alt üles. Esimese viisi juures töötatakse kihi lae all, millele antakse kupli kuju, kuid esi allanihkumisega suureneb koopa kõrgus ja tööde hädahohtlikkus lae nõrgeneva vastupidavuse ja raskeneva järelevalve tõttu. Teise töötamisviisi juures asuvad töölised lahtiraiutud kaevetisel, kuna õõnsuse laeks on sama maapõuevara, millesse aga ei teki praod esi vastava kiirusega edasi-nihkumise tõttu.

Lahtised mäetööd.

Kui maapõuevara ulatub maapinnani või asub temale väga lähedal, siis võib teda ekspuuteerida lahtiste mäetöödega, mille juures ära jäävad kunstliku valgustuse, tuulutamise ja toestuse kulud. Kuid siin olenevad maapõuevara koristustööd ilmastikust ja peale selle tuleb arvestada maapõuevaral asuva aheraine eemaldamise kuludega.

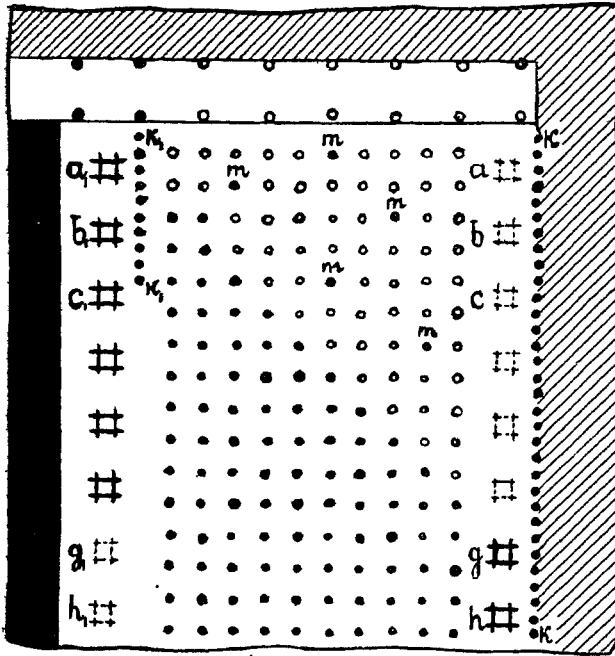
Nii aheraine kui ka maapõuevara koristustööd viiakse läbi trepiastmetekujuliselt, võttes astme laiuseks 2—3 meetrit.

Paksemat aheraine kihti võib olla kasulik eemaldada ekskavaatorite abil, millede kirjeldused — v. kaevetöö masinad.

Ekskavaatoreid ja transportlinte sarnaste pealmaa tööde juures on väga mitmeid tüüpe. Nad on eriti tarvilikul pruunsöekaevandustes. Siin tarvitatakse neid aga ka pruunsöe enese kaevamiseks.

Koristuseside toestamine.

Koristuseside toestamine oleneb töötamisviisist, lae vastupidavusest ja väga suurel määral sellest, kas koristustöö viiakse läbi lae langetamisega või tühjakstehtud ruumi täitmise.



Joon. 252.

Koristusesi läheduses toestatakse tühjakstehtud ruumi lagi esialgselt tugegedega, mis asetatakse üksteisest 0,75—1,5 meetri kaugusele ridadena, et mitte takistada kaevetise transporti ja soonimismasina tööd. Tugi asetatakse ruumi põhja raiutud pesasse, kuna toe ja lae vahele pannakse lauakots, või toestatakse lage pikema pindlauaga, mille alla asetatakse 2—3 tuge. Pudeva lae juures tarvitatakse pindlaudade asemel talasid, millele asetatakse pindlaudade otsad. Sarnast koristusesi esi-

algset toestamist teevad samad töölisel, kes kaevetist lõhuvad ja koristavad. Ka tarvitatakse koristuseside toestamiseks järeleandlikke metallist tugesid muudetava pikkusega.

Töötamisel lae langetamisega tekib harilikult suur rõhumine, ja siis tuleb sagedasti koristustööde esi kaitsta väga vastupidava toestikuga, nimelt puuriittoestikuga. Tema asetatakse umbes 2 meetri kaugusele esist ja iga riit umbes 2 meetri kaugusele üksteisest (joon. 252). Nende taha asetatakse rida jämedamaid tugesid. Siis asutakse sisselangenud lae piiril asuva puuriittoestiku lammutamisele ja nende ees asuvate tuge eemaldamisele, millise tööga alatakse tühjakstehtud ruumi ülemises kaugemas nurgas. Tuge eemaldamine nihkub diagonaalsuunas, nii et töölisel alati asuksid toestatud ruumis. Puuriittoestiku taga asuv tuge rida jäetakse puutumata.

UURIMISTÖÖD.

Uurimistöõde otstarve on peitua varapaiga leidmine ja selle kuju, asukoha, ulatuse ja sisalduva vara hulga ning väärtuse kindlakstegemine, et jõuda otsusele, kuivõrd kasulik on olemasolevate tingimuste juures leitud varapaiga ekspluateerimine.

VARAPAIKADE OTSIMINE.

Maakohtades, kus kattepinnaks on uuema ajajärgu ahtrad geoloogilised kihid, on varapaikade ülesleidmine eriti raske. Siin puuduvad maapinnal igasugused tundemärgid, ja sellepärast ongi suurem osa avastatud varapaiku ennemalt leitud juhuslikult.

Tänapäeval on uurijal siiski kasutada mitmed näpunäited, nagu :

- 1) Geoloogiline kirjandus ja kaardid uurimisel oleva maa kohta.
- 2) Suusõnalised andmed kohalikkudelt elanikkudelt.
- 3) Muistsete kaevanduste või üldse mäetööde jäljed.

Geoloogilise kirjanduse ja kaartide uurimine selgitab meile, missugusesse ajajärku kuuluvad uuritava maakoha kihid. Nende uurimine mäeservadel, jõekallastel ja teistes loomulikes paljastustes näitab, kas on neis pärastisi muudatusi tekkinud. On settekihid muutmata, puuduvad seal läbimurdunud tardmannerained või nendega täidetud sooned, siis on seal ka maakvarapaikade leidmiseks vähe lootust. Maak-varapaigad leiduvad rohkem mägisel maal ehk nende ligidal, kus üheks maakide (ärtside) tekkimise põhjuseks on eruptiivmasside väljatungimine, kuna aga söe, soola, õli ja õlikivi varapaigad küll ainult settekihtides tekkida võivad. Mitte ainult kihtide vanus, vaid ka tektoonik annab näpunäiteid suurema või vähema maakide leiu tõenäolisuse kohta.

On varapaikade uurija küllalt tutvunenud uuritava maa-alala kirjanduse ja kaartidega, asub ta maapinna kihtide uurimisele. Kihtide iseäraline värv nõuab juba ligemat tähelepanu. Pruun ja punakas aegunud kiht tõendab raua sisaldust selles manneraines, sinised ja rohelistes plekid lubavad oletada vaseärtside sisaldust. Eesti põlevkivi on kaugelt tuntav oma pruuni värvi poolest. Kihtide väljatuleku kohad mäe servadel ja jõe kallastel nõuavad iseäralist tähelepanu. Siin võib juba kas palja silmaga ehk suurekstegeva klaasi abil märgata maapõuevara olemasolekut. Leiduvad üksikud tükid, mis sisaldavad ärtsi, siis tuleb varapaika otsida: mäekaldal kõrgemal tüki leiukohast, jõgedes üleva lpool. Ei leidu varapaiga paljastus, sest et ta on uuemaaja pealiskihiga kaetud, asutakse tema ülesotsimisele juba mitmesuguste uurimistöõde abil.

FÜÜSILISED UURIMISVIISID.

Kui maapinnal pole mingeid märke, mis lubaksid oletada kasutuskõlblikkude mineraalide olemasolu maapõues, võib teha oletusi uuritava pinna all oleva maakera koore koosseisu kohta tema raskuseliste, mehaaniliste, magneediliste ja elektriliste omaduste järele. Need omadused võivad olla suurema või vähema intensiivsusega; seda intensiivsust võib mõõta vastavate riistadega, mis asuvad maa pinnal.

Juba ammu oli tarvitusel mõningate rauamaakide otsimisel *magnetnel*, mille kõrvalekaldumised magneedilisest meridiaanist või kaldnurga erinevus harilikust seisust märkisid ära maapõues peidetud eriti magneedilisi või eriti diamagneedilisi aineid. Praegusel ajal tarvitatakse enamalt jaolt magneedilisteks uurimusteks riistu, mis näitavad magneedijõu püstkomponendi muutust üle uuritava ala laotatud punktivõrgus. Kaardile kantud sama suure muute jooned näitavad eriliste magneediliste omadustega ainete asukohta.

Võrdlemisi vana on ka maapõue kihtide raskusejõu muutumise mõõtmine, milleks varemalt tarvitati pendlit (raskemate olluste läheduses võngub ta kiiremalt kui kergete kohal). Nüüd on töötatud välja kantav riist („variometer“, „Drehwage“), mis mõõdab raskusejõu muutust samuti uuritavat ala katvas punktidevõrgus. Kui need muutused on kantud kaardile, võimaldavad ka nemad oletada, kus asuvad maapõues huvitavad mineraalid.

Huvitav ja juba mitmel pool hea eduga tarvitatud on võrdlemisi uus viis, mille juures märgitakse ära seismomeetritega (maavärinaid mõõtvate riistadega), kuidas levib värin uuritava maa-ala sügavuses. Värin sünnitatakse kunstlikult, harilikult lõhkelaengu plahvatusega. Erinevais ainetes levib värin erikiiruse ja -intensiivsusega, mis võimaldab ka seismomeetrite andmete põhjal oletada maapõue koosseisu.

Elektriliste omaduste muudete kaardistamine annab ka näpunäiteid, millised ained võivad olla maapõues peidul. Eri riistadega märgitakse maapinnal ära jooned, kus ilmneb teatava jõulise voolu olemasolek (või puudumine), olgu siis see vool sündinud maakoosese ise või juhitud sinna kunstlikult, et jälgida, kuidas ta seal levib. Tarvitatakse nii püsivat kui ka vahelduvat voolu. On uurimisviise, kus jälgitakse elektrilainete levimist maakoosese (neidsamu, mis raadios tarvitusel).

Võib märkida veel ära, et maapinnale tõusvate gaaside ja vedelikkude radioaktiivsuse määramine samuti aitab otsustada maakoore koosseisu üle. Niisama võimaldavad vaatlused maakoore soojuse muutumise üle sügavusega, kui nad harilikust keskmisest erinevad, otsustada varapaikade läheduse üle.

UURIMISKRAAVID.

Kui uuemaaja kattedihid ei ole mitte paksud, viib sagedasti sihile kõige hõlpsamini kraavide kaevamine, mis asetatakse võimalikult nõnda, et nende siht lõikab õige nurga all arvatava varapaiga lebamissuuna. Kui aga selgub, et varapaiga asend ei ole mitte ühesihiline, tulevad uurimiskraavid kaevada mitmes sihis, et nõnda peituvat varapaiga sihti ja ulatust paremini jälgida. Kattedihid tulevad kraavidega läbi kaevada, nende all lausuvad mannerkihid uurida ja leitud maapõue varade jäljed ehk nende kogumiskohad plaanile kanda. Tähtis on kohe alguses kindlaks teha, missuguse leiukohaga on tegemist, kas kiht- ehk soonvarapaigaga, millest oleneb

edaspidine uurimiskäik. Uurimiskraavid võivad alul olla üksteisest kauge-
mal (100—200 mtr.); kui aga viimases kraavis ei leidu enam varapaiga
jälge, tuleb selle ja eelviimase vahel uued kraavid teha ja nende abil üles
leida varapaiga muutunud suund või piir.

Nii ehk teisiti leitud varapaikade ulatuse ja omaduste lähemaks mää-
ramiseks tuleb uurimistöid jätkata juba ainult nendes kihtides, mis sisal-
davad otsitavaid maapõue varasid. Kui need kihid ei ole mitte liig süga-
val, võib esialgu töid jätkata uurimiskraavide abil, vastasel korral tuleb
üle minna uurimiskaevude kaevamisele.

UURIMISKAEVUD (šurfid).

Varapaikade uurimine kaevude abil sünnib juhtudel, kus kattekihid
liiga paksud, millede läbikaevamine kraavide abil on liiga kulukas või ko-
guni võimatu, või kui soovitakse avada varapaiga sügavamaid osi.

Uurimiskaevud tehakse püstloodis või kallakud. Nende läbimõõt ole-
neb nende kavatsetavast sügavusest ja otstarbest, milleks neid tehakse.
On uurimiskaevus ette nähtud ainult manneraine ülestõstmise ja tööliste
liikumine, jätkub kaevu läbimõödust $1\frac{1}{2} \times 2$ mtr.; sügavamate kaevude
juures, kus vett tuleb kõrvaldada, peavad nad vähemalt 2×3 mtr. ehk
veel avaramad olema. Kui kaevuga läbilõigatavad kihid on küllalt kõvad
ja seinte sissekukkumist karta pole, tehakse kaevud ka ümmarguse läbilõi-
kega, samuti ka siis, kui kavatsetakse kaevu seinte toestamiseks tarvitada
raud-, betoon- ehk kivikindlustust.

Kaevetööd tehakse mulla ja liiva kihtides labida ja kõpla abil. Kõp-
laga raiutakse kihid lahti, labidaga pillutakse lahtine materjal välja ehk
tõstetoorbisse. Kaevude süvendamine kõvas manneraines sünnib lõhkeainete
abil. Nende tööde lähem kirjeldus — vaata kaevetööde, lõhketööde ja šah-
tide süvenduse osades.

Iseäralikku vilumust ja ettevaarust nõuavad uurimiskaevu süvendus-
tööd vedelates ehk voolavates kihtides. Siin on võimalik töötada ainult
vai-toestiku abil, mis kirjeldatud kaevanduse toestiku peatükis.

Varapaiga leidmisel jätkatakse tööd ja saadud kaevetis eraldatakse
ahermanneraimest. Kaevamist jätkatakse varapaiga põhikihtide leidmiseni.
Vahest alatakse kaevust veel uurimisštrekid, et nõnda varapaika täieliku-
malt uurida. Väljaantud kaevetisest võetakse keskmised proovid, millede
analüüside järgi otsustatakse leitud varapaiga tööstusliku väärtuse üle.

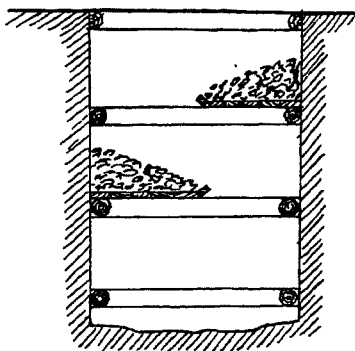
Veekõrvaldamine.

Uurimiskaevude süvendustöid takistab sagedasti vesi, mis kaevu ümb-
ritsevast mannerainest välja imbub või voolab ja kõrvaldamist nõuab. Kui
vee juurevool ei ole liiga suur, alla 50 liitri minutis, võib seda ühes ka-
vetava materjaliga maapinnale tõsta toobrites. Tõuseb aga vee rohkus
100—200 liitri minutis, tuleb vee tõstmiseks teha eraldi toobrid ja ka
sissesade, kui kaevu läbilõige nii suur on, et selleks ruum leidub. Vee-
tõstetoorbrid võivad olla samasugused kui manneraine tõstetoorbrid, ainult
tehakse nende põhja klapp, mis avaneb, kui toober vette lastakse, ja kinni
läheb, kui see veega täitub. Kaevu põhja tehakse veeauk nii suure ma-
huga, et veetoober sinna vabalt sisse mahub. Maapinnal kallatakse vesi

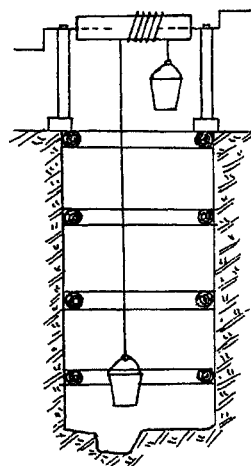
rennidesse ja juhitakse vee ärajooksu kohtadesse, ära hoides vee tagasiimbumist kaevu ümbritsevatesse kihtidesse. On vee juurevool liiga suur ja seda võimatu toobrite abil välja tõsta, võetakse tarvitusele pumbad, kas auru-, elektri- ehk plahvatusmootori jõuga. Aurupumpadest tarvitatakse sagedamini Worthingtoni ja Cameroni pumpi. Elektripumpadest tarvita- takse viimasel ajal sagedamini tsentrifugaalpumpi. Piiratud ruumi pärast tuleb valida muidugi niisugune pump, mis ennast mahutada laseb temale määratud kohta. Töötakistuste ja ka õnnetuste ärahoidmiseks peab pumba töötamise järgi hoolega valvama.

Tõsteabinõud.

Kaevetava manneraine väljatõstmise kaevust kuni 4—5 mtr. sügavu- seni ei tekita raskusi. Esimese 2 mtr. sügavuses pillub tööline lahtikae- vetud materjali vabalt kaevu äärele välja, kust seda teine tööline kauge-



Joon. 253.



Joon. 254.

male veab või pillub. Järgmise 2 mtr. süvendamiseks tehakse kaevusse ajutine lava: alumine tööline pillub materjali lavale ja sealt teine tööline kaevust välja. Järgmise 2 mtr. süvendamiseks võib veel teise ajutise lava teha kaevu teise külge ja väljapildumine sünnib juba 3 paari kätega (joon. 253).

Harilikult eelistatakse aga 4—5 meetrist sügavamate kaevude kaeva- misel tõsta materjali vinna abil, et läbi saada ainult kahe inimesega.

Selle juures tarvitav käsivinn (joonis 254) koosneb kahest prussile kinnitatud toest a, köievõllist b ühes. ühe või kahe vändaga c. Köievõlli peale on mähitud tõsteköis, mille otsas ripuvad tõstetoobrid ehk suured ämbrid. Käsivinna väntavad kas 1, 2 ehk 4 töölist, kusjuures vahelduvalt sünnib täie toobri tõstmine ja tühja allalaskmine. Väljatõstetud täidetud toober tühjendatakse kas siiasamasse kaevu lähedusse prügihunnikusse või kärusse ehk vagonetti, milllega väljavinnatud materjal ära koristatakse.

Sügavamate uurimiskaevude tõsteabinõud on kirjeldatud peatükis šahti tõstevärkide üle.

Inimlikumine uurimiskaevudes.

Tööliste liikumise jaoks uurimiskaevudes, kus võimalik, tehakse eraldi ruum. Harilikult jaotatakse pikut-põõnte ja nende vahele kinnitatud vesiloodis tugedega uurimiskaev kahte ossa: tõsteosa ja redelite osa. Kui on vee kõrvaldamiseks eraldi sisseade, tehakse veel kolmas osa veepumpade ja torude jaoks. Inimeste liikumise ruumi asetatakse tugevad redelid kallakuga mitte üle 80° . Redelid kinnitatakse alumise otsaga lavadele, mis selleks ehitatud. Ülemise redeli ots peab järgmise lava august vähemalt 1 m. kõrgusele läbi ulatama. Kui redel ulatab ainult lava pinnale, tuleb sellest kõrgemale rakete sisse lüüa raudklambrid 1 meetri kõrguseni. Augud lava sees ei tohi olla redeli toetuspunkti kohal, vaid teise seina ääres, nagu joonis 255 näitab.

Ülemise lava avausel peab olema uks. Redelite ruum tuleb eraldada tõste- ja pumparuumist tiheda laudvaheseinaga. Igal töölisel, kes redelit mööda liigub, peab kaasas olema põlev lamp. Kui töölisel on kaasas tööriistad või materjaalid, tuleb neid siduda tööliste külge, et töölisel käed redelist kinnihaaramiseks vabad oleksid ja et tööriistad ehk materjaalid kukkuda ei võiks.

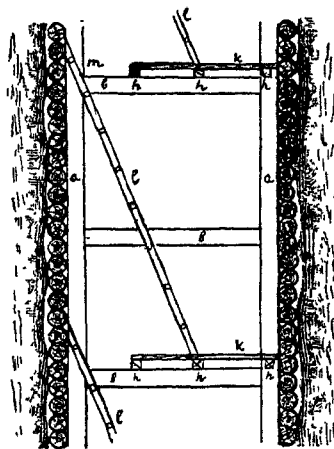
Vahese läbilõikega kaevude juures, kus eraldi redelite ülesseadmine võimalik, võib inimeste alla- ja ülesliikumine sündida ka tõstetoobrites ehk tõrtes. Sel juhul peavad aga need tõstetoobrid ehk tõrred olema nii suured, et nende ääred ulatavad tööliste puusani. Mehaaniline tõstevinn tuleb varustada piduritega ja käsivinna juures ei tohi viibida korraka vähem kui 2 töölisi. Inimeste tõstmise ja allalaskmise kiirus ei tohi olla üle 2 meetri sekundis. Kaevu põhjas ja suus peavad olema signaalimisseaded. Selleks tõmmatakse 2 traati kaevu põhjast üles, millede otsa seotud signaalhaamid, üks kaevu põhjas ja teine kaevu suu juures. Kaevu suul olgu tugev uks, mis suletakse, kui tõstetoober kaevust inimestega välja on tulnud. Üldse võib inimeste liikumine tõstetoobris sündida ainult siis, kui teine toober tühjalt liigub; tööriistad ja materjaalid peavad eraldi transporteeritud saama ja kui nad ulatavad tõstetoobri äärest kõrgemale, tuleb neid kõvasti tõstekõie külge kinnitada.

Uurimiskaevude tuulutamine ja valgustamine sünnib nõnda nagu kirjeldatud peatükis „Tuulutamine“ (erituulutamine) ja „Valgustus“.

UURIMISSTOLLID.

Stollidega uuritakse varapaiku mägede kallakutel sel juhul, kui varapaiga asukoht mäe jalast kõrgemal on ja stollide pikkus mitte suurem ei ole kui samasse varapaika juhitud püstloodis kaev. Stolliga varapaiga avamisel on järgmised paremused:

1) stoll võimaldab kergemalt ja odavamalt kaevetist välja anda kui uurimiskaev;



Joon. 255.

2) stollis, kui temale väike kallak anda, sünnib vee äravool iseene-
 sest, millega kulukate veekõrvaldamise sisseadete ülespanemine ära jääb;
 3) stollis läbikaevamine ja toestamine nõuab vähemaid kulusid ja sünnib
 kiiremini;

4) stollis tööd on vähem hädaohtlikud.

Kaevetööd stollis sünnivad samuti kui kaevus. Tarbekorral tuleb
 stoll toetada, nagu seletatud peatükis „Toestik“.

Tuulutamine sünnib kas erituulutuse viisidega või ühendatakse stoll
 õhukaevu abil maapinnaga. On stolliga varapaik leitud, avatakse temast
 kõrvalstrekid, et paremini ja täielikumalt kaevetist uurida.

PUURIMINE.

Kaevud ja stollid on kallid. Sagedasti tuleb leppida nende asemel
 puuraukudega.

Tarvitatakse keerd- või löökpuurimist. Keerdpuurimise juures tarvi-
 tatakse ritvu, millede abil puuritakse kas kuivaltk ehk vee uhtumisega.
 Löökpuurimist võib teostada kas ritvade ehk kõie abil. Missugune puuri-
 misviis valitakse, see oleneb läbistavate kihtide koosseisust ja puurimisabi-
 nõudest, mis koha peal olemas ehk vähemate kuludega saadaval.

Kihid võivad olla puurimise kerguse seisukohalt:

1) pudenevad kihid, nagu liiv ja kruus, kus üksikud terad teisega
 seotud ei ole;

2) pehmed kihid, nagu savi ja teised;

3) rähkjad kihid, nagu kivisüsi, sool, õlikivi ja teised kergesti lahu-
 tatavad mannerained;

4) kõvad kihid, nagu liivakivi, lubjakivi, dolomiit j. n. e.

5) väga kõvad, peamiselt tardmannerained, nagu graniit, gabbro, kvart-
 siit ja teised.

Keerdpuurimine pudevais ja pehmeis mannerainetes.

Selleks tarvitatakse kas usspuuri ehk puurlusikat, mis on kinnitatud
 puurridvale.

Usspuuriga (joonis 256) saab puurida pehmetes ja ka pudevates kih-
 tides, kui aga materjal usspuuri kändest välja ei kuku. Vastasel korral



Joon. 256.



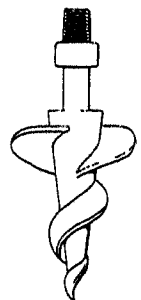
Joon. 257.



Joon. 258.



Joon. 259.



Joon. 260.

tuleb tarvitada puurlusikat (joonis 257), ja kui kihid on vesised, ventiilpuuri (joonis 258), mille ventiil „a“ ei lase lusikasse kogutud liiva ehk liivaga segatud muud ainet puurauku tagasi kukkuda. Samaks otstarbeks vesisele liivale kõlbab liivapump (joonis 259). Liivapump on silinder, mille alumises otsas on ventiil „c“ ja mille sees liigub kolb „b“, mis on ühendatud kahvli „a“ läbi ritvadega. Silindril on all teravad ääred ja üleval sang „d“, mis vabalt võib liikuda kahvli „a“ vahel. Lastakse nüüd ritvade abil liivapump puuraugu põhja, vajub ta osalt liiva sisse; ritvasid tõstes jääb esmalt silinder koha peale, kuna pumba kolb „b“ imeb põhjast liiva läbi ventiili „c“ silindrisse, kuni look „d“ teda peatab. Nõnda täidetud pump tõstetakse maapinnale, kus ta tüh-jendatakse.

Bolkensi patent-maapuuri (joon. 260) tarvitatakse väikeste sügavuste läbipuuri-miseks. Selle puuri alumine ots väikese läbimõõduga purustab manneraine seda-võrd, et puur kergesti maa sisse läheb ja oma servades puuritava aine välja toob.

Puurimine kõikide nende puuridega sünnib järgmiselt. Puur kinnitatakse puurridva külge vindiga. Puurridvad on kas täied ehk tühjad (raud või teras). Täied ridvad on neljakandilisest rauast, nende ühenduskohad on ümargused ja natukene jämedamad. Harilik ritvade oma-

vaheline ühendusviis on korraldatud nõnda, et iga ridva ülemine ots lõpeb muhviga ja alumine ots vastavalt välisvindiga. Ritvade pikkus on harilikult 3 mtr. madalate aukude ja 8—10 m. sügavate puuraukude juures.

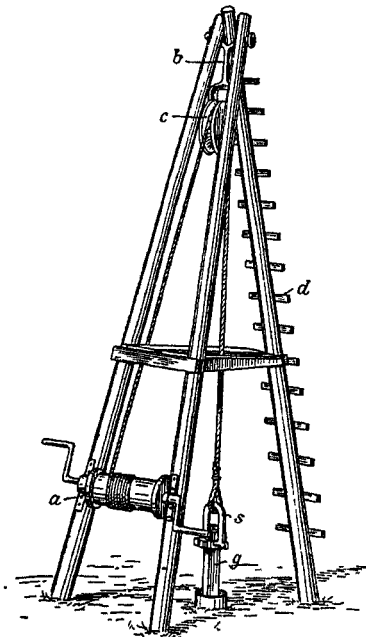
Puuri pööramine sünnib käsitsi, ridva peale kinnitatud keerdraua (käsiraua) abil. On puur vindi ehk lusika sügavuseni sisse keeratud, tõste-takse ta puuraugust välja ja puhastatakse väljatoodud materjalist. Sellele järgneb allalaskmine ja uus puurimine. Kasvava sügavuse kohaselt jätkat-akse uusi ritvu juurde. Ritvade allalaskmiseks ja ülestõstmiseks seatakse tarbekorral puuraugu kohale üles kolmjalg (joon. 261).

Kolmjala kõrgus peab olema suurem kui üksiku ridva pikkus. Selle-pärast ehitatakse sügavamate puuraukude puurimiseks tugevad kolme ehk nelja jalaga tornid, kõrgusega 10 ehk rohkem meetrit.

Löökpuurimine.

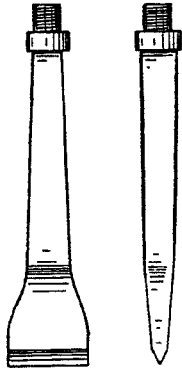
Rähkjais ja kõvades kihtides ei saa puurida kirjeldatud puuridega. Siin tarvitatakse kas löök- ehk teemantpuurimisviisi. Löökpuurimine seisab selles, et ritvade otsa puuri asemele paigutatakse puurpeitel ja selle kordu-vate löökidega purustatakse puuritav manneraine. Selle jaoks tarvitatavad peitlid on näha joonistes 262, 263 ja 264.

Puurpeitel kinnitatakse ridva külge kas vindi ehk kiilu abil. Ridva külge kinnitatud käsirauast tõstavad töölisid peitli puuraugu põhjast 30—50 sm.

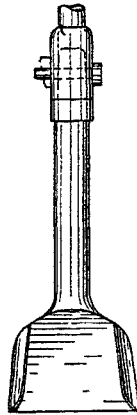


Joon. 261.

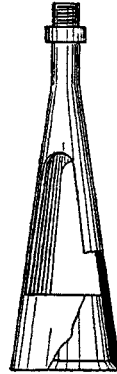
kõrgemale ja lasevad sealt vabalt alla kukkuda. Iga uue tõstmise juures pööratakse natukene ritvu ja peitel kukub teises asendis, raiudes nõnda ümarguse augu. Peitlite kuju on mitmesugune vastavalt töötingimustele.



Joon. 262.



Joon. 265.



Joon. 264.

Puurimise alul, kui veel vähe ritvu tarvitusel, on nende ja peitli kogukaal väike ja sellepärast löök puuraugu põhja mitte küllalt purustav; selle puuduse kõrvaldamiseks antakse esimesele ridvale raskem kaal, tehes teda jämedamast rauast. Ümberpöörduvalt, kui puuraugu sügavus ületab 20—30 mtr., on ritvade kolonni tõstmine otse kätega raske ja sellepärast tarvitatakse kas käsivinna, nagu joonis 261 näitab, ehk ehitatakse selleks eriline puurkook, milliseid on väga mitmet laadi.

Puurmuda, mis peitli töötamisel auku koguneb, uhutakse sealt veega välja, kui on tarvitusel toruridvad, ehk aegajalt lastakse alla kinnine ventiilpuur (joonis 258), millega puurmuda välja tõstetakse. Puurmuda koosseis näitab, kas manneraine sisaldab maake ehk teisi kasulikke kaevetisi, mis pärast seda muda kogu puurimise ajal asjatundlikult jälgida tuleb, ja et väga tähtis on täpne sügavuse äramärkimine, kust teatava mineraali proov saadud. Nende andmete järele, koos märkustega, mis tehtud puurimise juures ilmsiks tulnud läbistatavate kihtide muude omadustega, moodustavad puurimis-päevaraamatu materjali, mille põhjal joonestatakse puuraugu lõige (profiil), millest siis on näha, mida sisaldab uuritav maa-ala.

Löökpuurimine, mille juures puurridvad peitliga kalgilt ühendatud on, võib sündida mõnekümne meetri sügavuseni, sest suure sügavuse juures kasvab ritvade raskus nii suureks, et löögi juures ridvad painduvad ja rikuvad sellega puuraugu seinu, ja kannatavad ritvade omavahelised ühendid. Nende puuduste kõrvaldamiseks on tarvitusele võetud vahelühendused löökritvade ja kanderitvade vahel, milledest näitena toome Fabiani „vabaltkukkuja“.

Fabiani vabaltkukkuja (joon. 265) koosneb terastorust, millel kahel pool lõigatud välja soone näol osa seina „n“. Soone äär on kõvendatud pealeneeditud terasvitsaga. Raskusridva ülemine ots liigub selle toru sees, kuna tema kaks kõrva „k, k“ käivad vabalt toru soontes. Soonte ülemises otsas on aste „a“, kuhu raskusridva kõrvad „k, k“ peale lähevad, kui puurpeitel on põhjas ja ridva kolonn alla laskub. Kõrvade astmeile asetamist tingib juhtija soone äär „h“. Kui ridvad tõstetud, antakse neile järsk

pööre, mille tõttu raskusritv trepilt vabaneb ja alla libiseb, andes peitliga löögi puuraugu põhja.

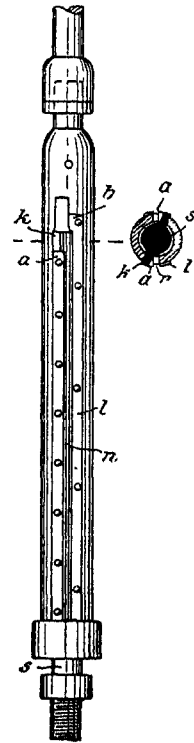
Puurimise juures tarvitatakse veel mitmesuguseid tange ja klambreid ritvade ja torude kinnitamiseks ja pööramiseks, samuti väga mitmekesiseid püünisriistu, milledega püütakse puurauku sattunud või jäänud puurriistade osi või muud tööd segajaid esemeid.

Löökpuurimist võib teostada ka ilma ritvadeta. Sel korral riputatakse puurpeitel ühes raskusridvaga köie otsa, mis siis üle puuraugu kohal puurtornis oleva köieratta vinnatakse üles kas käsitsi (väikeste aukude puhul) või masinaga, lastes peitlit iga tõstmise järele teatavast kõrgusest puuraugu põhja langeda. Köis on kas taimekiust või traadist. Ka siin pööratakse köit iga löögi juures natuke teise asendisse, et peitel ümarguse augu taoks.

Sellel „köispuurimisel“ on ritvpuurimisega võrreldes see paremus, et sügavast puuraugust peitli väljatoomine palju kiiremini sünnib. Sellepärast tarvitatakse ka sagedasti ritvpuurimisel ventiilpuuri allalaskmiseks, et muda välja tõsta, köit.

Kõigis siimaani kirjeldatud puurimisviisides on ette nähtud puurimise ülestõstmise puurlusikatega. Seesugune tööviis on aga väga aeglane; puurritvade sagedane ülestõõtmine ja allalaskmine ei vähenda üksi puurimise tööaega, vaid alatisel lahti- ja kinnikäänamisel kannatavad tugevasti ritvade ühendused ja on võimalikud nende murdumised.

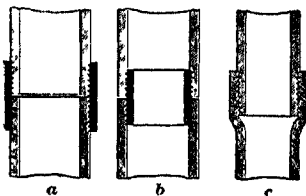
Puurpeitli töötamise juures koguneb puuraugu põhja palju puurjahu, mis peitli lööki takistab ja tema töövõimet vähendab.



Joon. 265.

Löök-uhtpuurimine.

Kuna hariliku löökpuurimise juures enamasti tarvitatakse täisritvu, võivad uhtpuurimisel tarvitusele tulla ainult toru-ridvad. Neid võib kaalult kergemaid teha, sest nende ühendused on suurema läbimõõdu tõttu vastupidavamad.

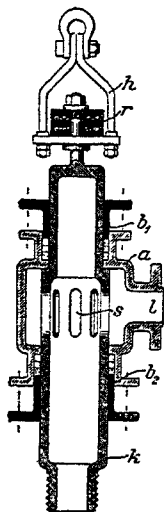


Joon. 266.

Löökpuurimise juures sünnib puurjahu väljatoomine kasuliku tööaja kaotamisega, mis pärast seda tehakse pikemate vaheaegadega, mille tõttu on võimatu täpselt ära märkida sügavusi, kus kihtide ehk kasuliku kaevetise muutmised sünnivad.

Kasuliku kaevetise protsentuaalset väärtust on võimatu ka ligikaudselt kindlaks teha, sest aheraine puurjahu on segatud kasuliku kaevetise omaga. Uhtpuurimise juures sünnib puurjahu väljauhtumine alatiselt, kusjuures juba uhtvee väljanägemise muutumisest võib järeldada manneraine muutumist; uhtveest eraldatud puurjahu on siis see materjal, mis allub uurimisele ja on puurläbilõike kokkuseadmise aluseks.

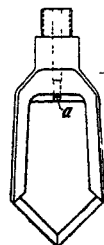
Uhtpuurimise juures pumbatakse harilikult vesi toruritvu mööda alla, vesi võtab siit puurmuda enesega kaasa ja tõuseb puuraugu seinte ja ritvade vahelist õõnsust mööda maapinnale. Et aga harilikult puurtorude õõnsuse lõikepind vähem on kui ritvade ja puuraugu seinte vaheline, sünnib veejoa väljajooksmine august aeglasemalt kui sissejooksmine, mille tõttu raskemad puurmuda terakesed ei tõuse pinnale. Sellepärast juhitakse suurema läbimõõduga puuraukude puurimisel veeringkääk ümberpöörduvalt.



Joon. 267.

Ridvatorud on harilikult õmbluseta terastorud, mis vindiga kokku keeratakse, kas muhvi või nipli abil või ilma. Mõned ühendusviisid on näha joonisel 266.

Et puurauk saaks ümargune, peab ritvu iga peitli löögi järele pöörama, kuna ritvu tõstev ja vettandja seade peab paigal püsima. Seda võimaldab „pöördpea“ (joonis 267). Ritvu tõstetakse mittepöörlevat haaki „h“ pidi ja vesi voolab august „L“ paigal püsivat muhvi „a“ ja avausi „s“ kaudu ritvtorusse K. Vee väljapääsu sulevad pakendid b_1 ja b_2 .



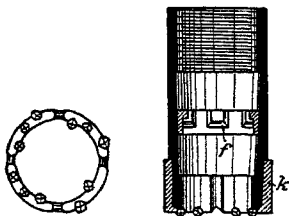
Puurpeitlis on ka auk a vee läbilaskeks (joonis 268). Joon. 268.

Keerdpuurimine puursüdame saamisega.

Senini kirjeldatud puurimisviisid võimaldavad saada maapöüest ainult purustatud proove, milles segatud mineraalosakesed mitmest kõrgusest. Vähegi kõvades mannerainetes läheb korda saada proove pulkade, sammaste näol, mis annavad läbipuuritud ainetest täpse pildi. Puurlusika asemel tarvitatakse neil juhtudel õõnsat terassilindrit, „krooni“, mis varustatud abinõudega manneraine peenendamiseks. Kõige lihtsam on kroon, mille alumisel äärel terashambad — natuke paksemad kui krooni ülemise osa seinad. Sarnane kroon kõlbab pehmete kihtide jaoks. Lõikajaks materjaliks võib olla ka karastatud terase puru, mis puistatakse puuraugu (ringitaolise renni) põhja ja mida siis kroon pööreldes liigutab ja nendega nõnda mannerainet kaabib.

Kuid seal, kus tuleb puurida materjali, mis kõvem kui teras (räni, püriit jne.), peab tarvitama eriti kõvu purustajaid. Nendeks on sagedasti mitmesugused koobalti ja volframi ühendused süsinikuga. Neid sveissitakse elektrileegil krooni külge.

Väga sagedasti tarvitatakse selleks teemandi kilde, milleks lähevad värvi või mõne muu vea poolest lihvimiseks kõlbamatud teemandid.

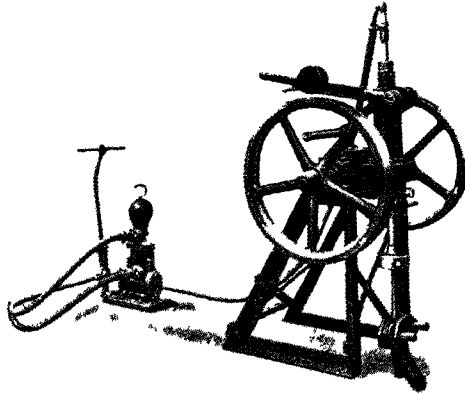


Joon. 269.

Parimad nendest on mustad „karbonid“ Brasiiliast ja Lõuna-Aafrikast. Teemandide kinnitamine teraspuurkrooni on mitmesugune. Harilikult tehakse puurkrooni lõikeküljesse ümargused augud: üks auk keset puurkrooni lõikepinda, teine sisemise ja kolmas välisääre ligidale. Neisse aukudesse kinnitatakse teemandid vasega, millele peale stemmitakse terasest krooni augu

ääred. Teemandid asetatakse nõnda, et nende ääred natuke valja ulatuvad.

Puurkroon tehakse suurema läbimõõduga kui õõnsad ridvad, et ruumi anda uhtvee väljajooksuks. Puurkroon kruvitakse südame ehk kerni toru külge, mis erineb tavalistest ritvadest suurema seesmise ja välise läbimõõduga. Kerntoru alumine ots on seest kooniline ja selles koonuses liigub vabalt vedrutaja rebija rõngas „f“ (joon. 269), mis varustatud teravate (mõnikord teemand) okastega. Rebija, asudes koonuse ülemises osas, laiendub ja laseb vabalt puursüdame läbi puuri tõstmisel liigub rebija alla ja surutakse koonuses kokku. Selle kokkusurumise juures haarab rebija puursüdame kõvasti kinni ja puuri pööramise juures lõikavad okkad puursüdamesse soone, mille kohalt süda puurangu põhjast lahti rebeneb ja ühes ritvadega maa peale tuuakse. Kõvades, pragunemata kihtides saadakse puursüdamed ühes tükis kerntoru pikkused. Murduvates ja rähkseis kihtides purunevad nad ja tuuakse välja uhtveega.



Joon. 270.

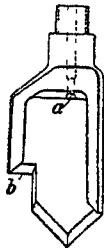
Krooniga puurimine sünnib ka alalise uhtvee voolu all. Uhtpuurimise puhul kirjeldatud õõnsad ridvad on ka siin tarvitusel. Ritvu ühes krooniga keerutatakse erimasinate abil, kas inim- või mehaanilisel jõul. Eestis on tarvitusel mitu Craelius'e süsteemi masinat (joonis 270; käsitsiaetav masin ühes pumbaga).

Puurimine „Rotary“.

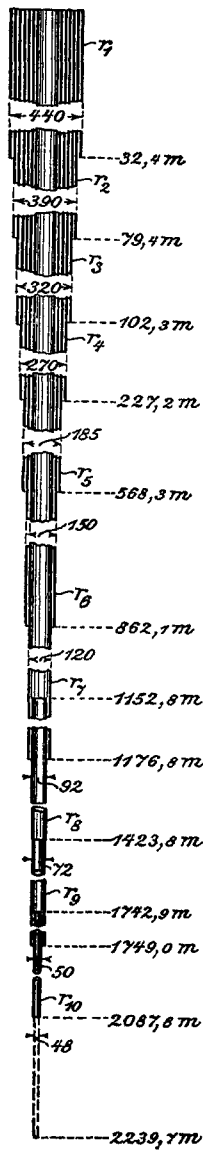
See laialt nafta saamiseks tarvitatav puurimine on ka keerd-uht-puurimine, kuid mannerainet lõikab siin teraspeitel, kõvemais kihtides volframkoobalt karbiiditeradega, ja vee asemel on uhtmisvahendiks kaunis sitke savipuder, mida kaunis avaraid õõnsaid ritvu (torusid) pidi pressitakse puurangu põhja, kust ta ritvu ümbritsevat õõnt pidi toob välja purustatud manneraine. Läbipuuritavate kihtide omaduste jälgimine on siin raskendatud, mispärast sarnast meetodi võib uurimistöodel tarvitada ainult seal, kus tarvis uurida ainult sügavamaid kihte, mida siis ka tehakse, ütleme, teemandpuuriga, kuna juba tuntud ja huvi mitte pakkujad pealmised kihid läbistatakse „Rotaryga“, sest temaga läheb see kiiremalt ja puurangu seinte praod määratakse saviga kinni, nii et ei ole karta varisemist. Selle puurimisviisi masinad on kallid.

Manteltorud.

Puurimise juures tuleb sagedasti ette, et puurangu seinad on pragused ehk läbipuuritid kihid niivõrd pudevad või purunenud, et varisevad sisse uhtpuurimisel, kus veevool üksikud tükid seintest lahti uhub. Liiva- või teistes pehmetes kihtides on manteltorudeta puurimine peaaegu võimatu. Küll aitab siin mõnikord nõndanimetatud „paksu vee“ tarvitamine. Uhtvee sisse



Joon. 271.



Joon. 275.

segatakse peeneks jahvatatud savi ja nõnda saadud savine vesi kleebib praod ja lahtised osad kinni, mille tõttu seinad muutuvad püsivaks. Vahest jälle pääsetakse hädast tsementeerides nõrku puuraugu kohti, täites neid hea vedela tsemendi seguga. Tsement tungib pragudesse ja ühendab kõik lahtised tükikesed, nagu betoonis müüritöö juures. Kui tsement küllalt on kõvenenud, puuritakse ta läbi.

Manteltorusid tarvitatakse puuraukudes, kus võimalik ei ole seinte sissevarisemist teiste abinõudega takistada, ehk nagu vee- või õlikaevude puurimisel, kus toodetav vedelik kõigist teistest vedelikest eraldatult välja pumbata tuleb.

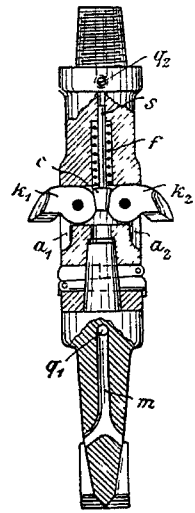
Juhused, kus manteltoru sisselaskmine võib sündida peale puuraugu terve sügavuseni läbipuurimist, on harvad (mõned veekaevud). Sel puhul omab puurauk tervel sügavusel ühesuuruse läbimõõdu, mis vastab manteltorude välisele läbimõõdule. Torud lastakse lülিকাupa auku, iga lüli otsa puuraugu suures kas vindiga või neetidega kinnitades järgmise lüli. Kui augu seinad konarlused manteltorude allavajumist takistavad, aidatakse tagant nende pööramise, löökide või pressimisega.

Kuid harilikult tuleb manteltorusid alla lasta puurimise ajal, et auk ei variseks sisse. Sel korral peab puurriist olema varustatud abinõuga, mis lubab allalastud manteltoru läbi mahtuva riistaga puurida nii laia augu kui manteltorude väline läbimõõt. Seda võimaldab kas eksentriline peitel (joonis 271) või eri augulaiendaja (joonis 272).

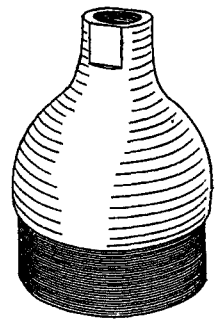
Mida pikem manteltorude kolonn puuraugu sees, seda rohkem leiab tema allalaskmine takistusi hõõrumise näol seinte vastu. Teataval momendil jäävad torud kinni, nii et katsete juures neid alla suruda saavad nad muljutud.

Siis tuleb puuraugu läbimõõtu vähendada sarnasele manteltoru kolonnile vastavalt, mis eelmise torukolonnile sisse mahub. Kui ka see kolonn seisma jääb, läheb süvendus veel kitsama läbimõõduga edasi, kuni soovitud sügavuseni. Puurauk omab joonisel 273 skemaatiliselt näidatud kuju.

Manteltorudega võib ka üksikuid kohti puuraukus kindlustada. Sarnasel juhul tarvitatakse torude tõstmiseks ja allalaskmiseks torude tõstjate (joonis 274), mis oma peene otsaga ritvade külge keeratakse.



Joon. 272.



Joon. 274.

Töö lõpul tulevad manteltorud puuraugust võimaluse järgi välja võtta. Selleks tarvitatakse kas liitplokk (taali) puurtorni ülesriputatult või tung-raudu. Torukolonn haaratakse maast väljaulatavat otsa pidi eriklambritega, või lastakse eritugevate ritvade otsas torupüüdmise riistad alla, mis toru sees võivad laieneda ja toru seina vastu pigistuda, nii et ühes ritvadega ka torud kergivad. Juhtub ka, et torude alumine ots liig kõvasti puurauku pidama on jäänud. Siis lõigatakse torukolonn ritvadel allalastava ja pööratava noaga (harilikult instrumentaal-terasest terava äärega rattakesed) katki ja tõstetakse ta osadena üles, kuna alumine osa, mille tõstmiseks jõudu ei jatku, puurauku jäetakse.

Ettevaatuse abinõud puurimise juures.

Inimõnnetused puurimise juures võivad olla samad, mis on üldse mitmesuguste mehhanismide tarvitamisel või kõrgusel töötamisel (puurtorn, sügav šurf puuraugu alul). Kui puurimisel kohatakse mõnd suure rõhu all olevat vee-, nafta- või gaasikogu, võib purskamine tuua hädaohtu august väljavisatavate puurriistade, kivide j. n. e. näol, ka väljavoolava gaasi kihvtiste omaduste või süttimishädaohu pärast. Sarnaseid võimalusi peab ette nägema ja vastavad kaitseabinõud valmis hoidma.

Varandusliste kahjude ärahoidmiseks tuleb iga puurimise juures eriti selle järele valvata, et kõik riistad, mis puurauku lastakse, oleksid täiesti heas korras, mis garanteeriks selle, et puuraugus ei tuleks ette riistade murdumist, lahtilogisemist, paindumisi jne. Sarnaste rikete põhjal puurauku jäänud või lohakuse järelduusel sinna sissekukkunud esemete eemaldamine nõuab alati hulka kulu ja aega, kuid sagedasti osutub ka koguni võimatuks, nii et puuraugu süvendamisest loobuda tuleb. Teemantpuurimise juures on erilist rõhku tarvis panna teemantide alalhoidmisele: puurimise juures tuleb kinni pidada nende hädaohutust survest kroonile ja hoiduda igast võimalusest, mille juures puurriist augus kinni võiks jääda.

Nii puurimise juures tehtud kui ka üldse mahajäetud uurimiskraavid, kaevud, stollid ja teised augud tulevad kas kinni ajada ehk aiaga, vähemalt $1\frac{1}{2}$ mtr. kõrge, ümbritseda. Kaevu ja stolli suid võib ka ustega sulgeda.

SORTEERIMINE (RIKASTAMINE).

Maapõuevara võib harva müügile saata samas seisukorras nagu ta kaevandusest saadakse. Harilikult on tarvis maapõuevarast enne müügile või ümbertöötamise vabrikusse saatmist kõrvaldada aheraine tükid; siis nõutakse tihti maapõuevara sorteerimist tükide suuruse järgi; sagedasti saadetakse maapõuevara müügile ainult peenendatud või pulbri kujul.

Aheraine esialgne kõrvaldamine maapõuevarast algab koristustööde juures. Kui kaevetis esis ilmub suurte tükkidena, kus ta liitunud aherainega, lüüakse tükid vasaraga katki ja visatakse aheraine tükid käsitsi eemale.

Aheraine maapõuevarast kõrvaldamise kergenduseks kasutatakse tihti liikuvat otsata linti, mille juures asuvad töölised, kes lindil liikuvast maapõuevarast käsitsi välja nopivad aheraine tükid ja neid viskavad seadesse, mis aheraine temale määratud kohta toimetab. Lint liigub väikese kiirusega: umbes 0,2 meetrit sekundis.

Kui aga maapõuevara ja aheraine tükid on liig väikesed, siis ei ole võimalik neid üksteisest käsitsi eraldada, töö kalliduse tõttu. Siis võetakse appi mitmesugused vedelikud või gaasid, millede suhtes kaevetis ja manneraine eri asukohti valivad. Kõige lihtsam on maapõuevara pesemine, s. o. ta juhitakse voolavasse vette, kus mitme aine umbes ühesuurused tükid üksteisest eralduvad: suurema erikaaluga aine tükid langevad ruuem põhja, kuna vähema erikaaluga aine tükid vooluga kaugemale kantakse. Enne pesemist on tarvis sorteeritav aine sõeluda, et saada umbes ühesuuruseid tükke, sest mittevõrdsete erikaaludega ained võivad vees üheskoos langeda, kui kergema ja raskema aine läbimõõtude suhe võrdub raskema ja kergema aine 1 võrra vähendatud erikaalude suhtega; nii näiteks tinaläike (erikaal 7,5) ja kvartsi (erikaal 2,6) kerad langevad koos, kui kvartsi kera läbimõõt on suurem tinaläike kera läbimõödust $\frac{7,5-1}{2,6-1} = 4,1$ korda.

Samuti sünnib eraldumine ka seisvas vees: raskemad tükid langevad põhja esimestena, nendele järgnevad kergemad; kõige pisemad ja kergemad jäävad kauemaks ajaks vette hõljuma ja võivad temaga ühes settinud ainetest eemaldatud saada.

Eraldamiseks erikaalude vahe alusel tarvitatakse ka vedelikke, mis raskemad kui vesi, valitud sarnase erikaaluga, et eraldatavaist ainetest üks temas ujub ja teine põhja vajub. Odavamad sarnastest „rasketest vedelikku-dest“ on savisegune vesi ja mõned soolalahud. Niisama suurendatakse vee tõstejõudu, mis vähema erikaaluga terakesi sünnib ujuma, sellega, et veel lastakse voolata altpoolt ülespoole (nii-nimetatud settimismasinad). Samuti sünnib eraldumine (peeneteralises, tolmulähedases materjalis) ka õhuvoolu abil, millele ka sagedasti ülespoole voolusihht antakse (n. n. õhksorteerijad).

Metall-maakide eraldamiseks tarvitatakse laialt n. n. flotation- viisi, mille juures üks eraldatavaist ainetest oma keemiliste omaduste tõttu ei kattu, aga teine kattub mõne vedela aine (harilikult mõni eriline õli) kirmekesega; aine, mis on eriti vahule aetud ja selletõttu palju õhuvullikesi sisaldab. Need õhuvullikesed tõstavad siis vastava aine terakesed vee- pinnale, kust nad juhitakse erikohta, kuna ilma kirmekeseta terakesed vee- nõu põhja langevad.

Sõelumisega on võimalik kaevetist jagada osadesse ta tükki- de suuruse järgi. Kivisõe ja põlevkivi juures saadakse sõelumisega erisordid laiema- te või kitsamate vahedega restidel.

Suurte tükki- de eraldamiseks tarvitatakse raudlattidest koosnevat resti (joon. 275). Keskmise suurusega tükki- de eraldamiseks on sõelad aukudega varustatud plekist või traadist punutud pinnaga, kuna väiksemate terade eraldamine sünnib ainult traatsõeltega.

Sõela pinna kuju järgi jagunevad nad tasapinnaga sõelteks ja trum- melsõelteks.

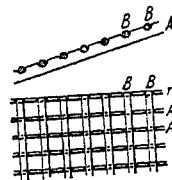
Tasapinnased sõelad on raamis, mis sõelutavat ainet koos hoiab; peenemate sõelte pinna toetuseks on tarvilised veel kas raudlatid või üksikud jämedamad traadid. Mitteliikuvad tasapinnaga sõelad ase- tatakse harilikult kallakuga 30° — 35° , et aine raskuse jõul sõelal võiks liikuda. Käsitsi võib rappuma panna ainult väikesi sõelu, kuna suuremaid sõelu mehaanilise jõuga raputatakse.

Trummelsõelad võivad olla telje ümber tiirlevate silindri või koonuse pindadega, kuid ka prismaatilised või püramiidikujulised. Silindri või prisma pindadega trumli telg asetatakse väikese kallakuga (umbes 4°), et sõelutav aine liiguks ühest trumli otsast teise. Koonuse või püramiidi pindadega trumli telg asetatakse vesiloodis, kuna sõela pind ja telg moodustavad nurga umbes 4° .

Ühe sõela abil on võimalik sorteeritav aine lahutada kahte ossa: suurteks tükki- deks, mis sõela aukudest läbi ei lähe, ja väikesteks tükki- deks, mis kogunevad sõela alla. Kui aga soovitakse ainet eraldada tükid läbimõõduga näiteks 30 ja 40 mm. vahel, siis tuleb tarvitada kaht sõela au- kude läbimõõduga 30 ja 40 mm., kusjuures saadakse kolme sorti ainet: soovitud sort tükki- de läbimõõduga 30 ja 40 mm. vahel, suured tükid läbi- mõõduga üle 40 mm. ja väikesed tükid läbimõõduga alla 30 mm.

Aine peenendamine. Kõvade ainete suurte tükki- de esialgne peenendamine sünnib harilikult kivipurustajates, kusjuures aine tükid juhitakse kahe terasplaadi vahele, mille pinnad on varustatud teravate ri- badega ja milledest üks plaat on liikumatu, kuna teine masina jõul edasi- tagasi liigub.

Väiksemad tükid peenendatakse terasvaltside vahel tükki- deks läbi- mõõduga kuni 2 mm. Aine peenendatud tükki- de pulbriks muutmine sünnib mitmesugustes veskites, milles aine muutub pulbriks ühtedes hõõru- mise teel, teistes katkisurumise teel ja kolmandates tampimise teel. Tähtis on müügilolevate suure hulga veskisüsteemide seast valida iga aine ja iga peenendamise ülesande jaoks kõige kohasem, kusjuures eriti silmas tuleb pidada, et veski ei viiks peenendust kaugemale kui antud ülesande jaoks tingimata tarvilik, sest mida peenem jahvatuse produkt, seda suurem jahvatuse kulu.



Joon. 275. Sõel-sari. Püstvarvad A — latt- rauast; ristraud B — ümargused ja võivad pöörelda.

MÕÕTMISED.

Neid tuleb teha mitmel puhul: tööhulga määramisel, käikude ja muude õõnsuste plaanide täiendamisel, vee äravoolu korraldamisel jne.

Tööhulga määramine nõuab harilikult väljakaevatud või -murtud manneraine kubatuuri mõõtmist. Sellepärast, et esi seinad pole mitte täielised tasapinnad, on vead võimalikud nende seinte keskmise tasapinna täpse asukoha määramisel. Harjutamine peab siin viga vähendada aitama. Iga esi tasapinna edasinihkumine tehtud töö tagajärjel arvutatakse kui vahe kahe pikkuse mõõtmise vahel: kõnesoleva tasapinna perpendikulaaril kaitsitud kohal olevast märgist kuni esini seda perpendikulaari pidi — 1) pärast tööd ja 2) enne tööd. Sarnane pikkuse mõõtmine sünnib kas meetripulgaga või mõõdupaelaga, täpsusega kuni 5 sentimeetrit. On kaevamise või murdmise tagajärjel eemaldatud manneraine mahu kuju, nagu harilikult, täisnurkne rööptahukas, saame mahu, korrutades tema kolme ulatuse mõõduarve üksteisega. Erijuhtudel võib arvestada ka mahtu kui kolmnurk-prismade või mõne teise geomeetrilise keha summat; samuti tuleb arvestada väljakaevatud ruumi, millel astmeline sein, kui astmete mahu summat.

Käikude ja õõnsuste edasinihkumise esialgseks plaanile kandmiseks võib tarvitada mõõtmiste andmeid, mis tehtud eelpool seletatud viisil, kui edasinihkumise sihid on markšeideri poolt plaanile kantud ja mõõtmised tehti välja minnes mõnest markšeideri punktist.

Markšeider annab sihi oma arvestuste järele, määrates nurgamõõtjaga (harilikult teodoliit) nii sihi asimuudi (nurk meridiaani ja sihijoont sisaldava püsttasapinna vahel) kui ka kaldnurga. Sihi püsttasapinnas kinnitatakse õõnsuse lakke või, kui see pole püsiv, põhja metallmärk — laes harilikult aasa või konksu näol, mille otsa riputatavad lootnöörid sihi määravad; põhjas raudpulga näol, mille keskpaiga kohale samuti lootnöör riputatakse, et sihti märkida. Kaks sarnast lootnööri ühel sihil võimaldavad küllaldase täpsusega selles sihis töid edasi teha.

Kõrguste mõõtmisi tuleb teha loodimistöodel, olgu kas vee äralaske kraavide tarvis või üldse käikudele tarviliku kallaku andmiseks. Lühema maa peal võib tarvitada loodimisel puusepa või müürisepa vesiloodi; pikema maa peal tuleb töö teha nivelliiriga, tarvitades kas rippuvaid või seisvaid mõõdulatte. Ka võib arvestada kõrgusi teodoliitmõõtmistel saadavate vertikaalnurkade ja kauguste abil.

SEADUSED JA MÄÄRUSED.

I. MÄESEADUS.

(„Riigi Teataja“ 1927. a. nr. 50, art. 17.)

Selle seaduse § 1 2. lõige ja § 73 seavad kõik kaevandused, ka mitte kontsessiooni korras avatud, majandusministri poolt väljaantavate tehniliste määruste alla. Seaduse II peatükk määrab ära mäetööstuse järelevalve asutused ja isikud ja nende võimupiirid; peatükid III ja IV korraldavad mäetöösturi õiguslisi vahetõid riigivalitsuse ja pinnavaldajatega, kuna peatükk V määrab mäetööde tegemise korra peajooni, milliseid üksikasjaliselt selgitavad majandusministri määrused. Peatükk VI sisaldab sunni ja karistusabinõude loetlust neil juhtudel, kui mäetööstuses seaduslistest nõuetest kõrvale kaldutakse.

II. KAEVANDUSTÖÖDE JULGEOLEKU SUNDMÄÄRUSED.

(„Riigi Teataja“ 1927. a. nr. 46.)

Jaguneb: I) „üldmäärustesse“ (§§ 1—20), mis sisaldavad nõudeid, milliseid peab täitma kaevandustööl igas kohas; II) määrustesse mäe kaevandusse sissekäikude kohta (§§ 21—32); III) toetamise nõuetesse; IV) nõuetesse tööliste liikumise kohta lood-, kallak- ja püstkäikudes; V) eri nõuetesse tõstekõite kohta ja VI) veomäärustesse.

Järgmised peatükid VII ja VIII reguleerivad peamiselt lahtisi (ja ka maa-aluseid) kivimurru töid, kruusauke jne. Peatükid IX ja X sisaldavad juhtnõude tuulutuse ja valgustuse tarvis; XI käsitleb rikastus- ja teiste mehhanismide hädaohutuse eeskirju; XII räägib ettevaatusabinõudest inimeste kaevikutesse kukkumise ja XIII vee- ja gaaside hädaohu ära hoidmiseks.

III. LÕHKEAINETE HOIDMISE JA TÄRVITAMISE SUNDMÄÄRUS.

(„Riigi Teataja“ 1927. a. nr. 46.)

Esimene peatükk käsitleb väljaspool kaevandusi asuvaid müümaladusid; pt. II reguleerib lõhkeainete muretsemist kaevandustesse ja nende hoidmist; pt. III räägib lõhkeainete transpordist; pt. IV, V ja VI reguleerivad lõhkeainete käsitamist ja järelevalvet kaevandustes; pt. VII toob karistusmääri nende määruste vastu eksimiste eest.

IV. MÄETÖÖSTUSE JÄRELEVALVE INSTRUKTSIOON.

(„Riigi Teataja“ 1927. a. nr. 46.)

Mäetööstuse järelevalve õigused ja kohused on siin üksikasjaldatud.

Eelmiste sundmääruste järjena on samas „Riigi Teatajas“ (1927. a. nr. 46) ära trükitud „Instruktsioon markšeideri tööde tegemiseks“ ühes tema juurde kuuluva taksiga ja „Juhatuskiri mäetöösturite poolt esitatavate jooniste kohta“, millede määrused peaaegu sugugi ei puutu mäetööde tehnilist külge.

V. TÖÖKAITSE SEADUSTE

Eestis maksvad normid on kuni 1926. a. keskaigani kokkuvõetult avaldatud H. Evarti ja Joh. Pöllupüü „Tööstuslise töö seaduses“.

Seadus loob erilise töövaeva kaitse aparadi (kelle isikute ja asutiste nimetusi on viimase ajani mitmel korral muudetud). Osas, mis puutub tööliste julgeolekusse, käsitab ka see kaitse Mäeseaduse põhjal väljaantud julgeoleku määrusi, kuid peale selle peab see seadus ära hoidma, et tööstur töölist majanduslikult ei rõhuks. Selleks annab ta järelevalve ametnikele õiguse kontrollida palgalepinguid ja nende täitmist. Samuti nõutakse teatavat miinimumi tööliste korteriolude ja muude töösturi poolt neile antavate mugavuste suhtes; registreeritakse ja juureldakse õnnetuid juhtumisi, korraldatakse arstiabi saamist ja valvatakse tööliste töövõimetuse vastu kinnitamise kohustuse täitmise üle. See kinnistamiskord ja tema aparadi väljalükkimine suurema hulga töökaitse seaduse määrusi ja korraldusi.

Ka Eesti ajal (Asutava Kogu poolt) on selles asjas antud seadusi: a) „Kinnitusnõukogu seadus“, millega Vabariigi Valitsuse poolt on antud „Kodukord“ ja „Kinnitusnõukogu liikmete valimise kord“; b) „Kinnitusameti seadus“, ka oma kodu- ja valimiskorraga, mis kinnitatud Töö-Hoolekandeministri poolt. Omasoodu on Kinnitusnõukogu andnud Kinnitusametitele ja Haigekassadele hulga üksikasjalisi juhtnõure.

Mainitud Evert-Pöllupüü raamatusse pole mahutatud peale 1926. aastat ilmunud seadusi ja määrusi, mis pärast toome siin nendest tähtsamate loetluse:

- 1) Töökaitse seaduste rikkumise eest administratiiv karistamise seadus — R. T. 1929. a. nr. 30, art. 206.
- 2) Kollektiivlepingute seadus — R. T. 1929. a. nr. 33, art. 246.
- 3) Oma- ja välismaa töölisega ühtlase ümberkäimise konventsioon — R. T. 1930. a. nr. nr. 27, 37 ja 54.
- 4) Tööstuslikkude käitiste tööaja seadus — R. T. 1931. a. nr. 61, art. 487.
- 5) Tööstuslikkude käitiste töölistkonna asutiste seadus — R. T. 1931. a. nr. 61, art. 488.

