

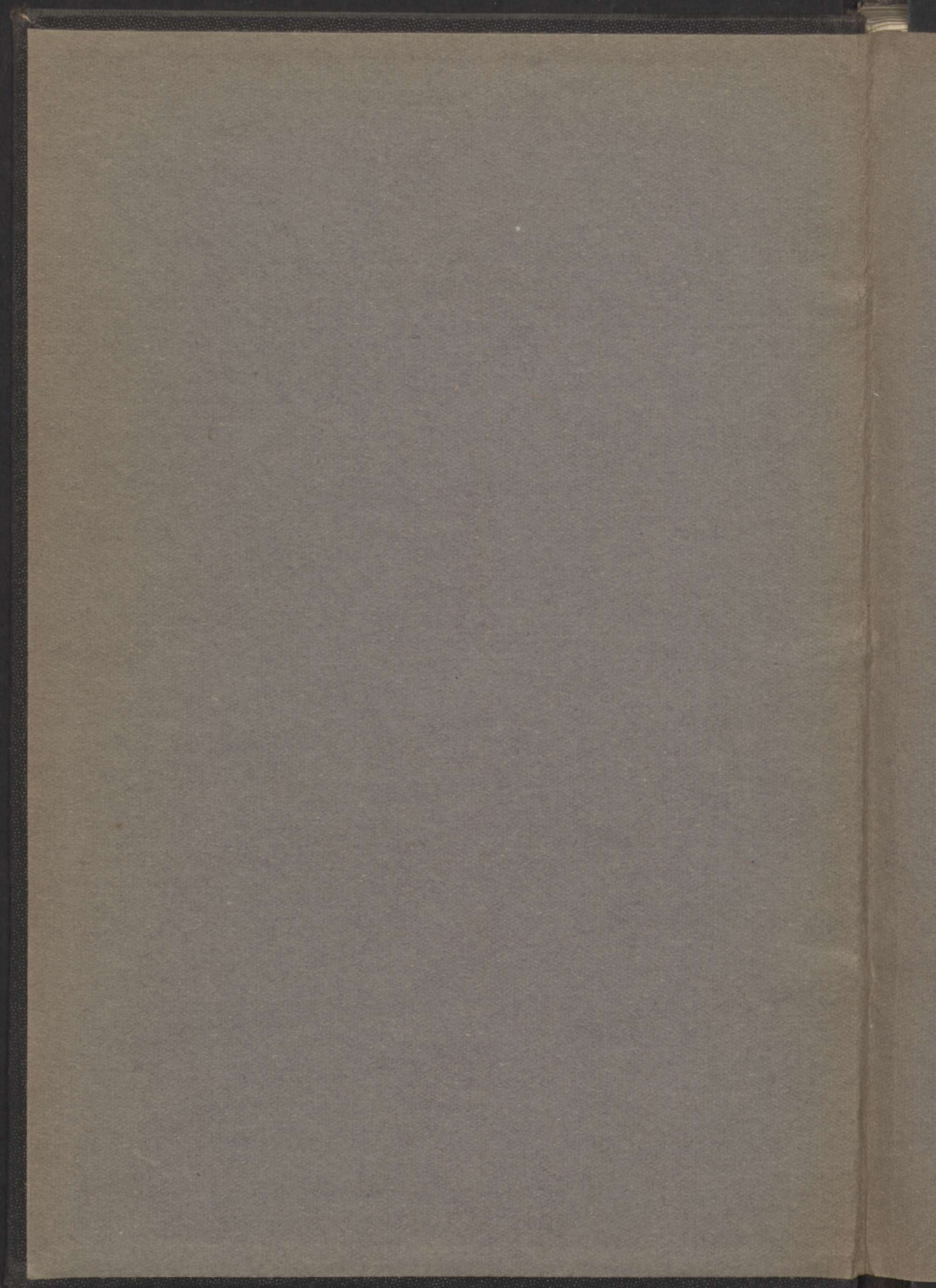
M  
64.388 OSZK

COTEL ERNŐ

A HENGERLÉS ALAPELVEI

zlekedési R.-T.







városi Közlekedési R.-T.  
Könyvtára:

985



A



987

# A HENGERLÉS ALAPELVEI

ÍRTA

**COTEL ERNŐ**

M. KIR. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskolai R. Tanár,  
V. Vasgyári Igazgató

63 ÁBRÁVAL ÉS 10 TÁBLÁZATTAL



KIADJA A M. KIR. Bányamérnöki és Erdőmérnöki  
Főiskola Könyvkiadó Alapja



SOPRON

SZÉKELY ÉS TÁRSA NYOMÁSA

1928.



14 64.388

(R  
2)

GRÖNLANDSKA BOKHANAN KÖN. VIÐH.

1968/R listár



## ELŐSZÓ.

A magyar műszaki irodalomban a vasipari hengerlést rendszeresen tárgyaló összefoglaló munka eddig nem jelent meg. Hogy most egy ilyen vázlatos áttekintésű munka megírására vállalkoztam, arra két tényező volt döntő befolyással. Az egyik, amelyik munkám erkölcsi alapját is szolgáltatja, az a tény, hogy két évtizedes gyakorlati működésemnek javát hengerművekben fejtettem ki s hogy idevágó megfigyeléseim, kísérleteim, megállapításaim a szakirodalomban és elsőrangú szaktekintélyek között bizonyos elismeréssel találkoztak. Ennek az elismerésnek egyik nagyon megtisztelő jele volt a modern hengerlési elvekről szóló áttekintő tanulmányomnak a „Magyar mérnök- és építészegylet” 1921. évi *Hollán*-díjával történt kitüntetése. (Ez a munkám különben — legtöbbnyire egész terjedelmében — megjelent a világ majdnem valamennyi kultúrországának nevezetesebb szakfolyóiratában. Így a „Stahl u. Eisen”-ben Düsseldorfban (1918. évf. 16. sz.), a „Mont. Rundschau”-ban Wienben (1920. évf. 20. sz.), a „The iron age”-ben Newyorkban (1921. aug. 18.), a „L'usine”-ben Párizsban (1921. 51. sz.) és *Leon Priéard*-nak a hengerlésről szóló könyvében annak egyik önálló fejezete gyanánt Bruxellesben az 1924. évben).

A másik tényező az a szilárd meggyőződéseim, hogy műszaki főiskoláink hallgatói régóta érzik ilyen irányú rendszeres munkának teljes hiányát. Ezért véltem tehát szükségesnek e munka megírását, amely a hengerlés *elveit* lehetőleg határozott fogalmakban tárgyalja s amellet csekély terjedelmű és rendszerességre törekvő. És ezért örülök annak, hogy a Főiskola könyvkiadó alapja a könyv megjelenését lehetővé tette.

A vasipari hengerlés irodalma egészen fiatal. Legfőljebb három évtizedre tehető az az idő, amióta a hengerlés műve-



letének és jelenségeinek szabatosabb vizsgálata folyamatban van. Husz-harminc év előtt minden egyes vasgyári hengerésmérnöknek tisztán a gyakorlatban kellett magát a hengerlés titokzatos szövevényeibe beledolgoznia. Akkoriban a hengerlésről nemcsak könyv, de még csak félig-meddig egységes rendszer sem állott rendelkezésre. Az elmúlt évtizedek hengeréseit éppen ezért igen sok balsiker és csalódás érte munkájuk közben, jobbára önmaguk lévén saját tanítómesterük. Ma már legalább a durva hibáktól meg tudjuk talán a kezdőt kimélni.

Örömmel ragadom meg az alkalmat annak a ténynek a megállapítására, hogy a hengerlési műveletnek és kísérő jelenségeinek mélyreható kutatása terén a legutóbbi 2–3 évtized jelentős munkájából a mi kis országunk mérnöki kara is alaposan kivette a maga részét. Azt merném állítani, hogy a magyar mérnökök ezen a téren többet tettek, mint a nagy Anglia és Franciaország mérnökei. (Igaz viszont, hogy a francia *Geuze*-nek köszönjük a hengerlés első rendszeres munkáját.) A német mérnökség persze ezen a téren is messze elől vezet. A világháború befejezése óta jobbára francia nyelven író Norbert *Metz*-et szintén a németek közé kell számítanunk. A magyar mérnökök úttörő munkájáról ez a kis munka sűrűn megemlékezik.

Természetes, hogy ez a szerény kis könyv, mely főleg főiskolai hallgatók célját szolgálja, nem arrogálhatja magának se a teljességet, se a tökéletességet. Ez — a hengerlési technika mai állása mellett — különben is alig volna elérhető. A hengerlés műveletének természete olyan, hogy a műveletnek csak az *elvei* ismertethetők egy-egy könyv keretében; kiviteli részletei legfeljebb érinthetők. Főiskolát látogatók és főiskolát végzettek számára — különösen a hengerlés terén — mi sem lehet fontosabb a helyes *elvek*nek és a helyes *rendszer*nek ismertetésénél. A kiviteli módoknak a helyi viszonyoktól erősen befolyásolt részletei a gyakorlat idejére maradhatnak. Az elveknek és a rendszernek ismerete teszi lehetővé, hogy a szakember a kiviteli módok tekintetében — a helyi viszonyok adott keretei között — helyesen ítélhessen.

A hengerlés irodalmában való tájékozódásnak és a részletek tanulmányozásának céljaira bőséges irodalmi szemlét csatoltam könyvemhez. Ez a szemle felöleli a hengerlés magyar irodalmának csaknem valamennyi cikkét, külföldi irodalmából pedig mindazt, ami a magyar mérnököt leginkább érdekelheti.

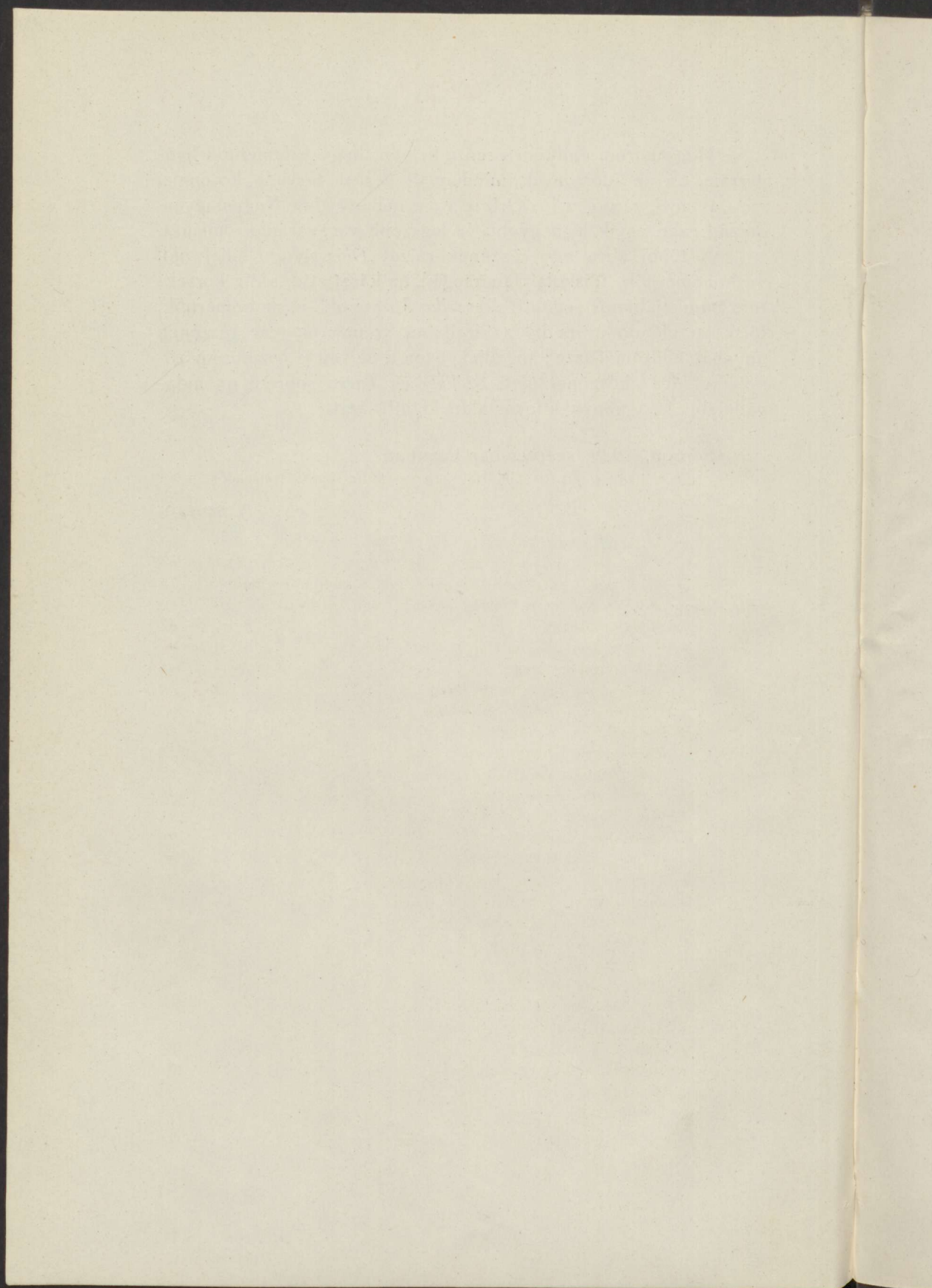
Meg akarom említeni ezen a helyen, hogy valamennyi hengerrajz és az idomvasak minden üregezési terve a korompai vas- és acélgyárból való. Őrizze ez a néhány ábra Nagymagyarország ezen egyik legnagyobb és legszebb vasgyárának emlékét.

A többi ábra egy részének rajzát *Diószeghy* Dániel okl. vaskohómérnök, főiskolai tanársegéd úr készítette, aki a korrektúra munkájában is segített. *Veszelka* József okl. vaskohómérnök, főiskolai előadó úr pedig az irodalmi szemle magyar részének anyagát állította össze; fogadják ezen a helyen is őszinte köszönetemet. Igaz köszönet illeti *Székelly* és *Társas* soproni nyomdavállalatát is a könyv kifogástalan kiállításáért.

Sopron, 1928. szeptember havában.

A szerző.





## TARTALOMJEGYZÉK.

	Oldal
I. A hengerlés műveletének fogalma . . . . .	1
II. A vasipari hengerlés anyaga és programja . . . . .	5
III. A henger . . . . .	13
IV. A hengerrajz . . . . .	19
V. A hengerlési nyomás módja és hatása . . . . .	29
VI. A hengerlési műveletet kísérő jelenségek . . . . .	40
A) A hengerlés alatt álló, rúd meghosszabbodása és szélesedése . . . . .	40
B) Az előrecsúszás . . . . .	50
VII. Az üregezés alapelvei . . . . .	60
A) Általános elvek és tudnivalók . . . . .	60
B) Az (alakvas-)üregék számítás útján való kiszabásának elvei . . . . .	67
C) Az üregek tervezésének a gyakorlatban kifejlődött módja . . . . .	75
VIII. A legjáratosabb hengerelt szelvények üregeinek szerkesztése . . . . .	82
A) Előnyújtóüreg . . . . .	82
1. A szekrénykaliber . . . . .	83
2. A csúcsíves üreg . . . . .	85
3. A rauta- vagy rhombusüreg . . . . .	86
4. A négyzet-ovál üregrendszer . . . . .	86
B) Négyzet- és gömbölyűvas-üreg . . . . .	88
1. Szabadkézi négyzetvas . . . . .	89
2. Négyzetvas vezetékből . . . . .	89
3. Szabadkézi gömbölyűvas . . . . .	90
4. Gömbölyűvas vezetékből . . . . .	91
C) Laposvasak üregezése . . . . .	96
1. Üregékből való hengerlés . . . . .	96
2. Lépcsős hengeren való hengerlés . . . . .	97
D) Idomvasak üregezése . . . . .	98
1. Gerendaszelvény üregei . . . . .	100
2. U-vas üregei . . . . .	105
3. Sín-üreg . . . . .	106
4. Sarokvas-üreg . . . . .	109
5. Különleges idomvasak üregezése . . . . .	113
IX. A hengerlés erő-(munka)-fogyasztása . . . . .	116
X. A hengerelt áruk járatos fajtái . . . . .	126
XI. A hengerművek üzemének alapelvei . . . . .	131
Irodalom . . . . .	135
Név- és tárgymutató . . . . .	142



# TAKALOMI

1880

THE TAKALOMI TRADING COMPANY, INC.

1000 BROADWAY, NEW YORK, N. Y.

TELEPHONE BR 1-1000

ESTABLISHED 1880

SOLE IMPORTERS

OF THE

TAKE-AWAY

COFFEE

MAKING

MACHINES

AND

ACCESSORIES

FOR

RESTAURANTS

AND

OFFICES

EVERYWHERE

IN

## I. A hengerlés műveletének fogalma.

A hengerlési művelet *általános* célja különféle keresztiszelvényű rudaknak kovácsolható vasból, illetőleg acélból, vagy képlékeny fémekből és fémötvözetekből képlékeny alakítással, maradó alakváltoztatással való tömeges gyártása. A művelet általános célja tehát tulajdonképpen teljesen azonos a kovácsolás általános céljával, amelytől — e részben — csupán az időegységenként gyártható tömeg mértéke tekintetében tér el.

A hengerlés műveletének egy-egy áteresztésben, vagy — amint gyakran és szintén egészen helyesen mondani szokták — egy-egy „szúrás” tényében megnyilatkozó *különleges* célja pedig az, hogy a hengerek közé behuzott képlékeny rúd keresztiszelvénye az üregben való áteresztés révén tervszerűen kisebbsítették és egyben tervszerűen átalakították.

A hengerlés ezen így megjelölt célú műveletének teljesen szabatos fogalmi meghatározását — definícióját — sehol, a legújabb irodalmi művekben sem találjuk meg. Ennek a ténynek egyszerű megemlítésével máris élesen rávilágítottunk arra a nagy különbségre, amely a hengerlés műveletének nagy gyakorlati fejlettsége és elméletének viszonylagos fejletlensége között mutatkozik. A hengerlés technikájának múltja jóval több, mint száz esztendő, míg a hengerlés műveletének elméleti kutatása csak körülbelül három évtizeddel ezelőtt kezdődött. Mindenképpen szükséges azonban, hogy a legújabb fogalmi meghatározásokról tudomást szerezzünk, minthogy azoknak ismerete és bírálata a kezdőt önálló gondolkozásra serkentheti.

A legutóbbi évek során megjelent munkákban a hengerlés műveletének — időrendi sorrendben alább következő — fogalmi meghatározásaival találkozunk.

*P. Maringer* differdingeni vasgyári igazgatónak 1918-ban megjelent francia nyelvű önálló művében (*Les théories du laminage*



a chaud, Liege, 1918.) a hengerlés műveletének ezt a meghatározását találjuk: „A hengerlés olyan művelet, amelynek az a célja, hogy a fémtuskót készáruvá, késztermékké formálja át. Ez a művelet a fém meleg állapotában történik olyan módon, hogy a fémtuskó többször áthalad két, tengelye körül forgó henger között.” Kétségtelen, hogy ez a megállapítás csak egyszerű leírása és még hozzá nem is elég szabatos leírása a hengerlési műveletnek, amelynek szabatos meghatározásaként éppen ezért semmiképpen sem fogadható el. Maringer körülírását tulajdonképpen csak azért említjük meg, hogy ezzel is jelezzük a hengerlés jelenlegi francia irodalmának viszonylagos fejletlenségét, a francia Geuze minden elismerésre érdemes úttörő munkásságának kiemelése mellett.

Maringer művével körülbelül egyidőben jelent meg a magyar Rejtő Sándor kiváló könyve (Mechanikai technológia II. kötete, Budapest, 1918.), amelynek a hengerlésről szóló részében a 261. oldalon azt a meghatározást olvassuk, amely szerint: „A hengerlés olyan harapó-művelet, amelynél mind a két harapószerzám, t. i. az akciós és a reakciós egyaránt forgó mozgást végez.” Nem lehet kétséges, hogy Rejtőnek ez a meghatározása a mechanikai technológia szempontjából minden tekintetben kifogástalan, talpraesett és kifejező és valóban örülnünk kell, hogy a hengerlési műveletnek legjobb meghatározása szintén ettől a külföldön is jól ismert magyar kutatótól származik, akinek igen nagy érdeme, hogy a kutatás minden területén nyíltan és bátran hirdetni merte saját véleményét akkor is, ha az az általánosan elterjedt fogástól merőben eltérő is volt.

Az időrend során itt kell megemlítenem, hogy szerző is foglalkozott a hengerlési művelet fogalmának meghatározásával, amellyel kapcsolatban a wieni „*Montanistische Rundschau*“ 1920. évi okt. 16-iki számában „*Über die Grundsätze der modernen Walztechnik*“ című munkájában a következő megállapítások olvashatók: „Hogy a hengerlés a nyújtókovácsolásnak tökéletesített formája, az a két művelet velejének és valamennyi jelenségének teljes azonosságából határozottan megállapítható. A hengerlés ugyanis — éppen úgy mint a nyújtókovácsolás — a magasságcsökkenésből eredő lényeges meghosszabbodásban és egy kis méretű szélesedésben nyilatkozik meg. A hengerlés művelete tehát nem más, mint a forgómozgás által folyamatossá tett nyújtókovácsolási művelet, vagyis — matematikai hasonlattal — integrált



*nyújtókovácsolás.*“ Azt hisszük, hogy a hengerlési műveletnek ez a meghatározása is helyesen állapítja meg a fogalmat és legfeljebb csak az lehet a gyöngéje, hogy a kovácsolás művelete a rendszeres mechanikai technológia szempontjából nem elemi művelet és csupán a gyakorlati élet szempontjából az.

Érdekes *W. Tafel*nek a breslaui műegyetem kohásztanárának és kiváló hengerész szakírónak álláspontváltoztatása a hengerlési művelet fogalmi meghatározása tekintetében. *Tafel „Walzen und Walzenkalibrieren“* című könyvének első kiadásában (Wilh. Ruhfus, Dortmund 1921.) a 12. oldalon szószerint a következő meghatározását adta a hengerlési művelet fogalmának: „*A hengerlés olyan összetett megmunkáló folyamat, amely a nyomás és húzás műveletéből, valamint — különösen ha a dolgozó hengerátmérők nem egyformák — egy bizonyos őrlőműveletből tevődik össze.*“ Ha el is tekintünk e meghatározásnak attól a gyöngéjétől, hogy szerzője abba olyan műveletet — az őrlést — vont be, amely egyrészt valóban nem elemi és a gyakorlati élet szempontjából sem közismert művelet, másrészt a hengerlésnek nem is jellemző és nem is mindig beálló mellékművelete, még akkor is megmarad a meghatározásnak az a lényeges elvi hibája, amely a hengerlés műveletének a *húzással* való magyarázatában rejlik.

Ha a hengerlés mechanikájának elméleti számításainál fel is szokás tételezni bizonyos nagyságú *áthúzó erőt*, a gyakorlott szakember előtt egy pillanatra sem lehet kétséges, hogy a *hengerlés műveletében a legkisebb mértékű húzás sem léphet fel úgyannyira, hogy a hengerlésnek és a húzásnak egymáshoz a legcsekélyebb közülük sem lehet!* Ezt egyébként már évekkel ezelőtt is megállapítottam a wieni „*Montanistische Rundschau*“ 1924. évi 22. számában „*Über die Begleiterscheinungen des Walzvorganges*“ című munkámban.

*Tafel*, könyvének második kiadásában ezt a hibás fogalmi meghatározását — mint tarthatatlant — egészen feladta és könyvének ebből az új kiadásából a hengerlés fogalmának rövid meghatározása teljesen ki is maradt. (Annál értékesebben bővült az a fejezet, amelyet teljes egészében a hengerlés lényegének magyarázatára szánt.) Érdekes, hogy *Tafel* új kiadású könyve 15—18. oldalainak szövegéből az a világos következtetés vonható le, hogy *Tafel* nem magától jutott a helyesebb álláspontra, hanem mert időközben rábukkant *Karl Fink*-nek több mint 50 esztendővel ezelőtt írott alapvető munkájára, amely 1874-ben „*Theorie der*



Walzarbeit" címmel jelent meg a „Zeitsch. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen“-ben Berlinben.

Ezek után most már Tafel is feladja a hengerlés és a húzás műveleteinek korábban feltételezett párhuzamát és könyvének 15. oldalán megállapítja, hogy „*Schon Fink hat auf den grundsätzlichen Unterschied von Ziehprozess hingewiesen*“. Annak magyarázatául pedig, hogy álláspontját egy félszázaddal ezelőtt megjelent munka alapján változtatta meg, könyve II. kiadásának 16. oldalán azt a megjegyzést teszi Tafel, hogy: „*Fink, der über den Walzvorgang das Tiefste geschrieben, was bisher veröffentlicht ist . . .*“

Azt hiszem, hogy a mai idők mérnökének valóban nincsen szüksége arra, hogy a hengerlés és a húzás műveleteinek igen nagy, lényegbeli eltérése tekintetében félszázaddal ezelőtt megjelent munkák (ha még olyan kétségtelenül kiválóak és úttörők is, mint a Finké is) tekintélyére kelljen hivatkozni. Ma minden kezdő mérnök kell, hogy meg tudja állapítani, hogy 1. a hengerlés és a húzás eszközei és igénybevételi módjai egymástól lényegesen eltérnek, 2. hogy a hengerlésnél általában némi anyag-tömörülés, a húzásnál pedig általában némi anyagritkulás áll be, 3. hogy szabályos hengerlés közben az anyagrészecskék egymáson mind elgördülnek, ami a húzás műveleténél még a legnagyobb óvatosság mellett sem biztosítható teljes mértékben, 4. hogy a fentebb mondottakból folyólag a hengerelt és húzott anyag mikro-szövezei egymástól lényegesen eltérnek.

Valaha szokásban volt a hengerlés műveletének a *sajtolás* műveletével való összehasonlítása is olyan elképzelés kapcsán, mintha az egyik henger kiemelkedő része az anyagot a másik hengernek megfelelően bevájt részébe belesajtolná. Valójában a sajtolás művelete esik a hengerlés műveletétől a legmesszebbre, minthogy a sajtolásnál az anyagrészecskék az összesajtoló nyomás hatására a térnek mindazon része felé kitérhetnek, amelyek felé fizikai akadályok nincsenek útban, míg — ezzel szemben — a hengerlésnek anyagkitérítő, anyageltoló hatásának módja állandó és törvényszerű. Az a manapság is használt megjelölés, amely szerint az üregek kiemelkedő részeit tartalmazó hengert gyakran *patric*-hengernek, az üregek bemélyített, bevájt részeit tartalmazó hengert pedig *matric*-hengernek nevezzük, egyáltalában nem változtat azon a tényen, hogy a hengerlés és a sajtolás egymással nem rokon műveletek.



## II. A vasipari hengerlés anyaga és programja.

Hengerelhető minden olyan vas- és fémötvözet, amelynek a hengerlés hőfokhatárai között akkora a képlékenysége, hogy az a *korlátlan és valóságos kovácsolhatóság* fogalmának, illetőleg mértékének megfelel. A *vasipari hengerelhetőség anyagai* tehát nem az elméleti alapon nyugvó beosztás szerinti „kovácsolható vas”-ak, vagyis nem az 1,7%-nál kevesebb korbont tartalmazó acélfajták lesznek, — helyesebben ezek nem valamennyien, — hanem ennek a csoportnak — általában — jóval kevesebb C-t tartalmazó csakis azok a fajtái, amelyek a tényleges, a valóságos, a gyakorlati kovácsolhatóság korlátlan mértékével rendelkeznek. Ennek a természetes és logikus csoporthatárnak megállapítása annak a ténynek a folyománya, hogy a hengerlés a legnagyobb igénybevételű kovácsolás egyik folyamatos alakja; ezzé teszi az igénybevétellel kapcsolatos nagy sebesség és a legkülönbébb szelvényalakok legkülönbébb módosítása, illetőleg az anyag-részecskék viszonylag legnagyobb mértékű eltolása.<sup>1</sup>

Ez az alacsonyabb karbonhatár, ameddig az acélok korlátlan kovácsolhatóságúaknak mondhatók, 0,95, kereken 1,0% C-tartalomig terjed, vagyis a tiszta perlit-szövet karbonhatáráig, ameddig tehát az acélszövetében a kovácsolhatóságot korlátozó cementit semmiféle hőfokon nem jelenhetik meg.<sup>2</sup>

Mint hogy azonban tulajdonképpen a *szilárd oldat egész területe* az, amelyen a meleg, képlékeny alakítások műveletei (így a hengerlés is) lejátszódnak,<sup>3</sup> kétségtelen, hogy kellő gyakorlat és óvatosság, esetleg különleges hengerlő eljárás mellett 1%-nál nagyobb C-tartalmú acélok is alkalmasak lehetnek — korlátozott mértékben — hengerlési művelet céljaira. De az ilyen *korlátozott hengerelhetőség* sem éri el a 1,7%-os elméleti C-határt, hanem legfeljebb csak kb. 1,3% C-tartalomig terjed.<sup>4</sup>

Némely kísérőelemek — amilyenek pl. a Ni és W —

<sup>1</sup> Cotel E., Der Siemens-Martin-Ofen, Leipzig 1927. 127—129. oldal.

<sup>2</sup> Cotel E., Az acél kovácsolhatósága, B. és K. lapok 1925. évf. 15. sz. továbbá Cotel, Die Grenze der Warmbildsamkeit des Stahles, Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, 73. kötet, Berlin, 1925. és Cotel, Limite de la malléabilité a chaud de l'acier, Revue univ. d. mines. Bruxelles, 1926. I. I.

<sup>3</sup> P. Oberhoffer, Das technische Eisen, 2. kiadás, 399—400 oldal és G. Mars, Die Spezialstähle, 2. kiad., 109. old.

<sup>4</sup> L. szerző előbb sorolt munkáit és Dr. M. v. Schwarz Eisenhüttenkunde című könyvének 2. kiadását, (11. old.) W. de Gruyter, Berlin 1925.



javíthatják az acél hengerelhetőségét és csökkenthetik ellenállásának nagyságát az alakváltoztató igénybevétellel szemben, míg más kísérőelemek — amilyenek a S, O, As, Cu — lényegesen ronthatják az acél hengerelhetőségét, sőt annak 700 és 1100 ° közötti hőmérsékleten való képlékeny alakíthatóságát — nagyfokú *vöröstörés* okozásával — teljesen meg is szüntethetik.<sup>1</sup>

Mínthogy az alakváltoztató igénybevétel sebességének növekedésével együtt jár az anyag ellenállásának jelentékeny megnövekedése, természetes, hogy keményebb, nagyobb C-tartalmú, csekélyebb nyulással és csekélyebb kontrakcióval bíró acélfajok kihengerléséhez mindig megfelelően kisebb fogyással dolgozó üregeket és megfelelően kisebb sebességgel járó hengereket kell alkalmaznunk.

Az eddigi mondottakból is következik, és az általános műszaki gyakorlat is bizonyítja, hogy a gyakorlati vasipari hengerlés *általános* anyagát a 0.95 %-nál kisebb C-tartalmú acélanganyagok képezik, míg a 0.95—1.3 % C-tartalmú anyagok hengerlése a ritkább, különleges hengerlési eljárások, tehát inkább kivételek (borotvapengégyártás és más hasonló) közé tartozik. Így a „Hütte” (Taschenbuch f. Eisenhüttenleute) III. kiadásának 766. oldalán szintén olyan táblázatot közöl, amely a hengerelt acélanganyagoknak úgyszólván összes ipari fajait felsorolja és amelyben a legmagasabb C-tartalom 0.8 %. Ezt a táblázatot — nagy fontosságára és tájékoztató voltára való tekintettel — megfelelően egyszerűsített alakban alább közöljük. (L. I. számú táblázatot.)

Ez a táblázat, amely az összes fontosabb hengerelt acélgyártmányokat felöleli, nem csak annak a bizonyítéka, hogy csakugyan kb. 0.8 % C-tartalomnál van a korlátlan hengerelhetőség felső határa, hanem azt is jelenti, hogy 0.8 %-nál magasabb C-tartalmú kovácsolható vasak hengerlésének célja is csak *kivételesen* lehet. Lefelé a C-tartalom tekintetében nincsen határ; minél lágyabb és C-szegényebb az acél s általában minél szegényebb kísérőelemekben, annál jobban és annál kevesebb kockázattal hengerelhető. A legelterjedtebb acélgyártásnak, a Martin-acélgyártásnak leglágyabb acélfajaiban kb. 0.05 % a rendesen elérhető legalacsonyabb C-tartalom.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> „Werkstoffhandbuch Stahl und Eisen”, Düsseldorf, 1927. E. I. 2.

<sup>2</sup> A *folytvasgyártás* minden fajtájú (bármilyen lágy, bármilyen alacsony C-tartalmú) termékét — az egyedül helyes és célszerű újabb elnevezések szerint — kivétel nélkül mind *acél*-nak kell neveznünk. Ha a szövegben itt-ott mégis „vas” fordul elő, úgy annak nem speciálizáló, hanem általánosító célzata van.



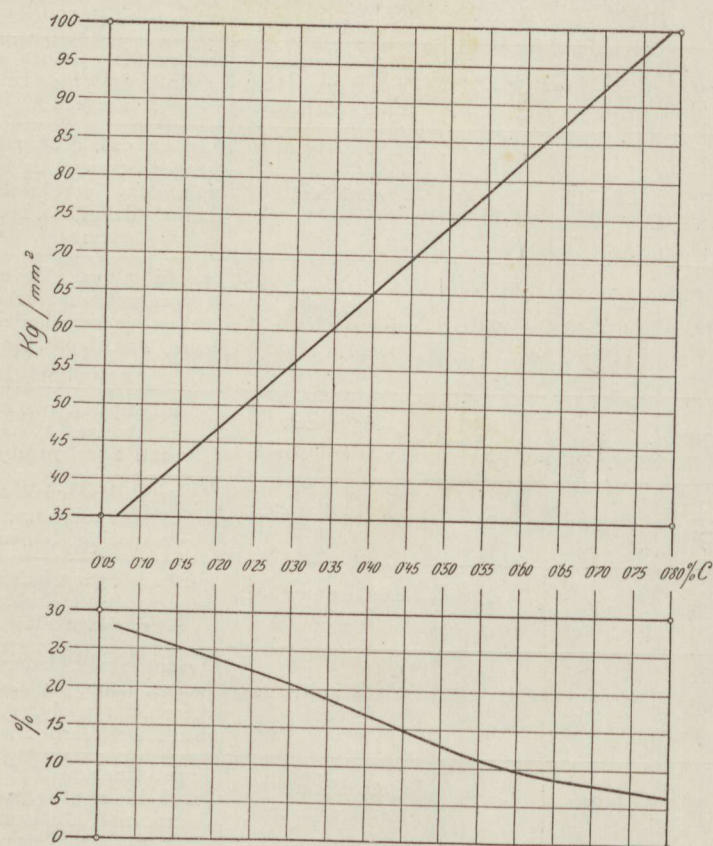
I. számú táblázat.

**Hengerelt acél-anyagok (karbonacélok) táblázata.**

C-tartalom 0/0	Szilárdság kg/mm <sup>2</sup>	Nyulás 0/0	Szokásos megnevezés és főbb tulajdonságok	Használati célok
0·06	34—35	30—34	leglágyabb folytvas, jól forrasztható, nem edzhető	drót, finom- és edénylemez, huzott cső, lánc, szegecs, cipőtalpszög
0·09	35—37	30—32	lágy folytvas, jól forrasztható, nem edzhető	lemez, forrasztott cső, drót, drótszög, lánc, szegecs
0·12	38—40	28—30	mint fent	lemez, cső, drót, szög, szegecs, csavar, abroncsvas, idom-, szerkezeti és kereskedelmi vas, kazánlemez
0·16	40—42	28	folytvas, forrasztható, nem edzhető	vasuti talpvas, heveder, géprészek, szerkezeti, idom- és kereskedelmi vas, ásó, lapát, kapa, kazánlemez
0·20	47	26	lágy acél, alig edzhető	vasuti talpvas, ásó, lapát, kapa, bányá- és erdei vasuti kocsitengelyek
0·25	52	24	középlágy acél, edzhető	tengely, kovácsolt áruk, vasuti kerékabroncs, villa, kerékpárváz, bányasin
0·35	60	20	középkemény acél, jól edzhető	puskacső, gázipalack, tengely, vasuti kerékabroncs, rugók, ekefej
0·45	70	16	szívós szerszám-acél	vasuti sinek, kalapács, kasza, balta, villa, ollókések, faráspoly, rugók, vasuti kerékabroncs, ekefej
0·55	78	12	középkemény szerszám-acél	közuti sinek, sajtósúlyesztékek, hideg vágó, reszelő, kasza, rugó, kötél sodrony
0·65	87	9	kemény szerszám-acél	fegyvercső, lövedék, fűrészlap, vágók, kőzetfurók, szállítókötel
0·75	96	6	igen kemény szerszám-acél	lővedékek, önedző szerszámok, őrlőgolyók, zúzófejek, reszelő
0·80	100—105	3—5	legkeményebb acél	kemény acélhengerek, csavarmenetfuró, eszterga- és gyalukés, tű, esernyődrót



Természetes, hogy az I. számú táblázat C-értékei csupán a táblázat rendszerének kedvéért szerepelnek ennyire pontos értékkel és egyetlen szilárdsági számmal. Minthogy az anyag szilárdságának mértékét a C-tartalmon kívül a Mn, Si és P-tartalom is befolyásolja, a valóságban nem mindig *egészen pontosan* ugyanaz a szilárdság és nyulás fog bizonyos C-tartalomnak megfelelni,



1. ábra. Hengerelt acél-anyagok szilárdságának és nyulásának ábrája.

amelyet a táblázat feltüntet. De az eltérés — rendes körülmények között — egészen jelentéktelen lesz úgy, hogy a táblázat a gyakorlat számára tökéletesen megfelel. Egyszerű a megállapítása annak, hogy a közbeeső C-tartalmaknak mekkora szilárdság és nyulás felel meg.



Abból a célból, hogy a közbeeső értékeket is számítgatás nélkül kaphassuk meg, közöljük a szerző által a korompai vas- és acélgyár hengerelt termékeinek több mint 600 szakítókísérlete alapján szerkesztett szilárdsági és nyulási ábráját, grafikonját. (1. ábra). Ez a grafikon a világháború elején (1915.) készült és a hosszú háború legkényesebb (katonai bizottságok által átvett) anyagrendeléseinek lebonyolításánál is mindig teljesen megbízhatónak bizonyult. Ez az ábra szerzőnek „*Der Siemens-Martin-Ofen*” című könyvének 132. oldalán is megjelent és a reá vonatkozó további megjegyzések tekintetében is odautalunk.

Míthogy az acélmű nem fogad és nem is fogadhat el egészen pontos, egyetlen számértékkel megjelölt C-tartalmú anyag-előírást, szükséges, hogy a hengermű bizonyos C-határközzel rendelje meg anyagait. Ezen a téren igen jól bevált az a rendszer, hogy 0.20% C-tartalom alatt 0.05% legyen a határköz, 0.20% C-tartalom fölött pedig 0.10% legyen ez a határköz. Az acélrendeléseknél tehát úgyszólván mindig 0.10% C-határközt esetleg 10 kg-os szilárdsági határközt kell kikötnünk. Ezt a határközt a háború alatt és azóta valamennyi acélfeldolgozó vállalat elfogadta s vele az acélművek munkája könnyebbé és biztosabbá vált. Ha tehát az acélfeldolgozó gépgyár, vagy sajtolómű pl. 0.35% C-tartalmú, vagy pedig 60 kg szilárdságú hengerelt acélanyagot rendel, akkor a rendelés igazolása alkalmával 0.30—0.40% C, illetőleg 55—65 kg-os szilárdsági határközt kell kikötnünk.

A hengerlés a kovácsolható vasnak, az acélnek izzó állapotában történik. Szükséges tehát, hogy az izzó állapotú acél fizikai tulajdonságaira is rámutassunk. A hengerlés művelete az acélnek 1300° és kb. 900°-os hőmérsékleti határai között szokott végbemenni; úgy értelmezvén ezt, hogy igyekezetünknek oda kell irányulnia, hogy a hengerlést mindenkor a hengerlendő anyag által elviselhető legmagasabb hőfokkal kezdhessük és hogy 900° alatti hőmérsékleten csak azért szoktunk hengerelni, mert a hengerlés alatt álló anyag hőmérséklete munkaközben ilyen alacsonyra szállott le. A hengerlés minél magasabb hőfokon való befejezése nem csak azért kívánatos, mert az acél anyagának kellő képlékenysége, — a hengerlés sikerességének ez az alapfeltétele — magasabb hőfokon sokkal nagyobb, hanem azért is, mert az alacsonyabb hőfokon való hengerlés sokkal nagyobb erőfogyasztással jár, a lehűlt vas hamar tönkre teszi az üreget, nagyon koptatja a hengert, magában a kihengerelt rudban pedig olykor jelentékeny



és veszedelmes feszültségek keletkeznek, ha az anyagot akkor is hengereljük, amikor az kellő képlékenységet — lehülése következtében — már jórészt elvesztette.

Geuze és Riedel szerint az izzó állapotú acél szilárdsági értékei kb.  $2\cdot0$ – $10\cdot0$  kg/mm<sup>2</sup> között mozognak és 50°-onként a II. számú táblázatban találhatók.<sup>1</sup>

Ebből a II. számú táblázatból kétségtelenül megállapítható, hogy az alsó hengerlési hőfokhatáron az izzó állapotú acél (összenyomó-) szilárdsága kereken 5-ször olyan nagy, mint a felső hőfokhatáron, ami a hengerlésnek minél magasabb hőfokon való megkezdését és lehető leggyorsabb befejezését teszi kívánatossá, sőt szükségessé, amint már azt fentebb is hangsúlyoztuk.

II. számú táblázat.

### Az izzó állapotú acél szilárdsági értékei.

Hőfok C°	Húzószilárdság kg/mm <sup>2</sup>	Nyomószilárdság kg/mm <sup>2</sup>
800	—	10·3
850	8·50—11·25	—
900	7·94—10·50	8·1
950	6·96— 9·20	—
1000	5·75— 7·60	6·1
1050	4·45— 5·95	—
1100	3·30— 4·40	4·4
1150	2·30— 3·10	—
1200	1·55— 2·08	3·0
1200-on felül	—	2·0

A kovácsolható vasnak a súlyedő hőmérséklettel gyorsan növekedő összenyomó szilárdsága, tehát növekedő erőfogyasztása és csökkenő képlékenysége az oka és egyben magyarázata annak a logikus hengerlési szabálynak is, hogy az egymásra következő áteresztések (szúrások) keresztaszelvény-csökkenésének (fogyságának) abszolút mértékei a megfelelő arányban szintén fokozatosan kisebbitendők.

Ami a vasiipari hengerlés működési területét, programját

<sup>1</sup> Hütte, (Taschenb. f. Eisenhüttenl.) III. kiad. 732. old.



illeti, ennek kiterjedése az utóbbi évtizedekben jelentékenyen megnövekedett és ma is állandóan növekedő irányzatot mutat.

Hogy általában milyen használatú, célú és keresztszelvényű árúk képezzék, vagy képezhetik a hengerlés tárgyát, arra nézve szintén sehol se találunk szabatos megállapítást. Két gyakorlati szempont azonban kétségtelenül mértékadó kell, hogy legyen ebben a tekintetben. Az egyik a versenyképesség szempontja, amelynek alapján hengerelni *kell* tudnunk *minden* olyan szelvényt — *profil* —, amelyet, járatoságánál fogva, a szóba kerülő vaspiacokon már bevezettek és ott állandóan nagy tételekben fogyasztják, a másik szempont pedig az, hogy csak akkor tudhatjuk hengerművünket versenyen felül, ha olyan *kelendő* szelvényeket *is* gyártani *tudunk*, amelyeket a versenyben számba jövő többi művek nem tudnak előállítani, vagy azok bevezetésére nem gondoltak. Általában a hengerész-mérnök a vasiparnak az a tényezője, amelyik a kereskedelem tárgyát képező „*kész*” acélárukat gyártja, tehát minél többet kell tudnia a vaskereskedelem *mindenkori* igényeiről. A hengerész sohasem felejtethi, hogy a hengerelt acélárukat nem saját magának és nem vállalatának gyártja, hanem a vevőnek, aki csak akkor ad pénzt érte, ha az árú helyes méretekben, pontos folyóméter-súlyban, de sőt szép szürkés-kék színben készült, vonalzó-egyenességűre van kiegyengetve, esetleg pontos hosszra vágva, vagy marozva, helyesen és rajz szerint fúrva, olvashatóan és célszerűen megjelölve (szignálva), szabatosan kötetelve és a vasuti kocsiba úgy berakva, hogy egyetlen rúd se görbüljön meg útközben!

Hogy a szelvényalakot illető hengerelhetőség szempontjából mégis némi keretet adjunk, *általában olyan szelvényű tárgyakat szoktunk hengerelhetőnek, hengerlésre alkalmas profiloknak mondani, amelyeknek keresztszelvényét két egymással dolgozó henger testébe olyan módon lehet beesztergályozni, hogy az így kiképzett hengerüregbe (kaliberbe) az e célra megfelelően előkészített tuskót, vagy rudat a hengerek behúzhassák s hogy a darab az áteresztés következményeként az üreg tökéletes alakját — felesleg és hiány nélkül — felvehesse.* Ez a megállapítás látszólag bővebb magyarázatot tenne szükségessé, kétségtelen azonban, hogy aki a két egymáson forgó hengertestet s a beléjük vágott üregrészeket helyesen maga elé képzei, hamarosan rá fog jönni arra, hogy milyen szelvények vannak a hengerelhetőség fogalmából kizárva. Döntő szabály, hogy a hengerlés alatt álló szelvénynek (helye-



sebben: az üregnek) függőleges, vagy közel függőleges fekvésű határvonalain bemélyedések, vagy kiemelkedések nem lehetnek, minthogy ilyen szelvényalakok esztergályozás útján a henger testébe nem vágathók be, de meg a hengerlés technikája és anyagmozgása ezeknek a bemélyedéseknek és kiemelkedéseknek kiképzését, illetőleg kitöltését amugyis lehetetlenné teszik. Példa erre az úgynevezett *vályus*-, vagy másként *Phönix-sín* hengerlése, amely a *sin-vályunak* kiképzését csakis függőleges tengely körül forgó *segédhenger* alkalmazásával teszi lehetővé.

A hengerelhetőség ezen *műszaki* szempontján kívül fontos szerepet játszik a *gazdaságosságnak kérdése* is. Hengerlési programra ugyanis csak olyan szelvényeket érdemes felvenni, amelyeknek berendezése minél előbb kifizetődik, amire csak akkor van kilátás, ha az illető szelvényt a piac — kisebb-nagyobb tételekben — állandóan keresi. Vagyis sok olyan — egyébként hengerlésre alkalmas — szelvény képzelhető el, amelynek nincs meg a gazdaságossági feltétele.

A hengerlés általános területét a vasgerendák, szerkezeti vasak, bánya- és vasuti sínek s a kereskedelmi rúdvasak képezik. Hogy ezeket versenyképes kivitelben és versenyképes áron gyártssuk, az a hengerészet *conditio sine qua non*-ja. Ha valamely hengermű ezeken felül is tud jólfizető különleges szelvényeket szabatosan és gazdaságosan gyártani, úgy az rendesen a hengermű mérnökének ügyességére és életrevalóságára vall.

A mai idők mind súlyosabbá váló gazdasági versenye nyomatékosan arra inti a hengerműveket, hogy hengerlési programjuk kereteit minél szűkebbre vonják. Kevés jelszónak volt valaha is olyan igazi értelme és megokoltsága, mint a napjainkban oly méltán sokat emlegetett *racionalizálás* jelszavának. Nem kétséges ugyanis, hogy valamely hengermű gazdaságosságának mértéke leginkább attól függ, vajjon számos szelvényből apró tételeket kénytelen-e gyártani, avagy módjában van csekély számú szelvényből igen nagy tételeket hengerelni. Az utóbbi esetnek nemcsak a gyakori hengerváltás elmaradásával együtt járó megtakarítás lesz a következménye, hanem a hengerlési módok műszaki és gazdasági tökéletesedése is.



### III. A henger.

A hengerművek felszerelésének, alkatrészeinek ismertetése és méretezése a vasgyári géptan tárgykörébe esik, miért is ilyesmikről ebben a munkában nem lesz szó. Talán a hengert is mellőzni lehetett volna ezen a címen, de mégis célszerűnek látszik, ha a hengerműveknek erről a döntő fontosságú alkotórészéről itt is szó esik. Fontos ügyben mindig jó, ha a kezdő mérnök több szempontot is ismer, minthogy ez mindig gondolkozásra és önálló cselekvésre fogja serkenteni.

Vannak olyan hengerlési feladatok, amelyek csakis *acél-hengerekkel* végezhetők, viszont vannak olyanok is, amelyekhez csakis *öntöttvas-hengerek* felelnek meg. Végül igen sok olyan hengerlési művelet is van, amelyekhez az acélból és az öntöttvasból készült hengerek egyaránt jól megfelelnek.

A hengeranyag megválasztásánál irányelvünk *általában* a következő legyen: durvább hengerlési műveletekhez, előnyűtőkhöz, nagy nyomásokhoz, mély bevágású és nagy méretű hengerekhez rendszeren *acél-hengert*, minden egyéb hengerlési feladathoz pedig általában *öntöttvas-hengert* szokás használni. Ennek az elvnek az a magyarázata, hogy az acélhenger sokkal nagyobb szilárdságánál, főleg pedig nagyobb nyúlásánál, illetőleg szívósságánál fogva a legnagyobb hengerlési nyomások felvételére is alkalmas lehet, míg az öntöttvas-henger az ilyen nagy igénybevételekre egyáltalában nem alkalmas. Viszont az acélanyagú henger rendszeren csak durvább jellegű munkákra alkalmas, minthogy az acélanyag — bizonyos mértékig hideg állapotban is képlékeny lévén — a kihűlt és megkeményedett hengerelt rudaktól benyomódásokat szenved, a magas hőfokon hengerelt darabokkal szemben pedig némi forradási hajlamot mutat úgy, hogy az acélhenger felülete (ha — mint rendszeren lenni szokott — edzetlen állapotú) aránylag rövid idő alatt durva lesz, meg-



ragyásodik, aminek következtében azután a rajta hengerelt árú is durva felületűvé válik.

A hengerek anyaguk és előállításuk módja szerint általában a következő csoportokba oszthatók:

1. Öntöttvas-hengerek,
  - a) közönséges szürkevasból valók,
  - b) félkemény hengerek,
  - c) kéregöntésű hengerek,
2. Acélhengerek,
  - d) acélöntésű hengerek,
  - e) kovácsolt acélhengerek,
  - f) edzett acélhengerek.

A kereskedelmi rúdvasak legnagyobb részét és általában a *kisebb folyóméter-súlyú* szelvényeket rendszeren öntöttvas-hengereken gyártjuk. A nehezebb, nagyobb folyóméter-súlyú szelvényeket hol öntöttvas-, hol pedig acélhengereken hengerlik. Nagyobb előnyújtó-hengerek és tuskóhengerek (blokkhengerek) úgyszólván kizárólag acélból, acélöntésből készülnek. Hogy az egyes hengerlési műveletekhez melyik hengerfajtát alkalmazzuk, annak eldöntése a fentiek után nagyobb nehézségbe sohasem ütközhetik. A hengerek anyagának kérdése az, amelyben — a hengerek és a hengerelt árúk feléletének rövid tanulmányozása után — a kezdő mérnök is helyesen tudhat határozni. Itt ugyanis nem lehet általános érvényű, merev elveket hangoztatni, mint-hogy a hengerek anyagának kérdése — a kész hengerelt árúk tiszta felületének elengedhetetlen föltételén túl — első sorban üzemgazdasági kérdés. Nem ritkán tapasztalható, hogy az egyik hengermű kifogástalan műszaki és gazdasági eredménnyel használ acélhengert olyan célra, amelyre a másik hengermű esetleg öntöttvashengert alkalmaz jó eredménnyel. A hengeranyag megválasztása tekintetében tehát nem annyira az általános elv, hanem inkább az a körülmény dönt, hogy hengerművünk acél-, vagy öntöttvas-hengert tud-e jobb minőségben és kedvezőbb árban szerezni. A hengermű — több okból — mindig szívesen használja saját gyáranak, vagy vállalatának hengereit. Pedig ebben a tekintetben sohasem lehetünk eléggé óvatosak, mert ha saját öntőművünk nem egészen kifogástalan minőségi hengereket gyárt, úgy azok sohasem lehetnek eléggé olcsók a nagyobb árú, de esetleg legjobb minőségű idegen eredetű hengerekkel szemben. A „mindent-gyártani-tudás” kora régen lejárt és hen-



gereinket igyekezzünk mindig attól a gyártól beszerezni, amelyiknek ezen a téren legnagyobb múltja, legnagyobb gyakorlata és legjobban bevált anyaga van. Annál inkább ajánlatos ez, mint-hogy használt hengereink anyagának esetleges silánysága nem csak termelési költségeinkben, hanem hengerelt áruink felületén is éreztetni fogja előnytelen hatását.

Ami már most a *hengeranyagok vegyi összetételét* illeti, általános érvényű szabályt ezen a téren sem állíthatunk fel, de minden esetre célszerű, ha bizonyos határokat még sem lépünk túl.

*Közönséges, szürke öntöttvasból való hengerek* anyagául igen jól bevált az olyan öntöttvas, amelynek összetétele a következő:

$$\begin{aligned}\text{összes C} &= 2.6-2.85\% \\ \text{Mn} &= 0.7-0.90\% \\ \text{Si} &= 0.5-0.90\% \\ \text{P} &= 0.5 \quad \% \text{ alatt.}\end{aligned}$$

Fontos, hogy az ilyen hengerek Si-tartalma a fenti határközön belül minél alacsonyabb legyen, mert csak így biztosíthatjuk a megmunkált henger sima és tömör felületét, ami viszont a készárú sima és tiszta felületének feltétele. Kisebb Si-tartalom, illetőleg sima és tömör felület esetében a henger kopása is megfelelően kisebb lesz. A legjobbnak bizonyult szürke-öntésű hengerek rendszeren *lángkemencéből* öntetnek.<sup>1</sup>

A *félkemény hengerek* agyaggal kikent vasmintában készülnek és főleg könnyű sorozatok idomvasainak hengerléséhez használatnak.

A *kéregöntésű hengereket* általában fényező-állványokban és főleg lemezek hengerléséhez használjuk.

Az *acélból való hengerek anyaga*, — ha azokat kész-hengerlés céljaira használjuk, — rendszeren 0.6—0.8<sup>o/o</sup> C-t szokott tartalmazni. Tömbelőnyújtók (blokkhengerek) hengereinek C-tartalma lehetőleg 0.45—0.50<sup>o/o</sup> alatt maradjon, minthogy az ennél C-dusabb acélhengerek anyaga a hűtővíz, vagy a hűtőlevegő hatására könnyebben kap repedéseket. Kovácsolt acélhengereket csak kivételesen és csak akkor használunk, ha a hengerlési nyomásnak és a henger átmérőjének viszonya rendkívül kedvezőtlen. Edzett acélhengereket *hideg-hengerlés* céljaira szoktunk alkalmazni.

<sup>1</sup> B. Osann, Lehrb. d. Eisen- u. Stahlgiesserei, V. kiadás. W. Engelmann, Leipzig, 1922. 160. old.



Nem lehet eléggé hangsúlyozni annak a szükségességét, hogy a hengermű mérnöke sorozatainak összes hengereiről, tehát egész *hengerparkjáról* — sorozatok szerint [elkülönített] — *hengernyilvántartást, hengernaplót, hengertörzskönyvet* vezessen. Ebben a nyilvántartásban *minden egyes hengernek* külön törzslapja van, egy-egy törzslapnak címét tehát egy-egy hengernek jellemző megjelölései képezik. Az adatok, amelyeket egy-egy ilyen törzslapon nyilván kell tartanunk, a következők:

1. a hengert szállító cég neve,
2. a henger analizise,
3. a henger átmérője állandóan egyazon üregben,
4. a hengeren készült árumennyiség súlya két átesztergályozás időpontja között,
5. csaptörések időpontja és oka, csapforrasztások időpontja és módja s más hasonló.

A hengernyilvántartás lapjai tehát kerülbelül olyan beosztásuak legyenek, amelyet a III. számú táblázat bemutat. Ilyen nyilvántartás birtokában hamar fogunk tájékozódni abban a tekintetben, hogy melyik vegyi összetétel bizonyult a legalkalmasabbnak egy-egy hengerlési művelethez és hogy melyik szállító cég tekinthető a legmegbízhatóbbnak. Azt is mutatja az ilyen napló, hogy milyen mértékben fogy a henger átmérője s hogy ilyenképen mikor kell a henger pótlásáról gondoskodnunk. Kétségtelen, hogy az lesz a legjobb hengerünk, amelyekkel a legnagyobb mennyiségű hibátlan hengerelt árút tudjuk gyártani olyan módon, hogy a hengerlést követő átesztergályozáskor a legkisebb átmérő-csökkenés következze be. Ennek a követelményünknek csakis a tömör, hólyagoktól mentes, sima felületű és egyenletes szövetű hengeranyag fog megfelelni, amint arra már előbb is rámutattunk.

A hengerek anyagának megdolgozása, időnkénti átesztergályozása a hengerműnek egyik legfontosabb és legsajátabb ügye, éppen azért nem helyeselhető, ha a hengereszterga-műhely nem a hengermű tartozéka. Ha a helyi viszonyok olyanok, hogy a hengereszterga-műhely nincs a hengerművel összeépítve, vagy attól éppenséggel távol fekszik, úgy legalább az esztergaműhely hengerosztálya legyen a hengermű vezetőjének közvetlen kezelésében. Határozottan helytelen, ha igen nagy súlyú hengereket sorozatuktól nagy távolságra kell elszállítani esztergályozás, vagy



csiszolás céljából. A hengerpark áttekinthető rendszerű és a sorozathoz közel fekvő legyen; benne a hengerek kevés kézimunkával és veszély nélkül legyenek kezelhetők.

III. számú táblázat.

Hengerek nyilvántartásának törzslapja.

.....oldal.

Henger: reversáló duo-sorozat 34,5 kg-os sín  
készpárjának felsőhengere.

Anyag: öntöttvas.

Súly: 65 q.

A henger be- vésett jele	A szállító cég neve és helye	Összetétel %					Átmérő a ..... üregben mm	Két esztergálás között henge- relve q	Átesztergálás dátuma és az új átmérő mm	Megjegyzés
		C	Mn	Si	S	P				
34,5 k. f.	Vasgyár Diósgyőr	2,6	0,8	0,5	0,07	0,3	750	—	—	
							—	6000	746	
							—	5700	741	

A hengerek méretezése a kohógéptan tárgykörébe esvén, a hengerek méretei tekintetében tehát a *Hütte* (Taschenb. f. Eisenhüttenl. III. k.) 637. oldalára utalunk, ahol a különféle hengerek méretei és ezen méretek egymással való összefüggése föllelhető. Mégis célszerűnek véljük, hogy a IV. számú táblázatban összefoglalva bemutassuk azokat a hengerméreteket, amelyek Nagy-magyarország egyik legnagyobb vasművében, a korompai vas- és acélgyár hengerműveiben hosszú időn át igen jól beváltak.



**Hengerméreték a korompai hengerművekben.**

Sorozat	Henger elnevezése	Test		Forgó csap		Kapcsoló csap	
		hossz	$\Phi$	hossz	$\Phi$	hossz	$\Phi$
		m i l l i m é t e r					
durvasor	tömbelőnyújtó	2500	900	450	480	290	450
	reverzáló készsori	2000	770	400	400	250	380
középsor	trióelőnyújtó	1800	600	310 és 360	340	200	320
	fényező	600	470	250	250	170	235
	készsori	1100	470	250	250	170	235
		1200					
1250 1400							
finomsor	I-ső trióelőnyújtó	1300	530	250 és 310	265	200	235
	II-ik trióelőnyújtó	1150	400	190	220	130	192
	fényező	500	280	170	156	120	150
	készsori	500 800	280	170	156	120	150

#### IV. A hengerrajz.

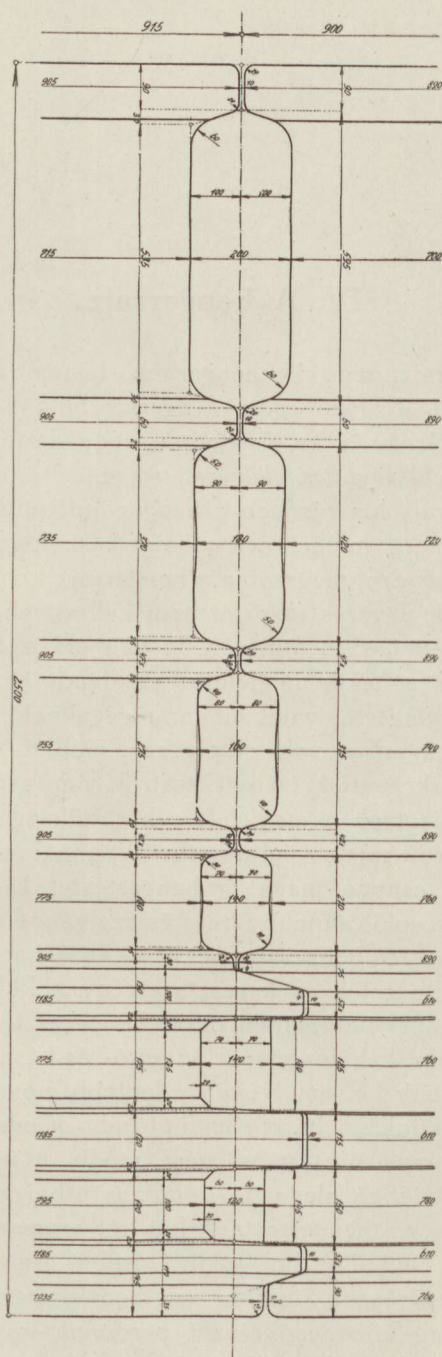
A hengerrajz nem egy hengernek, hanem az egyazon állványban együtt dolgozó *egész hengerjáratnak* — tehát duónál kettő, triónál három és kettős-duónál négy darab hengernek — *különleges kivitelű együttes előlnézeti rajza*.

A hengerrajz kis részben a henger-öntőműnek, főleg azonban a hengereszterga-műhelynek céljaira készül, amely körülmény már magában véve is megszabja a hengerrajz kivitelének módját. A hengerrajznak ugyanis eszerint nem kell egyebet tartalmaznia, mint a *hengertest* összes átmérőit, a kaliberközőknek — vagyis a *bordáknak* és a nekik megfelelő bemélyedéseknek — keresztmetszetét és méreteit, valamint az üregeknek, illetőleg üregrészeknek a hengerben való elhelyezési módját. Minthogy pedig esetünkben körkeresztoszervényű testről van szó, természetes, hogy ennek a testnek a megjelölt célra szükséges összes adatai egyetlen előlnézeti rajzban feltüntethetők, annál inkább, minthogy a hengerrajzon csupán magát a hengertestet kell ábrázolnunk. A forgó- és kapcsoló-csapok mérete és szervénye ugyanis — egy-egy hengersor összes hengereire nézve — általában azonos szokott lenni s ezek a méretek és keresztoszervények különben is ismeretesek úgy a henger-öntőműben, mint a hengereszterga-műhelyben.

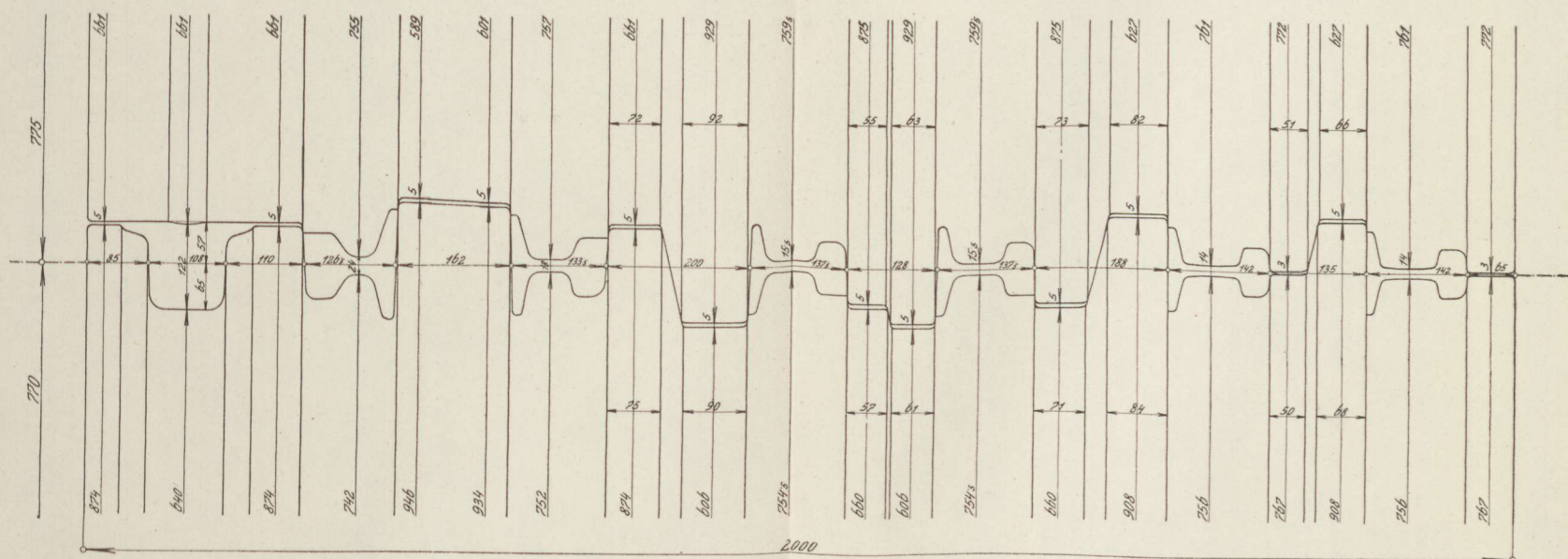
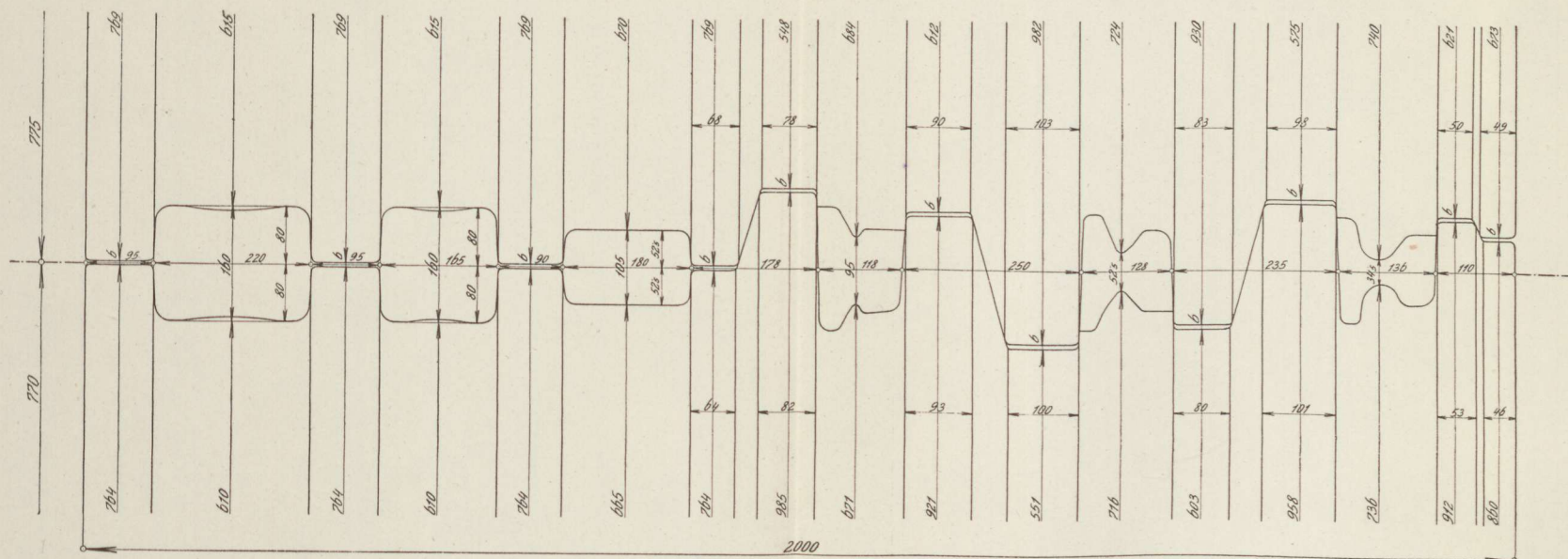
A 2. – 7. ábrák különböző előnyújtó- és kész-hengerek hengerrajzait mutatják be, amelyeken a fentebb mondottaknak megvalósítását láthatjuk. A három legfontosabb *hengerjárat-typusnak* bemutatott ábrázolási és méretezési módja a hengerrajzok elkészítése tekintetében elegendő *általános* utbaigazítást adhat.

Látjuk, hogy a hengertestnek két-két szomszédos üreg közé eső részei hol nagyobb, hol pedig kisebb átmérőűek, mint a szomszédos üregrészek. Előbbi esetben a hengertestnek két szomszédos üreg közé eső részét *bordának* nevezzük, míg az utóbbi esetben olyan bemélyítéssel van dolgunk, amelyik az

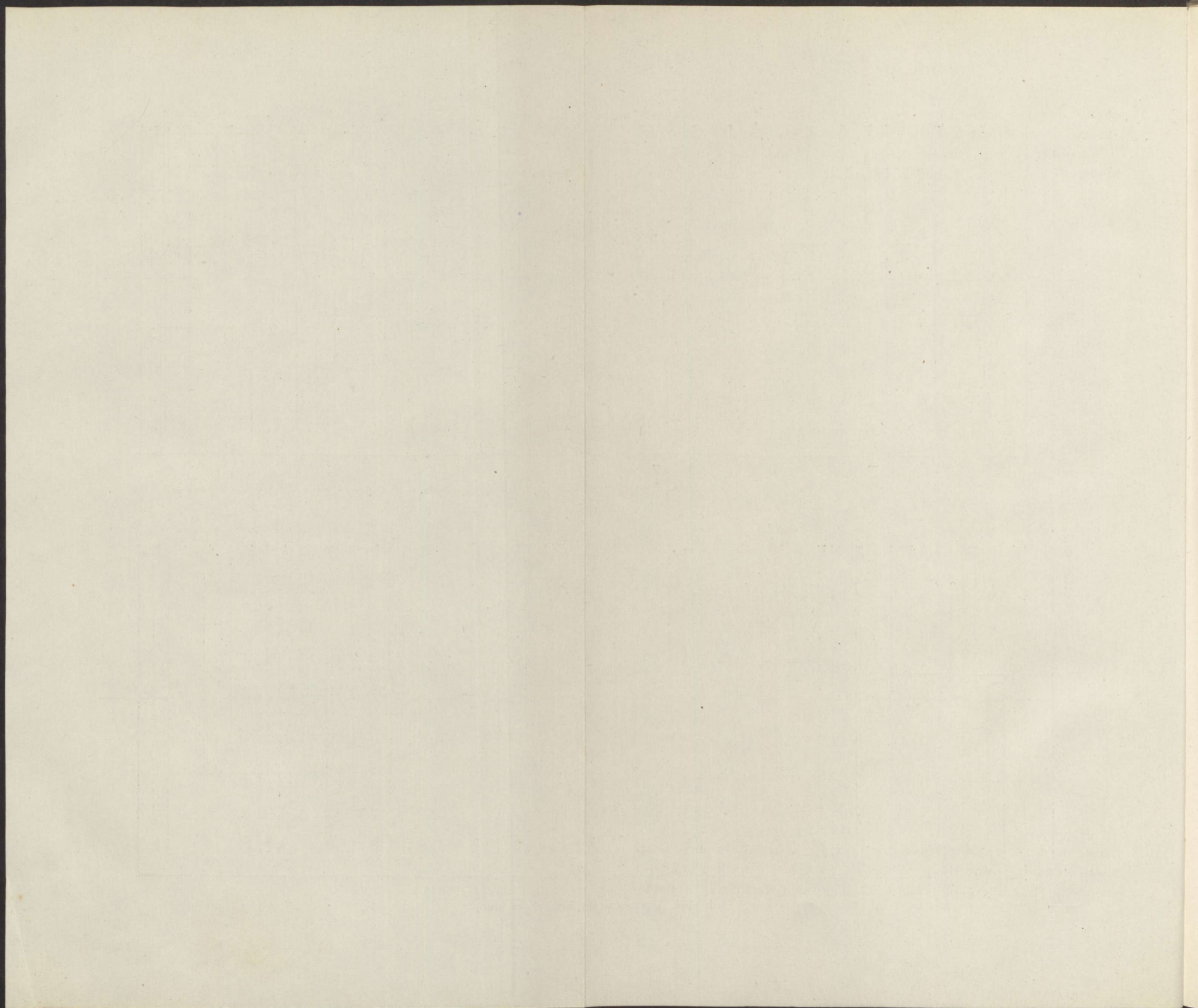




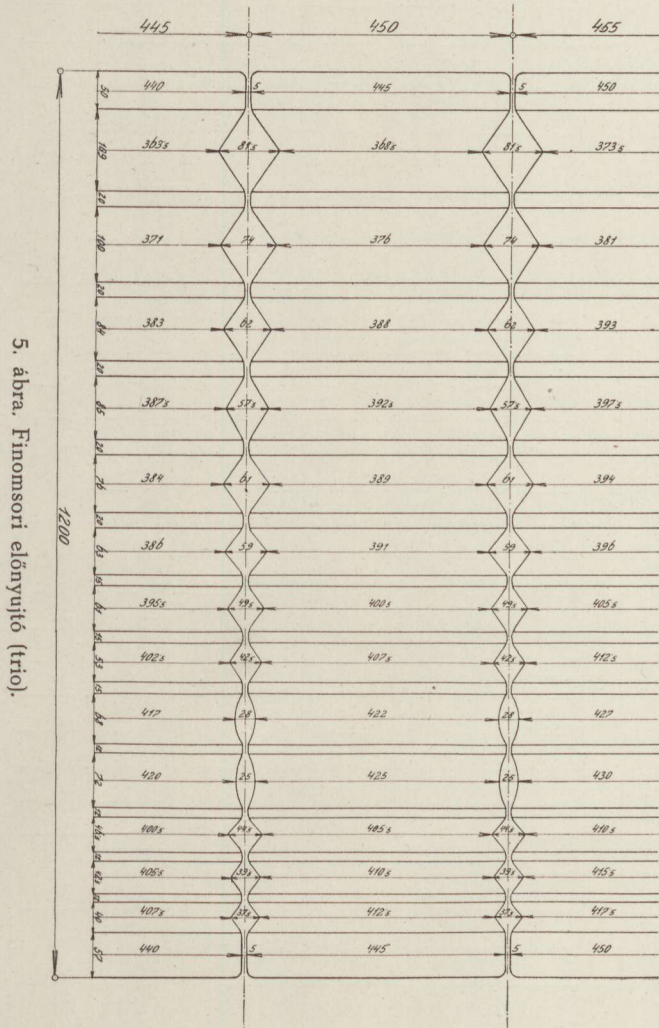
2. ábra. Blokhengerek rajza (duo).







együtt dolgozó másik henger behatoló bordájának befogadására szolgál. A hengertest végein lévő bordákat *záróbordáknak* mondjuk. A záróbordák nem ritkán *lépcsős borda* alakjában vannak kiképezve (2. ábra jobboldali záróbordája és 7. ábra felső henger-

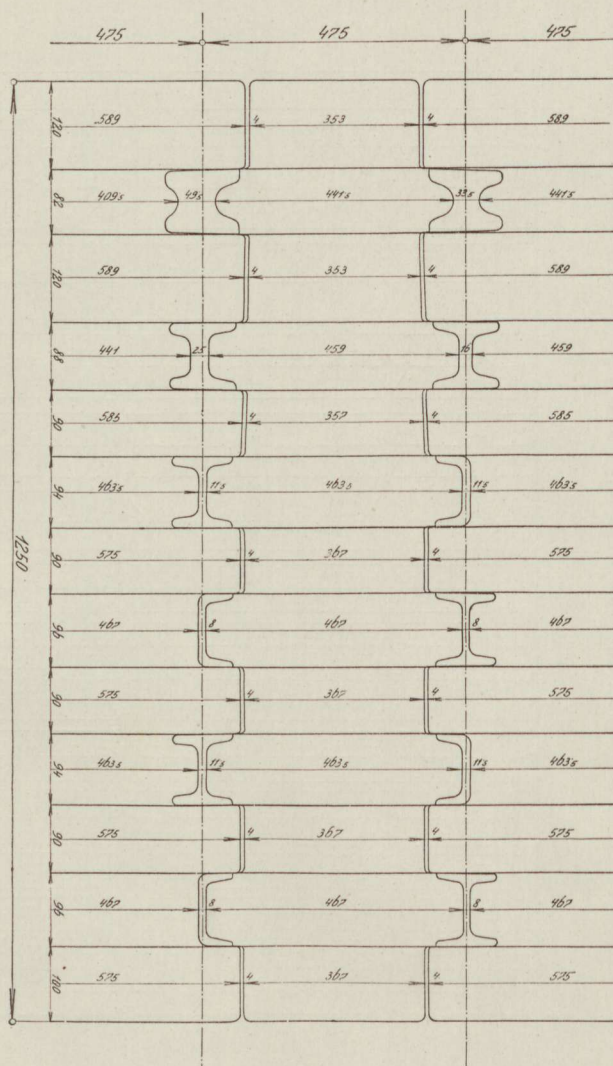


párjának mind a két záróbordája). Amint a 2., 3. és 4. számú ábrák hengerrajzain láthatjuk, lépcsős bordát nemcsak a henger-végeken, hanem üregek között is alkalmazni szoktunk, aminek

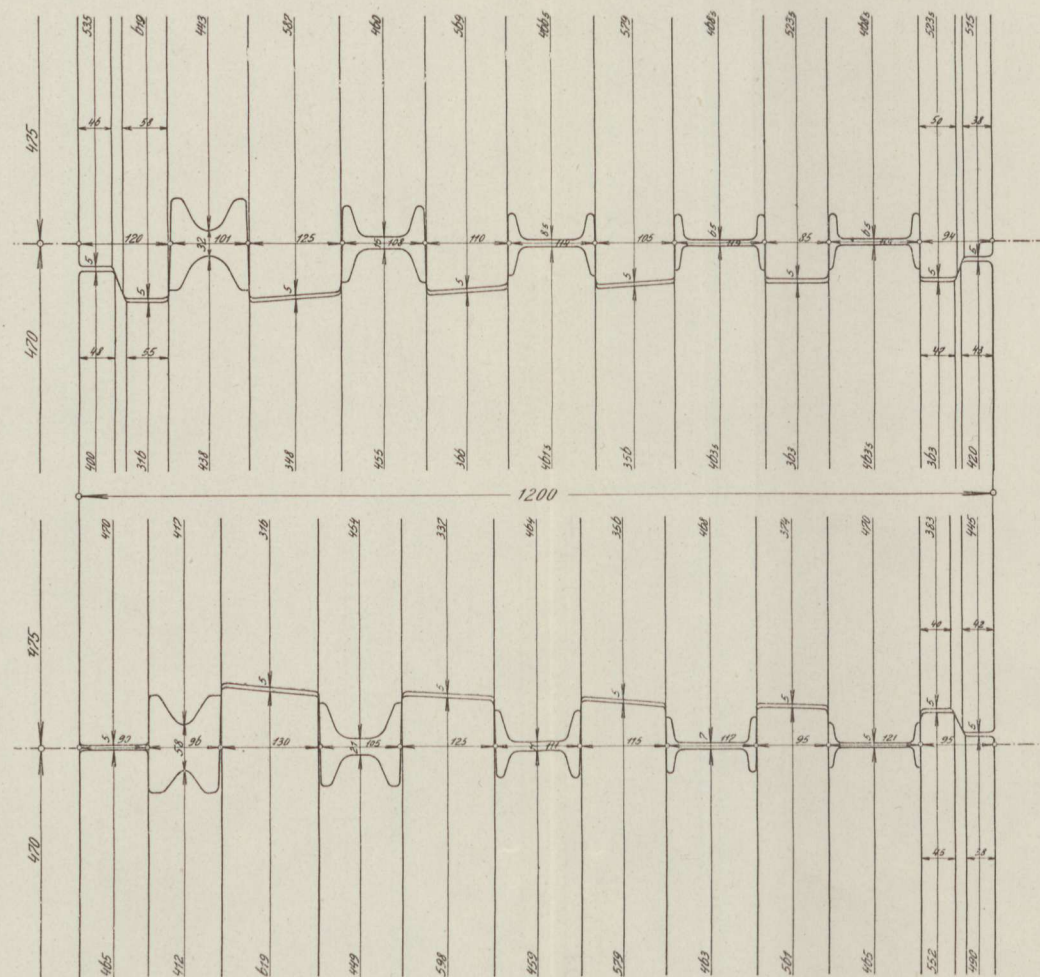


okaira még visszatérünk. A hengertest hosszának minél jobb kihasználása érdekében készítendő előzetes üregelhelyező tervünk szempontjából ne feledjük, hogy az összes bordák száma ter-

6. ábra. Gerenda-előnyújtó (trio).

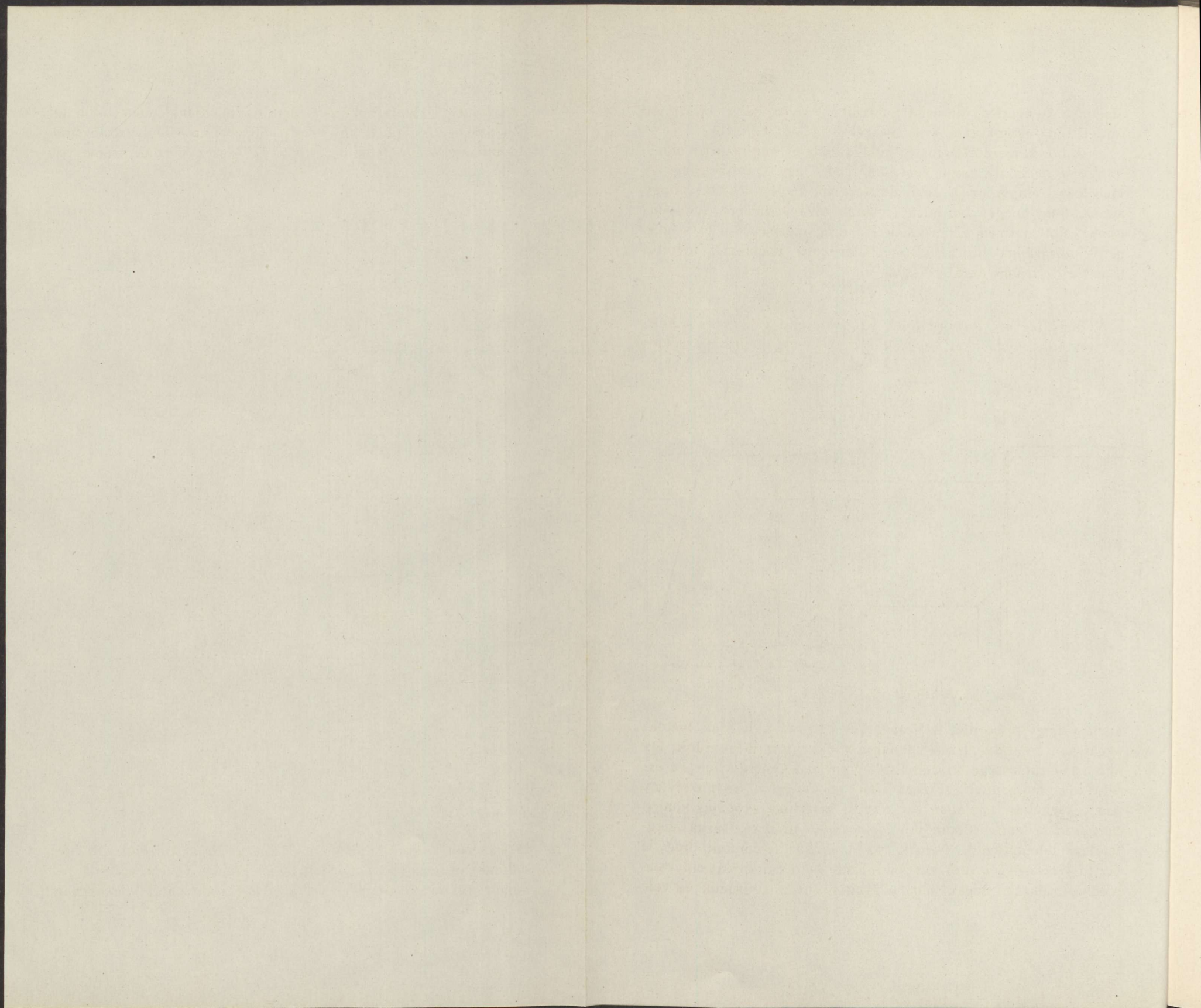


mészetesen eggyel több, mint az összes üregek száma. A bordáknak az a céljuk, hogy két szomszédos üreg bemélyített, bevágott részei közé olyan elválasztó falat, gátat alkossanak,



7. ábra. Gerenda-készpenger (kettős duo).



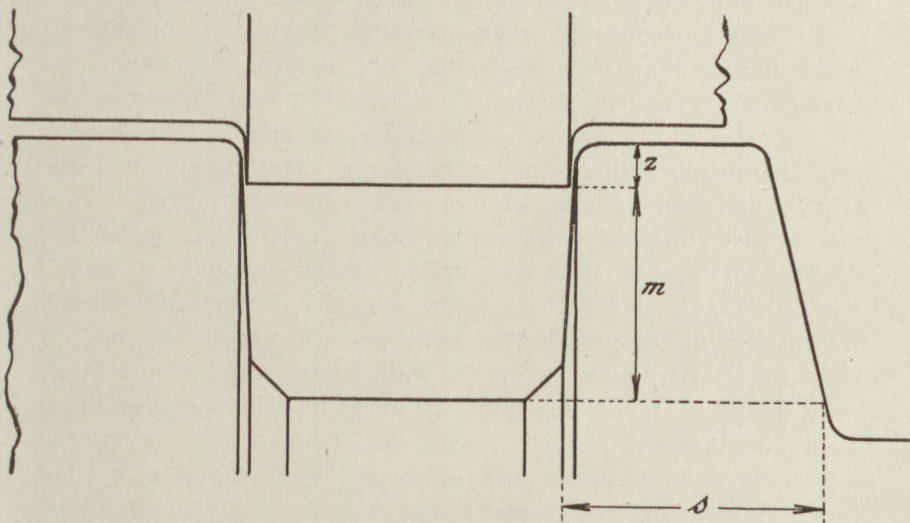


amely a hengerlési művelet vízszintes, vagy közel vízszintes irányú oldalnyomását a törés veszélye nélkül fogja föl.

A borda méretét nem szoktuk számítani, minthogy az oldalirányú nyomás nagysága sem állapítható meg számszerűleg. A méretezés alapja az a régi idők óta jól bevált szabály, hogy az öntöttvas-henger bordáját legalább olyan szélesre kell vennünk, mint amilyen a bordának (az üreg mélységével és a hengerek zárásának hosszával meghatározott) magassági mérete. (Lásd a 8. számú ábrát.) Vagyis

$$\text{min. } s = m + z$$

kell, hogy legyen. A bordáknak ezen szélességi méretei a hengertest hosszából sokat vesznek igénybe és így egészen termé-



8. A hengerborda méretezése.

szetes, hogy a bordák szélességét — ha az a bordák biztonságát nem veszélyezteti — gyakran csökkenteni igyekszünk. Így a bordák szélessége veszedelem nélkül csökkenthető  $m + z$  értéke alá valamennyi egyszerű alakú (nem „*idom*”-vas) szelvény üregezésénél és általában ott, ahol a bordának erőteljes konicitása van  $s$  ahol a bordához csatlakozó üregnek sarka megfelelően letompítható. Nem szabad azonban felednünk, hogy a borda-szélességgel való minden túlzott takarékoskodás súlyosan megbosszulhatja magát, mert a gyenge borda kitörhetik és vele



az egész henger használhatatlanná válhatik.

*Acélöntésű hengereknél a bordaszélesség* mérete gyanánt a magasságnak  $\frac{2}{3}$ -része is elegendő, ha az acélhenger szívós minőségű és ha a csatlakozó kaliberek szélességének kiszabásánál a hengerelt szelvény szélesedésének, illetőleg a várható oldalnyomásnak nagyságával bőséges biztonsággal számoltunk.

Amiket az eddig mondottakon kívül a hengerrajzon termszetszerűleg és föltétlenül látnunk kell, azok a következők: *a hengerköz, az üregek nyitásának mértéke, a laposvas-jellegű üregrészek magassági méreteinek fokozatos csökkenése, valamint az üregek szélességi méreteinek fokozatos növekedése.*

A *hengerköz*-nek az a célja, hogy egyrészt megakadályozza a hengerfelületeknek jelentékeny hosszúságon való egymáshoz tapadását, illetőleg a hengerfelületek felesleges surlódását, másrészt, hogy elősegítse az üregmagasságok megfelelő módosítását. A hengerköz nagysága 1—5 mm között szokott változni és körülbelül egyenesen arányos a hengerátmérők nagyságával.

*Az üregek nyitása* alatt az üreg-alakoknak olyan módon való kiszabását értjük, hogy a hengerbe vágott üregidom jobb- és baloldali határvonalai, esetleg ezek érintői ne legyenek egymással párhuzamosak, hanem egymással szöget zárjanak be. Az üreg nyitása tehát az üreg szélső határvonalainak egymástól való elhajlását, illetőleg ennek az elhajlásnak mértékét jelenti. Az üregek nyitásának kettős célja van: az egyik az, hogy a hengerlendő darabnak az üregbe való bevezetését, bejuttatását, majd pedig az áteresztés után az üregből való kiszabadulását megkönnyíthesse; a másik pedig az, hogy a henger kopása folytán beállott üregszélesedés kiküszöbölését, vagyis az eredeti üregszélesség helyreállítását minél kisebb átmérővesztéssel tegye lehetővé. Nem lehet kétséges, hogy az üregnyitások alkalmazása a kész-, vagy ahhoz már közel álló üregben a szelvényalak tökéletességének rovására mehet, ha ezen üreg szelvényeiben a szélső határvonalaknak tulajdonképen egymással párhuzamosaknak kellene lenniök, illetőleg, ha ez utóbbiaknak a szelvény alsó határvonalaival derékszöget kellene zárniök. Éppen ezért föltétlenül szükséges, hogy a nyitás százalékos mértékét a hengerlés előrehaladásával, illetőleg a készüreghez közeledve mindig fokozatosan csökkentsük. Ugyanezen okból *a nyitás nagysága előnyújtó üregeknél 3—10 %, készüregeknél pedig 2—3 % szokott lenni.* A százalékos nyitás nagyobb a középen vízszintesen



osztott üregeknél, mint az úgynevezett *zárt üregeknél* (amelyek csak alsó, vagy felső sarkaikon vannak nyitva) és ugyancsak nagyobb a százalékos nyitás vékonyabb szelvényeknél, mint vastagaknál.

Az *üregek magassági és szélességi méreteinek* a hengerrajzon való feltüntetéséhez magyarázat alig szükséges. Legfeljebb annyiban, hogy a kaliberekről pontos *üregtervek* (sablonrajzok) külön és előzetesen úgyis készülnek, amiért is a magassági méretek rendszeren csak azokban a kaliberrészekben tüntetendők fel, ahol azok a nyomásviszonyokra feltűnően, vagy jellemzően világítanak rá, míg a szélességi méretek rendszeren csak a hengerlési vonalban jelöltetnek meg.

A *hengerlési vonal* alatt a hengerrajz síkjában fekvő azt a közös alkotót értjük, amelyben a két egymással dolgozó henger képzeletbeli palástja egymással érintkezik. Minthogy a hengerlési vonal helyzete a hengerrajz egész szerkesztésére döntő befolyással bír, ezt a vonalat *szerkesztési vonalnak* is szoktuk nevezni.

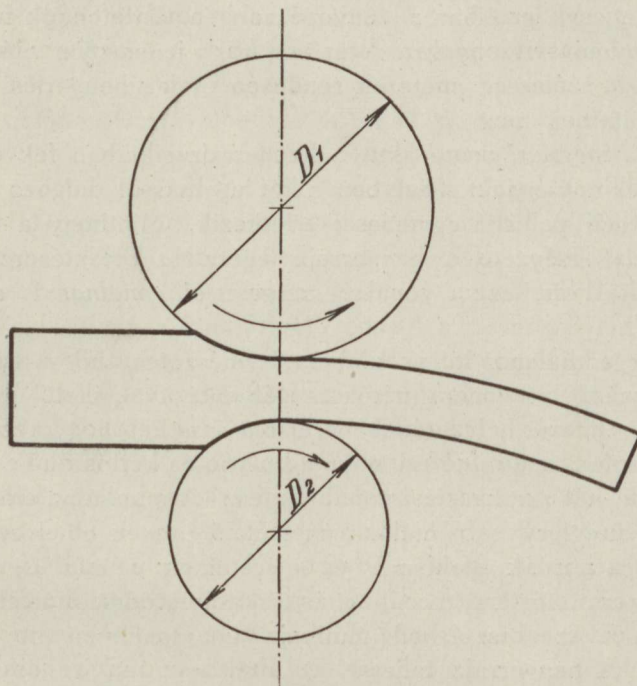
Az eddig mondottak alapján természetes, hogy a hengerrajz munkája a hengerátmérők megállapításával, illetőleg a szerkesztési vonalak helyzetének berajzolásával kell hogy kezdődjék. Természetes, hogy duó esetében egy, trió és kettős duó esetében pedig két-két szerkesztési vonalunk lesz. A munka az előzetesen készült üregterv sablonjainak megfelelő üregek elhelyezésével, illetőleg a bordák alakjának és méreteinek a már ismertetett elvek szerint történő megállapításával folytatódik, amivel a hengerrajznak szerkesztésbeli munkája tulajdonképpen be is van fejezve. A hengerrajz teljessé az által lesz, ha az összes átmérőket és szélességeket pontosan kiszámítjuk, ellenőrizzük s azoknak mm-ben kifejezett számértékeit a megfelelő helyekre bejegyezzük.

A szerkesztési vonalak helyének megállapítása a *felső*, vagy *alsó nyomás* mértékének megválasztása alapján történik. A felső, vagy alsó nyomás alatt azt értjük, hogy a szerkesztési vonal *felett*, vagy *alatt* ábrázolt henger szerkezeti (ideális, képzeletbeli) átmérője-e a nagyobb. A milliméterben kifejezett méretkülönbséget a *felső (vagy alsó) nyomás mértékének* jelzésére szokták használni. A felső vagy alsó nyomások értéke — a hengerek átmérőjének nagysága arányában — körülbelül 5–35 mm között szokott mozogni. Azonban — a blokkhengereket



kivéve — rendszeren 10 mm alatt marad a felső, illetőleg alsó nyomás mértéke.

A felső vagy alsó nyomás alkalmazását az a körülmény teszi szükségessé, hogy az üregből kiszaladó darabot hol a felső, hol az alsó hengertől akarjuk elterelni. Ezt pedig a felső vagy alsó nyomással tényleg célszerűen érhetjük el, minthogy a nagyobb átmérőjű s így nagyobb területű hengerről az idő-



9. ábra. A hengerátmérők különbségének hatása.

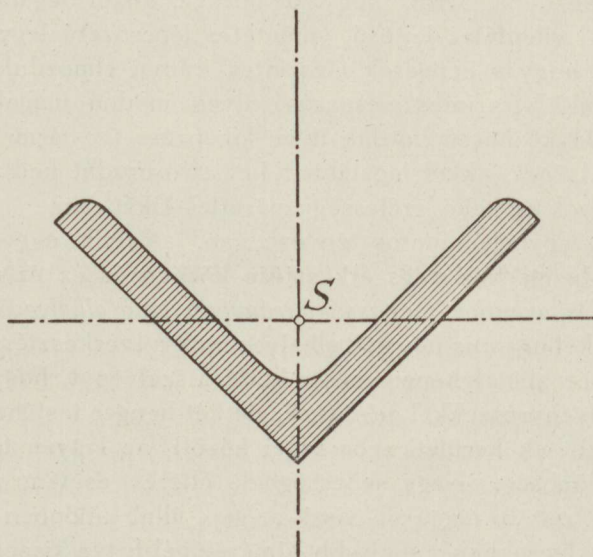
egységben nagyobb rúd hosszúság bonyolódik le, mint az együtt dolgozó kisebb hengerről úgy, hogy a kilépő darab a nagyobb hengertől a kisebb felé hajló alakot kap. (L. a 9. számú ábrát.) Erre az elterelésre vagy azért van szükség, hogy a darabnak az üregbe való betapadását ellensúlyozzuk és a darabot szándékosan a horzsolókésre hajtsuk, vagy azért, hogy a görgőket, illetőleg ezek tengelyeit, csapjait és csapágait a máskülömben hevesen rájuk csapódó hengerelt darab veszedelmes ütéseitől megkíméljük.



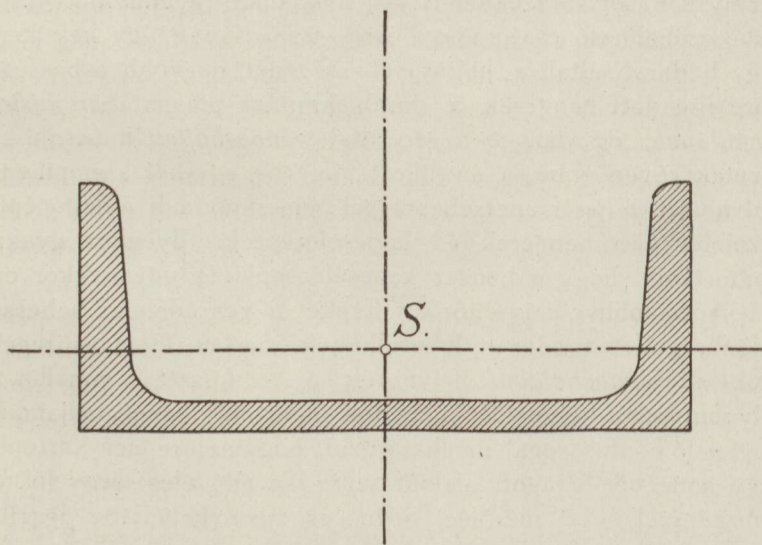
Az idomvasak hengerrajz-tervezeténél sohasem szabad megfedkezünk arról, hogy a bordák közül legalább kettő egymással ellentétes lejtésű, ellentétes lépcsőzetű legyen abból a célból, hogy a hengerek vízszintes irányú elmozdulása, egymáson való vízszintes elcsuszása ilyen módon megakadályoztassék. Ha közbeeső bordák ilyen kiképzése — bármi okból — nem lehetséges, akkor legalább a két záró-bordát kell ellentétes lépcsőzéssel és kellő szélességi mérettel kiképezni.

Még egy igen fontos tényező van, amelyik nagy szerepet játszik a hengerrajz megszerkesztése közben és ez az *üregeknek a hengerlési vonalon magassági irányban való elhelyezési módja*. Az üregeket ugyanis úgy kell elhelyeznünk a szerkesztési vonalon, hogy ez utóbbi olyképen messe ketté a szelvényt, hogy az egyazon szelvényrészekkel érintkező, de két henger testéhez tartozó hengerfelületek kerületi sebességei között ne legyen túlságosan nagy különbség. Nagy sebességbeli eltérés esetén ugyanis a hengerelt darab magával viszi a gép által különben lasabban hajtott (helyesebben: a kisebb átmérőjénél fogva kisebb kerületi sebességgel haladó) hengert is, aminek következtében azután a hengersorozatban olyan nagy megfeszülés következik, hogy az a darab kifutása pillanatában erős „*visszacsapás*“, zökkenés (amely sokszor törésekkel is jár) alakjában egyenlítődik ki. Ez a messzehallható csattanással járó visszacsapás úgy keletkezik, hogy a darab által a hajtás sebességénél nagyobb sebességgel előre ragadott hengerek a darab kifutása pillanatában *hirtelen megállanak*, de viszont a gép által *tovább-hajtott* kapcsolószerkezetek révén ebbe a megállott tömegbe egy-két szempillantás múlva újra teljes menetsebességgel belecsapódnak a hajtógéphez közelebb álló hengerek és kapcsolórészek. Ilyenkor gyakran megtörténik, hogy a henger kapcsolócsapja és ugyanekkor egy-két kapcsolóhüvely is eltörik. Ezeket a veszedelmes sebességkülönbségeket rendesen kikerülhetjük, ha az idomvasüregeket azok *súlypontvonalával* helyezzük a szerkesztési vonalba. A súlypontvonal helyzetét pillanatok alatt úgy lehet céljainknak megfelelő pontossággal meghatározni, hogy az üregnek kartonból, vagy lemezből kivágott alakját szilárdan álló éles tárgy (pl. háromszögszelvényű mérőléc) élén egyensúlyhelyzetbe igazítjuk olyan elhelyezésben, amilyenben az üreg a hengerlési vonalon is feküdni fog. (Lásd a 10. és 11. számú ábrákat.)





10. ábra. Szögletvas üregének elhelyezése a hengerlési vonalon.



11. ábra. U-vas üregének elhelyezése a hengerlési vonalon.

## V. A hengerlési nyomás módja és hatása.

Az I. fejezetben megállapítottuk, hogy a hengerlési művelet nem egyéb, mint a forgómozgás alkalmazása által folyamatossá tett nyújtó-kovácsolás. Ennek a megállapításnak a két műveletet kísérő jelenségeknek és az igénybevételi módoknak lényegükben teljes azonossága képezi az alapját. Ennek dacára a hengerlési művelet igénybevételi viszonyainak szabatos elméleti vizsgálata igen nagy nehézségekbe ütközik, egyrészt, mert a hengerlés művelete közben rugalmas és képlékeny (maradó) alakváltozások egymásbafonódva mennek végbe, másrészt, mert a hengerlésnél nem síkbeli, hanem mindig térbeli feszültségekkel és alakváltozásokkal van dolgunk.<sup>1</sup> Minthogy ilyenképpen a felépő feszültségek eloszlásának szabatos vizsgálatáról még akkor is le kellene mondanunk, ha — egyszerűsítés kedvéért — a hengerlési műveletet nem térbeli, hanem síkbeli feladatnak tekintenők, azért legcélszerűbbnek és legtanulságosabbnak bizonyul a hengerlési igénybevétel módjának és hatásának olyan kísérleti vizsgálata, amelyik az anyageltolódásoknak és a csúszászi síkok képződésének figurális, vagy makrofotografikus szemléltetését teszi lehetővé.

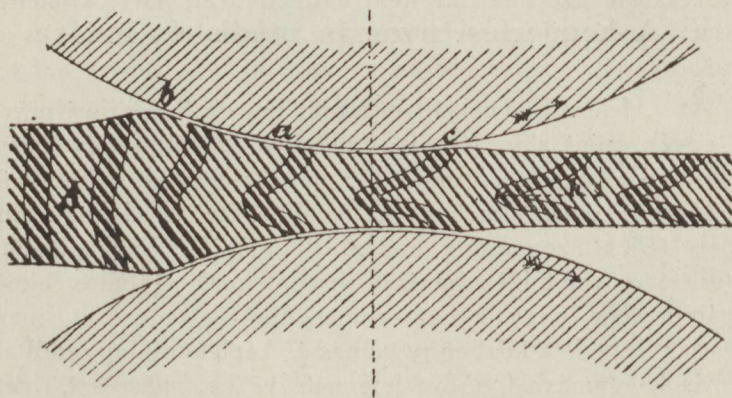
A kísérleti vizsgálatnak ezt a módját elsőnek a német *Hollenberg* alkalmazta, aki kísérletének leírását és ábráját a „*Stahl und Eisen*” 1883. évi folyamának 2. számában tette közzé. E közlemény szerint *Hollenberg* függőleges és egymással pár-

<sup>1</sup> *Friedr. Körber* und *E. Siebel*, Über die Beanspruchungsverhältnisse beim Schmieden u. Walzen, Mitteil. aus d. K.-W.-Inst. f. Eisenforsch. 1928. Bd. X., Lief. 2. — Ebből a legújabb keletű kiváló tanulmányból munkámnak V. fejezetében nemcsak több megállapítását vettem át, hanem — a Verlag-„*Stahleisen*” szíves előzékenységéből — eredeti klisék révén a tanulmánynak több ábráját is közölhettem.

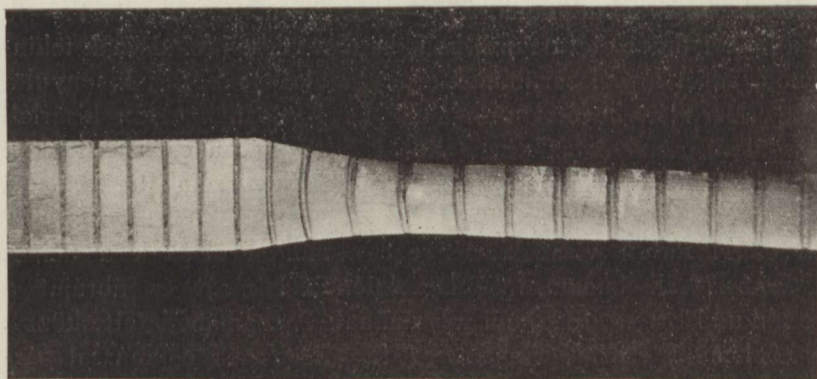


húzamos furatokkal látta el a kísérleti acélrudat, amelyet a hengerek között való áteresztés után a furatok középvonalainak közös függőleges síkjában keresztülgyalult. Az eredetileg termé-

Die vorliegende, aus der Erinnerung gezeichnete Skizze zeigt die nach dem ersten Durchgange gewonnene Beizstelle des Stabes.



12. ábra. Hollenberg elmozdulási ábráinak eredeti rajza.  
(Fényképezve a St. und Eisen 1883. évf. 2. számából.)



13. ábra. A függőleges rovasok alakváltozásának kísérleti vizsgálata.

szetszerűen egyenes vonalú furatoknak a hengerlés hatására elváltozott alakját Hollenberg közleménye *rajzolt* (nem fényképezett) ábrában mutatja be és ez az ábra az, amelyik a kohászvilágot



évtizedeken keresztül tévedésben tartotta. A Hollenberg ábrájának ez a különleges érdekessége indított arra, hogy azt a St. u. E. említett számából, — a közleménynek fontos bizonyítékul szolgáló két sorával együtt lefényképezve, — pontos hűséggel átvegyem és a 12. ábrában közöljem. Amint ezen az ábrán látható, Hollenberg *emlékezete szerint* a furatok áteresztés utáni görbéi sajátságos, mélyen behajlott, inflexiókkal bíró alakot mutatnak. A kohászvilágnak a kiváló Hollenberg által történt jóhiszemű megtévesztése azért tartott több évtizeden át, mert Hollenberg kísérletét senkisé ismételte meg (vagy nem tette közzé) és mert Hollenbergnek éppen szorosan az ábra mellett közölt azt a kijelentését, hogy *a furatok elválkozásának görbéit emlékezetből rajzolta meg*, senkisé ismételt a kellő figyelemre. Ehhez járult a német irodalomnak a német kutató kezdeményezését kellően megbecsülő és gyakran reáutaló magatartása is<sup>1</sup>, aminek azután az lett a következménye, hogy a Hollenberg teljesen téves elmozdulási ábrái maradtak meg mint kísérleti tények a kohómérnökök emlékezetében.

A kitűnő magyar vaskohómérnök, *Bencenleitner Jenő* volt az első, aki szükségesnek találta Hollenberg elmozdulási ábrájának kísérleti ellenőrzését. Bencenleitner nem furatokkal dolgozott, hanem a kísérleti rúdnak a fényezőhengerlés közben érintetlenül maradó oldallapjait egymással párhuzamosan és függőlegesen bevésített egyenes vonalú vékony hornyokkal látta el. Kísérlete és a kihengerelt rúd rovátkolt oldalának fényképfelvétele kétségtelenül bebizonyították, hogy *a rovások a kihengerlés után hátrafelé domborodó görbületet is csak kisebb mértékben mutathatnak, de inflexióik sohasem lehetnek!* Bencenleitner ezt a megállapítását, — sok egyéb igen értékes megfigyelés és számos kitűnő fényképfelvétel, meg rajz kíséretében, — egyedül a magyar „Bányászati és kohászati lapok”-ban közölte.<sup>2</sup> Hogy Bencenleiternek elsőse és komoly érdemei a nemzetközi szakirodalomban el ne homályosíttassanak, kedves emlékü kartársam kísérletét és két fényképét majdnem másfél évtizeddel később német szaklapban ismerttettem egy már említett munkám keretében.<sup>3</sup> Érdekes, hogy Bencenleitner kísérleti megállapításai még

<sup>1</sup> *W. Tafel Walzen u. Walzenkalibrieren* című könyvének új kiadása is több ízben von következtetést a kísérletből. Így pl. a könyv 26. és 78. oldalán.

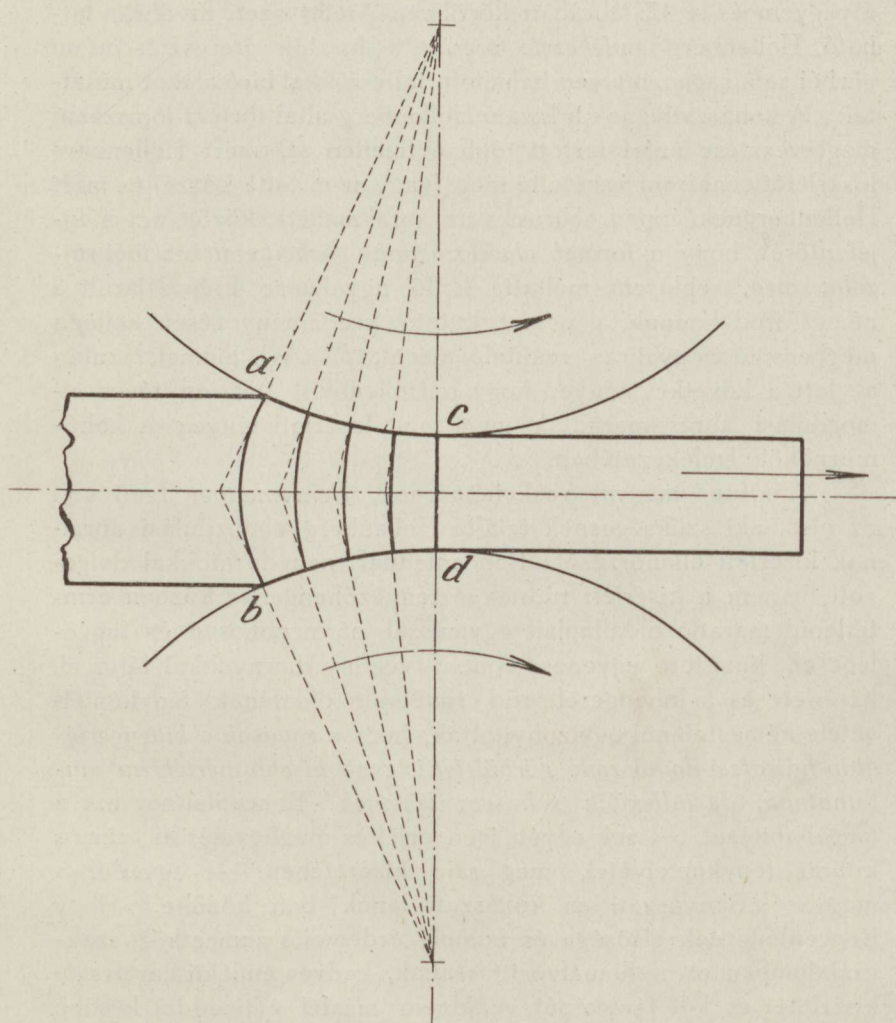
<sup>2</sup> Bány. és koh. lapok, 1910. évf. 5. sz.

<sup>3</sup> *Cotel, Über die Begleiterscheinungen des Walzvorganges*, Mont. Rundschau, Wien-Berlin, 1924. évfolyam 22. szám 636. old.



akkor is újak voltak a német és a nemzetközi szakirodalomban.

Minthogy az előbb említett kísérlet a szokásos durva szerelésű, többé-kevésbé kikopott perselyű üzemi hengereken készült és ennek következtében a fényképfelvételen a rovások — az



14. ábra. Az elhajlott rovások görbületi sugarainak fokozatos növekedése.

egyik henger előrelökődése folytán — kissé ferdén állanak, azért e helyen — a 13. ábrán — azt a fényképfelvételt közlöm, amely a soproni bányamérnöki és erdőmérnöki főiskola vaskohászati intézetében készült olyan próbadarabról, amelyet az intézet hen-

gerlőberendezésén hallgatóim hengereltek. Ez a kísérlet és ez az ábra már minden kétséget kizáróan igazolják, hogy a rovásoknak a kihengerlés után tulajdonképen megint függőleges egyenesekké kell visszaváltozniok annak ellenére, hogy a befogás négy szélső pontja közé eső területen különböző mértékű behajlásokon kellett keresztül menniök.

A befogás négy szélső pontja közé eső területen a rovátkák behajlásának görbületi sugara annál kisebb, minél távolabb fekszik az illető rovás a hengerek tengelyvonalainak síkjától. A görbületi sugár nagysága gyorsan növekszik a hengertengelyek síkja felé, amelyben végül is végtelenné válik, ami azt jelenti, hogy a hengerek közötti befogó-rés legszűkebb helyén a rovások újra teljesen kiegyenesednek. Ezt ugyan a 13. ábra is szemlélteti, de az elgörbülések szerkezeti magyarázatát csak a 14. ábra adja, amely professzor-társamtól *Finkey Józseftől* ered, aki azt rövid megjegyzések kíséretében sok esztendővel ezelőtt tette közzé<sup>1</sup> Benzenleitner kísérleteinek hatása alatt. A görbületi sugarak és a görbületek fokozatos változásának magyarázatául ehhez az ábrához semmi további megjegyzés nem szükséges.

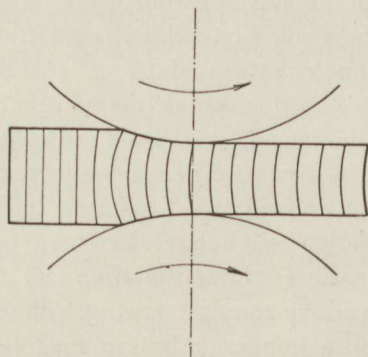
A hengerelt rúd rovásai a hengertengelyek síkján túl csakis abban az esetben egyenesednek ki teljesen, ha a rúd kifutó része annyira vékony, illetőleg ha a hengerek összenyomó hatása akkora, hogy az a rúd vízszintes középsíkjában is csaknem teljesnek tekinthető. Ha a rúd viszonylag vastag, illetőleg a hengerlési nyomás kicsi, akkor a hengerek hatása függőleges irányban nem elég mélyreható, aminél fogva a hengerlési nyomás főleg a hengerekkel szoros érintkezésben levő anyagrétegek viszonylagos előrehúzásában fog megnyilvánulni, míg a rúd belsejében fekvő anyagrétegek kissé visszamaradnak. Ennek azután az lesz a következménye, hogy vastag rúd, illetőleg csekély nyomás esetében a rovások a kifutó rúdrészen sem lesznek többé teljesen egyenesek, hanem körülbelül olyan *nagy görbületi sugarú, gyengén előrehajlott ívek*, amilyenek a 15. ábrák láthatók. De inflexiók görbék soha!

Hogy a hengerlési nyomás hatása a rúd vastagsági, magassági irányában nem egyenletesen terjed tova, hanem a hengerfelülethez közelebb fekvő anyagrétegek erősebben, a rúd vízszintes középsíkjához közelebb esők pedig gyengébben nyomatnak

<sup>1</sup> Bány. és koh. lapok, 1910. évf. 8. sz.



össze, azt — bár a tény régóta ismert volt — szintén *Bencenleitner* kísérletei szemléltették először teljes határozottsággal és szabotossággal. Ennek a kísérletnek eredményét a 16. ábra tünteti fel olyan fénykép-felvételben, amely a Bány. és koh. lapok fentebb már idézett helyén megjelent eredetiről készült. A kísérletnek — amint látjuk — az az eredménye, hogy a kísérleti rúd vízszintes és eredetileg egymástól teljesen egyenlő, 5—5 mm távolságokban bevéssett rovásai az áteresztés után már különböző szélességű közöket alkotnak és pedig olyan módon, hogy a hengerekhez közelebb fekvő közök keskenyebbek, a rúd vízszintes középsíkja mellett fekvő közök pedig szélesebbek. A 17. ábrán számszerűleg is leolvasható a közök szélességeinek a rúd középsíkja irányában való ez a fokozatos növekedése, amely igen



15. ábra. A rovások alakváltozása csekély nyomás esetében.

jelentékeny, minthogy a kísérleti rúd esetében a szélső (felső és alsó) anyagrétegek (közök) 1·9 mm-nyi vastagsági méretével a középső anyagrétegeknek 3·0 mm-es vastagsági mérete áll szemben. Átmenetképen egy-egy közbeeső réteg 2·6 mm vastag lett az áteresztés után. A közök szélességének és a rovások alakjának fokozatos változása — a befogás négy szélső pontja (a, b, c és d) között — úgy a 16. mint a 17. ábrán jól megfigyelhető. Az a-b és e-f vastagsági méretek számszerű értékeihez a következő (VII. A.) fejezetben fogunk megjegyzést fűzni.

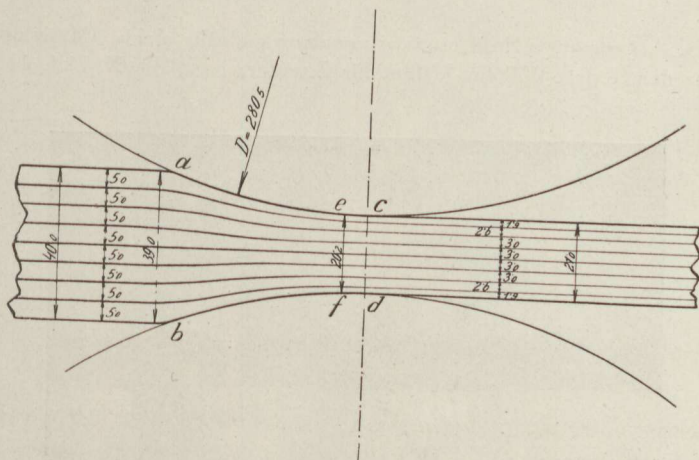
E helyen kell megemlítenünk, hogy a nyújtó-kovácsolási műveletnek vízszintesen és függőlegesen hasonlóan rovátkolt próbarúdjai lényegükben éppen olyan elmozdulási ábrákat ered-

ményeznek, mint a hengerlési próbák, ami szintén a két művelet velejének teljes azonosságát bizonyítja.

Az eddig mondottak csak következtetést engedtek abban a tekintetben, hogy a hengerlés alatt álló rúdban az anyag-részecskék milyen síkokon, illetőleg milyen vonalakon csuszognak el egymáson. Elméleti és kísérleti anyagot ebben az irányban



16. ábra. A hengerlési nyomás függőleges irányú hatásának kísérleti képe.



17. ábra. A hengerlési, nyomás függőleges irányú hatásának számszerű ábrázolása.

H. Henky,<sup>1</sup> L. Prandtl<sup>2</sup> munkái és a fejezet elején már említett F. Körber és E. Siebel-féle munka<sup>3</sup> tartalmazzak.

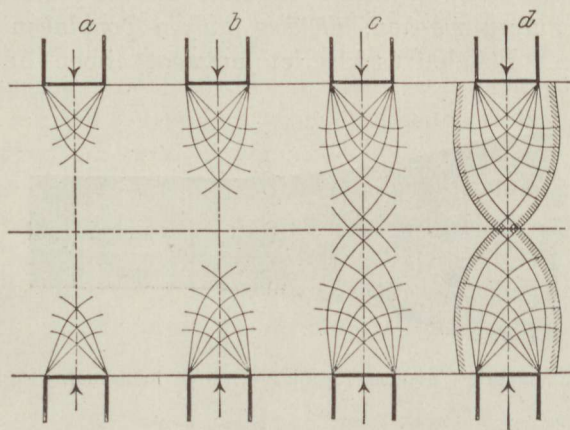
<sup>1</sup> H. Henky, Über einige Fälle des Gleichgewichts in plastischen Körper, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. 1923. évf. 241. old.

<sup>2</sup> L. Prandtl, Anwendungsbeispiele zu einem Henkyschen Satz über das plastische Gleichgewicht, ugyanott, 1923. évf. 401. old.

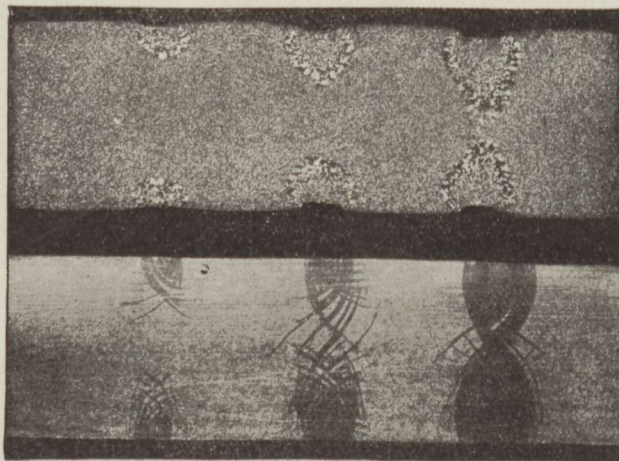
<sup>3</sup> Friedr. Körber und Erich Siebel, Über die Beanspruchungsverhältnisse beim Schmieden u. Walzen, Mitt. aus d. K.-W.-Inst. f. Eisenforsch. Düsseldorf 1928. Verlag Stahleisen Bd. X, Lief. 2.



*Henky és Prandtl* elméleti megfontolások alapján csúszási ábrákat szerkesztettek két oldalról közös síkban nyomott rudak szelvényei számára, míg *Körber és Siebel* tényleges nyomási



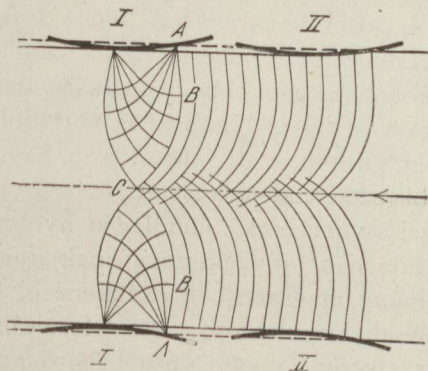
18. ábra. A nyomott acélrúd csúszási vonalainak ideális alakja. (Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung Bd. X, Lief. 2.)



19. ábra. A nyomott acélrúd tényleges csúszási vonalai három különböző nyomásnál. (Mitt. a. d. K.-W.-Inst. f. Eisenf. Bd. X, Lief. 2.)

kísérleteket végeztek lágycélból való rudakon abból a célból, hogy a megnyomott rudak csiszolatain *Fry-féle maratással* előhívják a tényleges csúszási síkokat, illetőleg azok vonalait a

csiszolás síkjában. A 18. ábra csuszási síkok elméleti ábráját tünteti fel, míg a 19. ábrán a tényleges nyomási kísérletek Frymaratással előhívott tényleges csuszászi vonalai láthatók. Az utóbbi ábra világosan szemlélteti, hogy kisebb nyomásoknál a nyomott felszinek alatt külön-külön, önálló csuszási vonalcsoport keletkezik, amelyek azonban a nyomás növelésének hatására átmennek egymásba is; előbb kisebb, majd nagyobb mértékben. A 19. ábra azt is szemlélteti, hogy a tényleges kísérlet csuszászi vonalainak nyalábja valamivel nagyobb területű, mint ezeknek a 18. ábrán látható ideális rendszere. A valóságban ugyanis az alakváltozás — az egybefüggő szomszédrészek képlékenységből folyóan — a nyomófelület szélességét kissé meghaladó szélességben indul meg és a csuszási vonalak is túlterjednek azok ideális ábrájának határvonalain. A 18. ábra elvének helyességét



20. ábra. A hengerlés csúsászi vonalainak ideális vázlata. (Mitt. a. d. K.-W.-Inst. f. Eisenf. Bd. X, Lief. 2.)

azonban a 19. ábrával szemléltetett tényleges kísérlet csuszási vonalai így is kétségtelenül igazolják.

Hogy a hengerlési művelet csuszászi síkjainak, illetőleg vonalainak is egészen hasonló alakulást kell mutatniok, az egyrészt a két művelet lényegének azonosságából joggal következtethető, másrészt a nagy méretű acéltuskók hengerlése közben a tuskó oldalairól lehulló reve — naponkénti megfigyeléseink szerint — szintén egészen hasonló görbékkel bezárt területen válik le a tuskóról, bizonyítékául a csuszászi síkok egészen hasonló alakulásának. Minthogy azonban a hengerlésnél a nyomófelület állandóan tovagördül, a folyamatos hengerlés alatt pilla-

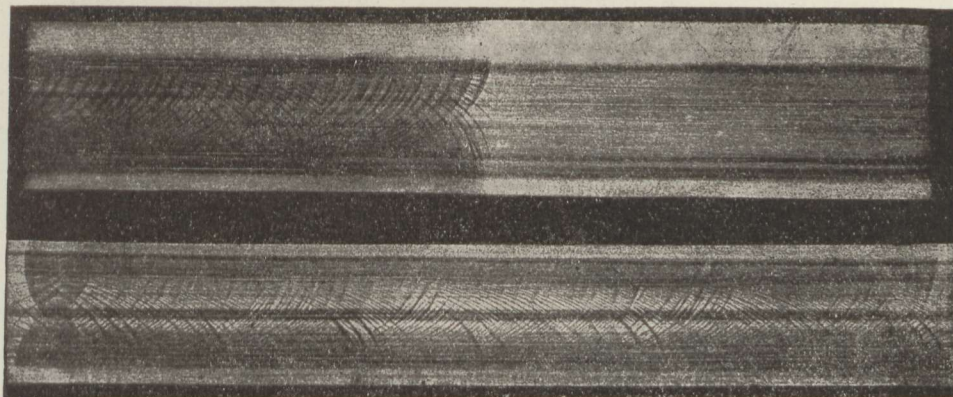


natonként újabb és újabb csuszási síkoknak kell a rúdban keletkezniök, amelyek a már kifutó rúdrészben egymásra halmozódnak. Ennek az állapotnak ideális, elméleti vázlatát a 20. ábra mutatja és pedig I jelöléssel a kezdő, II jelöléssel a folytatólagos állapotát. Ha a hengerlési nyomás kicsi, akkor a csuszási vonalak egymásra halmozódása nem olyan nagy mértékű, hogy a Fry-féle maratószer hatására ne lehetne az egyes csuszási vonalakat a csiszolaton és még tisztábban a makrofelvételen jól megfigyelni. Ha azonban a hengerlési nyomás a hidegen hengerelt próbarúdon tetemes, úgy a csuszási síkok, illetőleg vonalak annyira sűrűn fognak egymásra halmozódni, hogy a Fry-féle maratás a rúd kifutott részében csaknem teljesen egyenletes, sötétebb árnyalatú olyan ábrát fog eredményezni, amelynek záróívei a befogás kezdőpontjaiból indulnak ki és teljesen olyan alakúak, mint akár a 18., akár a 20. ábrának csuszási ívei. A kisebb nyomásra beálló csuszási vonalak halmazatos képét *Meyer* és *Nehl* kísérleti képének eredeti kliséje után a 21. ábrában, a nagyobb nyomás hatására keletkezett csuszási elváltozást pedig a 22. ábrában mutatjuk be. Ez utóbbi a soproni főiskola vaskohászati intézetén a hallgatók részvételével hengerelt kísérleti rúdról készült.

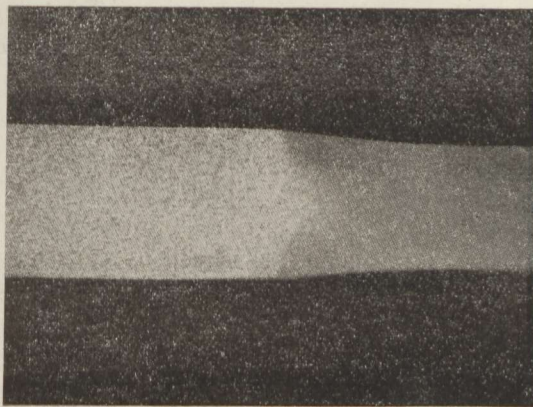
A hengerlési nyomásnak, illetőleg a nyomás hatására beálló anyagmozdításnak (anyagkiszorításnak) folyamánya a nyomott kereszttszelvény magasságbeli csökkenése, tehát a kereszttszelvény területének kisebbedése. Az a terület, amennyivel az eredeti kereszttszelvény „megfogyott,” *fogyásnak* neveztetik s nagyságát az áteresztés előtti szelvényterület százalékában szoktuk kifejezni. Ilyen értelemben beszélünk tehát 20, 30. stb. %-os *fogyásról*, kereszttszelvény-csökkenésről, sőt — általános szokás szerint — egyenesen 20, 30 stb. %-os *nyomásról* is. Az alkalmazott fogyások nagysága a gyakorlatban *általában* 10 és 50 % között szokott mozogni. Hogy mikor dolgozunk kisebb, mikor nagyobb fogyással, azt céljaink és a kiviteli lehetőségek szabják meg. A kezdő szurások a legnagyobb nyomással mennek s a darab lehülésével mindig csökkennie kell a fogyások, nyomások nagyságának. Komplikált szelvényalaknál kisebb nyomással, egyszerűnél nagyobb nyomással operálunk s a legnagyobb fogyásokat a négyszögszelvényű, előnyújtó- és nyújtó-üregéknél s főleg a nyújtó-ováloknál alkalmazzuk. Vastag hengerek és erős hajtógépek nagy nyomásokat bírnak el, vékony hengerek és



gyenge gépeket veszélyes lenne nagy nyomásokkal megterhelni. Mindenesetre meg kell jegyezni, hogy a fentebb említett 50 %-os fogyást inkább csak bizonyos szokás tette határértékké és a műszaki lehetőség szabaddá teszi ennél jóval nagyobb nyomások



21. ábra. A hengerlés csúszási vonalainak kísérleti képei Meyer és Nehl szerint. (Mitt. a. d. K.-W.-Inst. f. Eisenf. Bd. X, Lief. 2.)



22. ábra. A hengerlés csúszási vonalainak ábrája nagy nyomás esetében.

alkalmazását is. Így pl. szerző többször kísérelte meg 70 %-ig emelkedő nyomások alkalmazását is és csak ritkán tapasztalt túlzott mértékű anyagelmozdulások folyamányaképen beálló szakadozásokat.



## VI. A hengerlési műveletet kísérő jelenségek.

### A) A hengerlés alatt álló rud meghosszabbodása és szélesedése.

A hengerlési nyomás közvetlen következménye a kereszt-szelvény területének megfogyatkozása, ennek pedig természetes folyománya a darab hosszának megnövekedése. Tekintve, hogy a fajsúly és a térfogat állandó marad (a tömörség csekély növekedése ugyanis számba sem jöhet), kétségtelen, hogy áteresztés után a darab annyi százalékkal lesz hosszabb, mint ahány százalékkal nagyobb volt az eredeti szelvény keresztmetszete a kész szelvény keresztmetszeténél. Vagyis az áteresztés előtti és utáni darabhosszak fordítva arányosak az áteresztés előtti és utáni kereszt-szelvény-területekkel. Ha ugyanis  $T$  az eredeti,  $t$  pedig a kész szelvény területe,  $H$  az eredeti és  $h$  a kész darab hossza, akkor a térfogat állandósága alapján:

$T \cdot H = t \cdot h$ , amiből következik, hogy

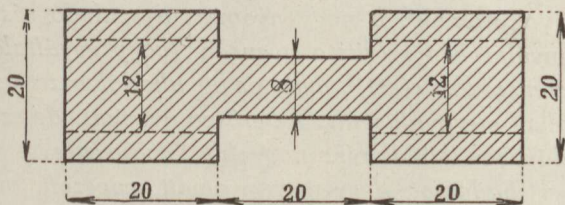
$$\frac{T}{t} = \frac{h}{H}$$

A kereszt-szelvénycsökkenés mértékének ismeretében tehát mindig tájékozottak vagyunk a rúd áteresztés utáni hossza tekintetében is. Ezen a tényen nem változtathat semmiféle tényező, akár egyszerűbb, akár összetettebb szelvényalakról van is szó. (Körülményesebb szelvényalakok területét planiméterrel szoktuk meghatározni.)

Nem szabad azonban azt hinni, hogy ennek a határozott és világos összefüggésnek megállapítása egyben azt is jelenti, hogy a kereszt-szelvény valamennyi részlete egyenlő százalékos arányban hosszabbodik meg. A kereszt-szelvény összes részletei csakis akkor hosszabbodhatnak egymással egyenlő mértékében

a százalékos nyomásnak, ha egymással egyenlő  $\%$ -os partiális nyomásnak, illetőleg fogyásnak is voltak alávetve. Ez pedig csak a legegyszerűbb szelvényalakoknál, rendesen csak a néyszögös szelvényeknél lehetséges annak dacára, hogy az *egyenletes nyomás-, illetőleg fogyáelosztás lehető betartása mindig legfőbb igyekezetünket kell, hogy képezze.*

Könnyen elképzelhető, hogy az összetettebb alakú szelvények egyes nyúlványai (láb, szár stb.) nem kapnak, nem is kaphatnak olyan nagy  $\%$ -os nyomást, mint a szelvényterületnek legnagyobb részét kitevő, vízszintesen fekvő és egyszerűbb alakú többi szelvényrészletei. Így pl. a sinek és vasgerendák lába csak csekély nyomásban részesül, míg ugyanakkor a vele egybefüggő sín- vagy gerenda-szár aránylag igen nagy nyomással szalad ugyanabban az üregben. A darab megnyújtott *egész hossza* ugyan természetesen ez esetben is pontosan meg fog felelni a megkisebbedett *összterületnek*, csakhogy — külön-külön megfigyelés alá véve az egyes szelvényrészeket — a láb magában



23. ábra. Egyenlőtlen nyomással hengerelt szelvényrészek.

véve sokkal erősebben, a szár pedig gyengébben hosszabbodott meg, mint ahogy az ő saját nyomásának, partiális  $\%$  os fogyásának tényleg megfelelne.

Hogy teljesen világosan álljon előttünk a hengerlési műveletnek ez a különös jelensége, nézzük a következő hengerlési példát. Legyen a szélsőség kedvéért a 23. ábrán látható szelvényalak *1 m hosszú rúdja* egyetlen áteresztésben olyan módon kihengerlendő, hogy a középső vékony rész semmi nyomásban ne részesüljön, a szélső vastagabb részek pedig 20 mm-ről 12 mm-re nyomassanak le. Ennek az áteresztésnek természetesen az lesz a következménye, hogy az eredetileg 960 mm<sup>2</sup>-es



szelvényterület  $640 \text{ mm}^2$  területűvé lett, aminek folytán az eredetileg 1 m-es darabhossz

$$\frac{960}{640} = 1.5 \text{ m-re}$$

növekedett meg, vagyis a területi viszony és a meghosszabbodás egymásnak pontosan megfelelnek. Ámde amíg az erősen (40 %) nyomott szélső részek 1.0 m-ről 1.5 m-nyi hosszúságra nyújtattak ki, addig ugyanakkor *a velük egybefüggő — egyáltalában nem nyomott és nem fogyott — középső rész szintén kénytelen volt 1.5 m-nyi hosszúságra kinyúlni*. Számításunk azt is megállapíthatja, hogy — ha a szélső vastag részek teljesen szabadon hosszabbodhattak volna meg — akkor

$$\frac{20}{12} = 1.66 \text{ m}$$

hosszúságra kellett volna nyúlniok.

Az egymással összefüggő és különböző nyomással szaladó szelvényrészek tehát az egymás átalakítására lényeges és fontos befolyást gyakorolnak: *a nagy nyomással szaladó rész magával együtt megnyúlni kényszeríti a gyengén (vagy egyáltalában nem) nyomott szomszédos részt, emez pedig akadályozza az előbbi a teljesen szabad megnyúlásban. Az erősen nyomott, de szabad meghosszabbodásában gátolt rész nagyobb tömörségre és erős szélesedésre nyert hajlamot, a gyengén nyomott, vonszolt, megdolgozás nélkül húzott rész pedig valamennyi egyéb méretében fogyni fog, illetőleg fogyni kényszerül*. Az ilyen módon hengerelt szelvényrészeknek az idomvashengerlésnél gyakran tapasztalt „váratlan” megrövidülése (a szelvény síkjában!) alapján mondták és mondják még ma is sokan a gyakorlat emberei közül, hogy „a vas a gyengén nyomott részekből az erősen nyomott részekbe vándorol”, ami persze teljes képtelenség, lehetetlenség. A jelenség nem egyéb, mint az egybefüggő szomszédos részek fentebb körülírt egymásrahatásának természetes következménye.

Hogy a keresztiselvény egyes részeinek egyenlőtlen megnyúlása, illetőleg egyes szelvényrészek megfelelő nyomás nélküli megnyújtása, tehát húzása milyen nagy veszélyekkel jár, az gyakran tapasztalható azokban a nagy feszültségekben, amelyek az ilyen helytelen nyomáselosztással hengerelt idomvasakban mutatkoznak s amelyek a kihengerelt rúdban repedéseket, sőt



néha törést is szoktak okozni. Az idomvashengerlésnél tehát a helyes nyomáeloszlásra a fentebb mondottaknál fogva különösen nagy figyelem fordítandó.

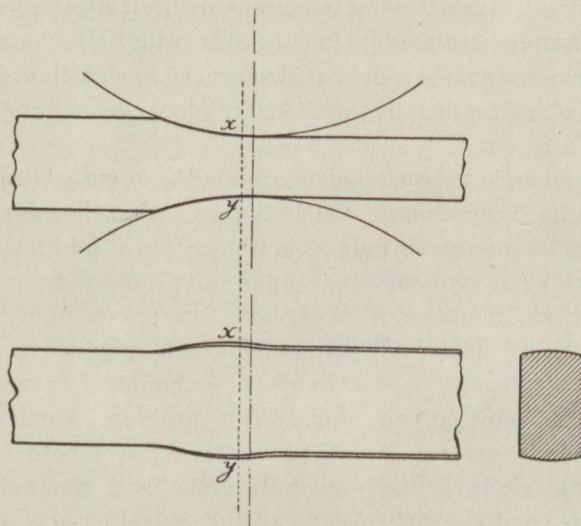
Említettük néhány sorral feljebb, hogy a szabad meghosszabbodásukban gátolt szelvényrészek erősebb *szélesedésre* nyerne hajlamot. Már ebből is megállapítható, hogy a hengerelt rúd szélesedése olyan jelenség, amelyik általában akkor lép fel nagyobb mértékben, ha a teljesen szabad meghosszabbodásnak valami akadálya van. Maga a jelenség abban nyilatkozik meg, hogy *a hengerelt rúd kifutó részének szélessége nagyobb lesz a henger mögötti rész szélességénél*. Amíg tehát a rúd a hengerekkel érintkezett, azalatt nemcsak szelvénye lett kisebb és a hossza nagyobb, hanem szélessége is megváltozott. És bár a szélesedés a hengerlésnek általában nem szükségszerű kísérőjelensége, mindazonáltal a szélesedés gyakori kísérőjelensége a hengerlés műveletének.

*A vasipari hengerlésnél a szélesedés mindig beáll és így azzal mindig számolnunk kell!* Sajnos, a szélesedés mértéke *számítás útján* pontosan meg nem határozható, minthogy a szélesedés mértéke a nyomás nagyságán kívül főleg az anyag képlékenységeinek mértékétől függ, ami viszont a hengerlés alatt gyorsan változó (súlyedő) hőmérsékletnek függvénye. Maga a szélesedés jelensége a mechanikai technológia szempontjából nem egyéb, mint olyan *duzzadás, torlódás*, amelynek csak egyetlenegy — szélességi irányú — terjedési lehetősége lévén, a rúd szélességének megnövekedésében kell megnyilvánulnia. A duzzadás pedig azért következik be, mivel az acél anyagának viszonylag kisebb képlékenysége miatt fogva az egymásmellett álló függőleges anyagrétegek részecskéi nem lépnek ki elég nagy sebességgel a nyomott szelvényekből, aminek következtében azután a hengertengelyek síkja mögött (vagyis a legkisebb szelvényt megelőző, növekedő vastagságú, átmeneti szelvényekben), anyagtorlódás áll be, amely az adott egyetlen fizikai lehetőség-nél fogva csakis a rúd szélességének megnövekedésében, tehát *szélesedésben* nyilatkozhatik meg. Hogy ez tényleg így van, arról bármikor meggyőződhetünk olyan módon, hogy egy alapos nyomással szaladó laposvasrúd hengerlését a darab hosszának közepe táján megállítjuk. Ekkor tapasztalni fogjuk, hogy a szélesedés jelensége néhány milliméterrel a hengertengelyek síkja mögött már teljes értékét veszi fel. Hogy az ilyen, a hengerek



között megállított darabnál a szélesedés — amint azt a 24. ábra feltünteti — itt ( $x$   $y$ ) a kifutó rész szélességénél is nagyobb, az a jelenség lényegén mit sem változtat és csupán megerősíti azt a tényt, hogy éppen ez a sík a legnagyobb fokú torlódás helye.

Ezen a helyen kell visszatérnünk a 17. ábra  $e$ - $f$  rúdvas-tagságának méretére, valamint ugyanezen ábra  $a$ - $b$  magassági méretére is. A 17. ábra  $e$ - $f$  mérete ugyanis a hengerelt rúd ugyanazon keresztmetszvényének vastagságát jelzi, amelynek szélessége a 24. ábrában  $x$ - $y$ -nal van jelölve. Ennek a rúdkeresztmetszvénynek a hengerek között megállott rúdaknál az a különös saját-



24. ábra. A hengerelt acélrúd szélesedése.

tossága van, hogy vastagsági mérete valamivel kisebb a kifutó rúdrész készvastagságánál, szélessége pedig valamivel nagyobb a kifutó rúdrész kész szélességénél. Ennek a feltűnő jelenségnek azonban semmi különösebb jelentősége nincsen, minthogy a folyamatos hengerlésnél az említett csekély méretkülönbségek rugalmas alakváltozás keretei között ismét eltűnnek abban a pillanatban, amelyben a rúd elhagyja a hengerek közötti rés legszűkebb helyét, vagyis a hengertengelyek síkját.

Nem szorosan ebbe a fejezetbe tartoznának ugyan, de a 17. ábrához fűzött fentebbi megjegyzések kapcsán mégis itt említ-



jük meg, hogy a 17. ábra *a-b* mérete viszont kísérleti tényként bizonyítja azt a jelenséget, hogy a *hengerlés alatt álló rúd vastagsága már valamivel a befogási pontok előtt, tehát valamivel a tényleges befogás pillanata előtt kezd kisebbedni*. Ez egészen természetes dolog és nem egyéb, mint az egybefüggő szomszédos anyagrészek képlékenységeinek az a következménye, az az együttműködése, amelyet a 19. ábrában feltüntetett nyomáskísérleti jelenségek vizsgálata során már megismertünk. *Tafel* újabb kiadású könyvében is téves álláspontra kelyezkedik ebben a tekintetben, mert azt hiszi, hogy közvetlenül a befogás előtt a rúdvastagság növekszik. Bizonyításul persze nem tud mást felhozni, mint a *Hollenberg emlékezetből rajzolt, kétségtelenül hibás ábráját*, amelyre úgy hivatkozik, hogy: „auch der Versuch von Hollenberg deutet auf einen Rückstau“. (L. *Tafel* II. kiad. könyvének 26. oldalát.)

Ami már most a szélesedésnek a gyakorlatban tapasztalt nagyságát, mértékét illeti, *Geuze* azt találta, hogy a semmiképpen meg nem gátolt szélességnövekedés nagy általánosságban:

$$s = 0.35 (M - m)$$

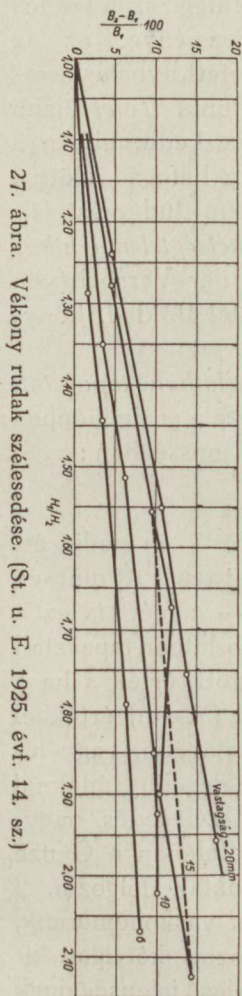
szokott lenni, ahol *M* a rúdnak áteresztés előtti, *m* pedig áteresztés utáni magassági mérete. A hőmérséklet tehát itt nincsen tekintetbe véve — hanem csupán a nyomás — amiért is ez a képlet tökéletes nem lehet. Mindazonáltal a gyakorlatban tapasztalt szélesedésekhez igen közel esik a vele számított érték *s* ha a zárt üregek helyes kitöltése céljából 0.20—0.30 (*M—m*) értékkel számolunk, csalódás nem érhet bennünket. Vastagabb, vagy hidegebb rúdaknál a felső, vékonyabb, vagy melegebb rúdaknál pedig a képlet alsó értékeihez közeledjünk a szélesedés nagyságának tekintetbe vételénél. A gyakorlatban általában a *Geuze* képlete szerint meghatározott szélesedéssel szoktak dolgozni.

Az újabb időben a magyar *Jónásch Antal* vaskohómérnök, a salgótarjáni acélgyár volt igazgatója foglalkozott két igen kiterjedt nagyértékű tanulmányában<sup>1</sup> a hengerlés jelenségeinek magyarázatával, amelynek során a szélesedés számításait is részletesen közli. Számításainak eredményei a gyakorlat eredményeivel általában igen jól egyeznek, de mivel *Jónásch* a hengerlés mindenféle módjára és a rúdméreteket számos csoportjára külön-külön képletet és számítást alkalmaz, képletei és számításai a

<sup>1</sup> Bány. és koh. lapok 1911. évf. 7. és 1912. évf. 13. sz.

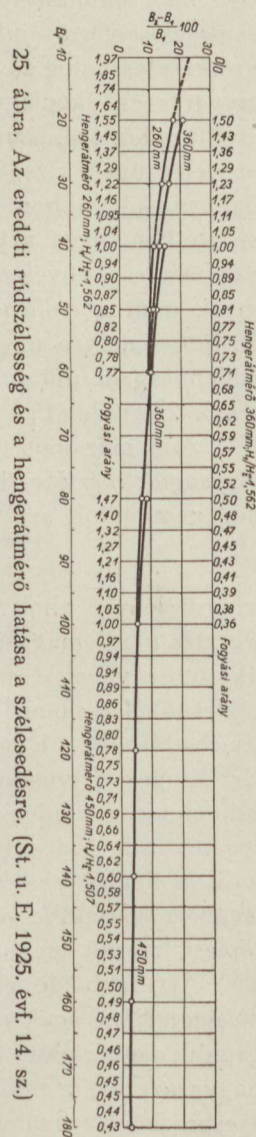
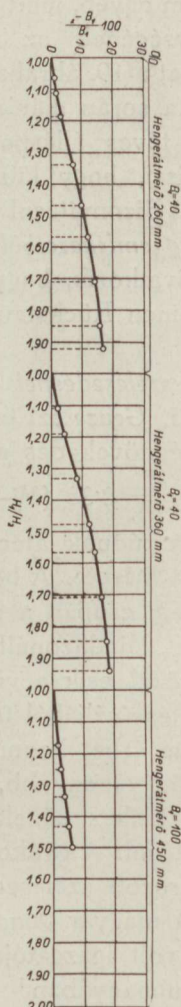


gyakorlatban nem terjedtek el. Vizsgálódásai azonban rendkívül értékesek és valóban nagy kár, hogy úgy Jónásch, mint Bencen-



27. ábra. Vékony rudak szélesedése. (St. u. E. 1925. évf. 14. sz.)

26. ábra. A rúd magasságcsökkenésének és a hengerátmérőnek hatása a szélesedésre. (St. u. E. 1925. évf. 14. sz.)



25. ábra. Az eredeti rúdszélesség és a hengerátmérő hatása a szélesedésre. (St. u. E. 1925. évf. 14. sz.)

leitner elmulasztották kutatásaik eredményeit külföldi lapokban közölni.

A legutóbbi évek szélesedési képletei közül meg kell említenünk Tafelét, aki a nyomáson, illetőleg a rúd vastagságcsök-

kenésén kívül már a hengerek átmérőjének hatását is tekintetbe vette. Tafel képlete a következő:

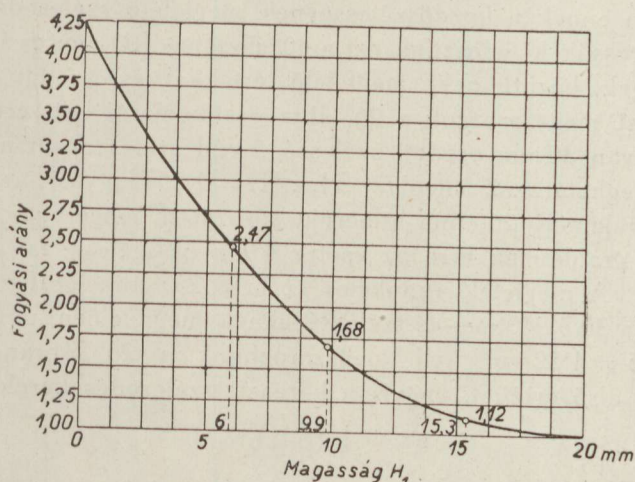
$$B = \frac{h_1 - h_2}{6} \sqrt{\frac{r}{h_1}}$$

ahol  $B$  = a szélesedés

$h_1$  = a rúdvastagság áteresztés előtt

$h_2$  = a " " " után és

$r$  = a henger félátmérője. Vagyis ebben a képletben már kifejezésre jut az a tény, hogy a szélesedés nemcsak a nyomás,



28. ábra. Vékony hengerelt rudak szélesedésének redukciós számai.  
(St. u. E. 1925. évf. 14. sz.)

hanem a hengerátmérők nagyságának növekedésével is együtt növekszik.<sup>1</sup>

Még újabb eljárás a szélesedés mértékének előzetes meghatározására Norbert Metz luxenburgi (Esch) vasgyári igazgató eljárása, aki szintén a hengerlés egész műveletét felölelő vizsgálatainak keretében közli a szélesedésre vonatkozó kísérleteinek és számításainak eredményét.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> W. Tafel u. H. Sedlacek, Das Breiten beim Walzen, St. u. E. 1925. évf. 190. old.

<sup>2</sup> Norb. Metz, Experimentelle Untersuchungen über den Walzvorgang, St. u. E. 1926. évf. 476—478, illetőleg az eredeti közlemény a „Revue de métallurgie” 1925. évi folyamának 66., 87. és következő oldalain.



*Metz* a szélesedésre vonatkozó kísérletsorozatainak eredményeit — az eredeti rúdszélességek és a hengerátmérők méretei szerint csoportosítva — három, illetőleg négy grafikonban foglalta össze, amelyek a 25.—28. számú ábrákban láthatók. *Metz* ezeknek a grafikonoknak birtokában a várható szélesedés előzetes meghatározására a következő eljárást ajánlja: Az eredeti rúdszélességre való tekintet nélkül kikeressük a 26. ábrán a szóban lévő magasságcsökkenésnek és az illető hengerátmérőnek megfelelő szélesedési számot. Az így talált és 40, illetőleg 100 mm kezdőszélességnek megfelelő értéket most azután átszámítjuk a tényleges kezdőszélességre olyan módon, hogy a 25. ábrán ennek a kezdőszélességnek megfelelő szélesedési értéket keressük ki, elosztjuk ezt a 40, illetőleg 100 mm-es kezdőszélességek között neki megfelelő értékkel és az így nyert hányadost megszorozzuk a 26. ábra grafikonjáról vett értékkel. Ha pl. olyan 30 mm eredeti szélességű rúd szélesedését akarjuk előre meghatározni, amelyet  $H_1 : H_2 = 1:25$  fogyási aránnyal fogunk valamely 260 mm átmérőjű sorozaton hengerelni, úgy a 26. ábra grafikonján erre az esetre 4.9%-os szélesedési értéket találunk. A megfelelő redukciós szám a 25. ábra grafikonjából adódik (a 30 és 40 mm-es szélességeknek megfelelően) úgy, hogy  $1.4 : 1.15 = 1.22$ -vel kell megszoroznunk a 26. ábrán talált 4.9%-os első értéket, vagyis a keresett szélesedés kereken

$$4.9 \times 1.22 = 6\%$$

lesz az eredeti rúdszélességre vonatkoztatva. A 20 mm-nél kisebb kezdő rúdvastagságok eseteiben az erre a célra szolgáló 27. ábrán nyert értéket még el kell osztani a 28. ábrán az illető értéknek megfelelő redukciós számmal is.

*Metz*nek fentebb ismertetett eljárása meglehetősen körülményes és minthogy az összehasonlító számítások azt mutatták, hogy az általa nyert szélesedési értékek legfeljebb 0.1—0.2 mm-rel szoktak a Geuze rendkívül egyszerű képletének eredményétől eltérni, alig hihető, hogy *Metz* eljárása a szélesedés előzetes meghatározására a gyakorlatban nagyobb tért fog hódítani.

*Metz* kísérletsorozatai egyébként megerősítik a szélesedésre vonatkozó, jobbra eddig is ismert azokat a jelenségeket, amelyek szerint:

1. a szélesedés mértéke független a rúd kezdő szélességétől, ha ez nagyobb, mint a kezdő vastagság,



2. a szélesedés növekszik a hengerátmérő növekedésével,
3. a rúd függőleges hosszoldalai alig domborodnak ki, ha a nyomás kicsi; nagy nyomásoknál erőbben kidomborodnak,
4. a szélesedés nagysága csökken a hengerlési sebesség növekedésével.

Meg kell még emlékeznünk a szélesedésnek a rúd szélességi irányában való tovaterjedési módjáról is. Még nem régen is sokan hitték ugyanis, hogy a hengerelt rúd szélső anyagszála erőbben szélesednek, mint a középtáji anyagszála. Ennek az álláspontnak régebbi cikkeiben és könyve első kiadásában *Tafel* is védelmezője volt. Szerző kimutatta, hogy — ellenkezőleg — *igen sok olyan hengerlési eset van, amelyben kizárólag a középtáji részek szélesednek!* Ezek az esetek azért olyan számosak, mert a kizárólagos középtáji szélesedés mindazon szelvények hengerlésénél bekövetkezik, amelyeknek mindkét szélén lapos nyúlványok szoktak lenni. Ilyen eset tehát valamennyi keskeny U-vas, gerenda, futósín és más hasonló szelvényeknek hengerlése, illetőleg szélesedése. Ehhez az állításomhoz — a dolog természetéből folyóan — annyira nem fér kétség, hogy bátran kimondhatjuk szabályul azt a tételt, hogy: *az idomvasak hengerlésénél a legnagyobb mértékű szélesedés ott fog beállani, ahol a legnagyobb közvetlen nyomásban részesülő* (vízszintes, vagy közel vízszintes fekvésű) *laposvas-jellegű szelvényrész fekszik.* Ez egészen természetes abból az okból is, minthogy közvetett — vízszintes — nyomás alatt levő részek szélesedésre *képtelenek*, míg ellenben a közvetlen nyomásban részesülő laposvas-jellegű részeknek okvetlenül szélesedniök *kell*, akármelyik szelvényrészben — tehát akár a széleken, akár a középen — vannak is elhelyezve!

Másként ítélendő meg természetesen az a kérdés, hogy a *tisztán laposvas-jellegű* vasaknál miként terjed tova a szélesedés intenzitása a szelvény szélessége mentén. Hogy a szélesedés ebben az esetben sem lehet a széleken nagyobb, az abból a közismert tényből is megállapítható, hogy az eredeti szelvény-szélesség  $\frac{1}{10}$ -ában kifejezett szélesedés az igen keskeny laposvas-rudaknál mindig nagyobb szokott lenni a rendesnél.

Részletesebb tájékozódás céljaira 9 azonos szélesedési kísérletet végeztem három különböző hengerműben olyan módon, hogy mindenik műre három-három rúdból álló azonos kísérlet-csoport jutott. A kísérleti rúd furatait a 29. ábra mutatja. Mind



a három gyár három-három ilyen rudat hengerelt ki  $1100^{\circ}$  hőmérsékleten úgy, hogy az első rúd 20%-os, a második körülbelül 35%-os, a harmadik pedig 50%-os magasság-csökkenésben részesült.

Mind a kilenc kísérlet eredménye bizonyítja, hogy — eltérően egy idegen kísérlet alapján történt korábbi megállapításomtól<sup>1</sup> — a furatok által létesített 4—4 mm szélességű anyagsávok annál jobban szélesednek, minél közelebb fekszenek a rúd közepéhez. Ez a tény mind a 9 kísérletből megállapítható. (L. 30.—32. ábrákat.) A szélesedés — laposvasak hengerlésénél — tehát nem a széleken, hanem éppen ellenkezőleg a középrészekben a legnagyobb és a szélek felé fokozatosan csökken. Ez a jelenség azután azzal a ténnyel is összevág, hogy a keskenyebb rúd jobban szélesedik (az eredeti szélesség %-ában), mint a széles rúd.<sup>2</sup> Újabban Norb. Metz eschi gyárigazgató is ugyanezekre az eredményekre jutott.<sup>3</sup>

#### B) Az előrecsúszás.

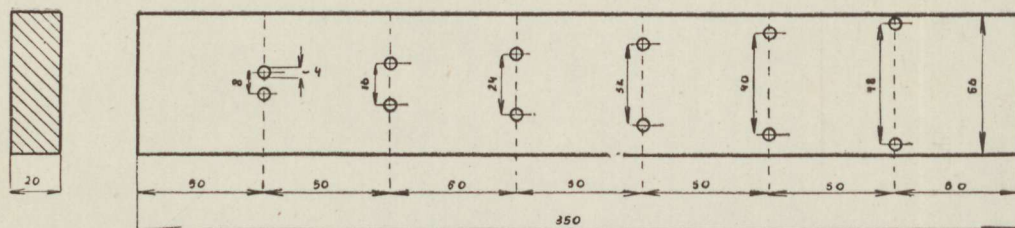
Az előrecsúszás a hengerlési műveletnek az az érdekes kísérő jelensége, amelyik abban nyilvánul, hogy a hengerlés alatt álló vasrúdnak a hengerből kifutó része sok esetben valamivel nagyobb sebességgel halad előre, mint amilyen a henger kerületi sebessége. Ezt a tünetényt a német irodalom „Voreilen”-nek mondja. Minthogy azonban az előresietés nagyon idegen-szerű szakkifejezés volna és mivel ennek a jelenségnek csúszás, csúszamlás az előidézője, azért leghelyesebb a Voreilen tünetényét előrecsúszás-nak nevezni. Az előrecsúszás tünetényét legelőször Blass állapította meg és a jelenségnek a következő magyarázatát adta: ha szilárd testre nyomást gyakorolunk, akkor a nyomott testben a nyomófelület alatt olyan ékalakú rész támad, amelynek alapja a nyomófelület és amely ékalakú rész nem vesz részt a nyomás-okozta deformációban. (Lásd a 33. ábrát.) Ha a test képlékeny, akkor annak ezen ékalakú részen fekvő részei lecsúsznak az ékről. Ha pedig a test anyaga merevebb, szilárdabb természetű, akkor az ékalak burka fogja képezni a törési

<sup>1</sup> Bány. és koh. lapok 1923. XI. 15.

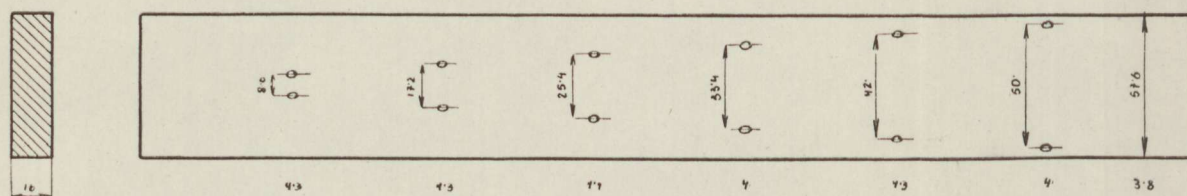
<sup>2</sup> Cotel E., „Die Begleiterscheinungen des Walzvorganges.” Mont. Rundsch. Wien 1924. évf. 22. sz.

<sup>3</sup> Norb. Metz, „Recherches experimentales sur le laminage du fer a chaud.” Revue de Métallurgie. Paris 1925. évi 1. és 2. szám.

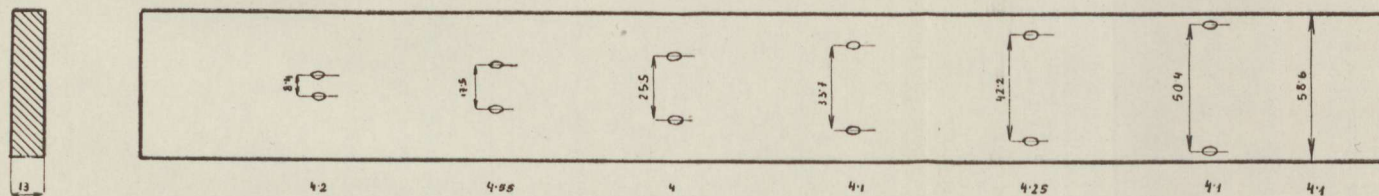




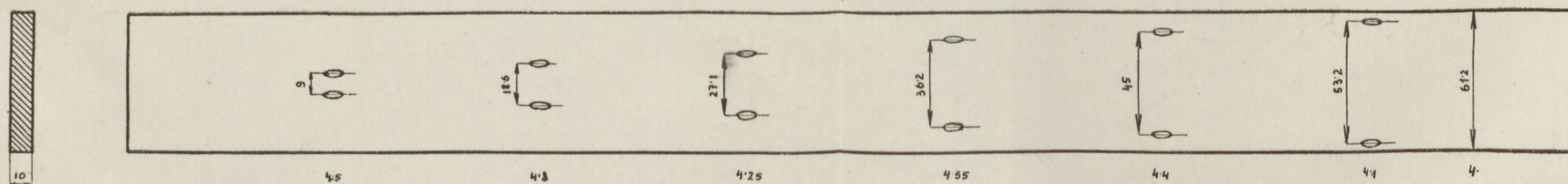
29. ábra. A szélesedési kísérlet rudjainak furatai.



30. ábra. Szélesedések 20 0/0-os nyomás után.

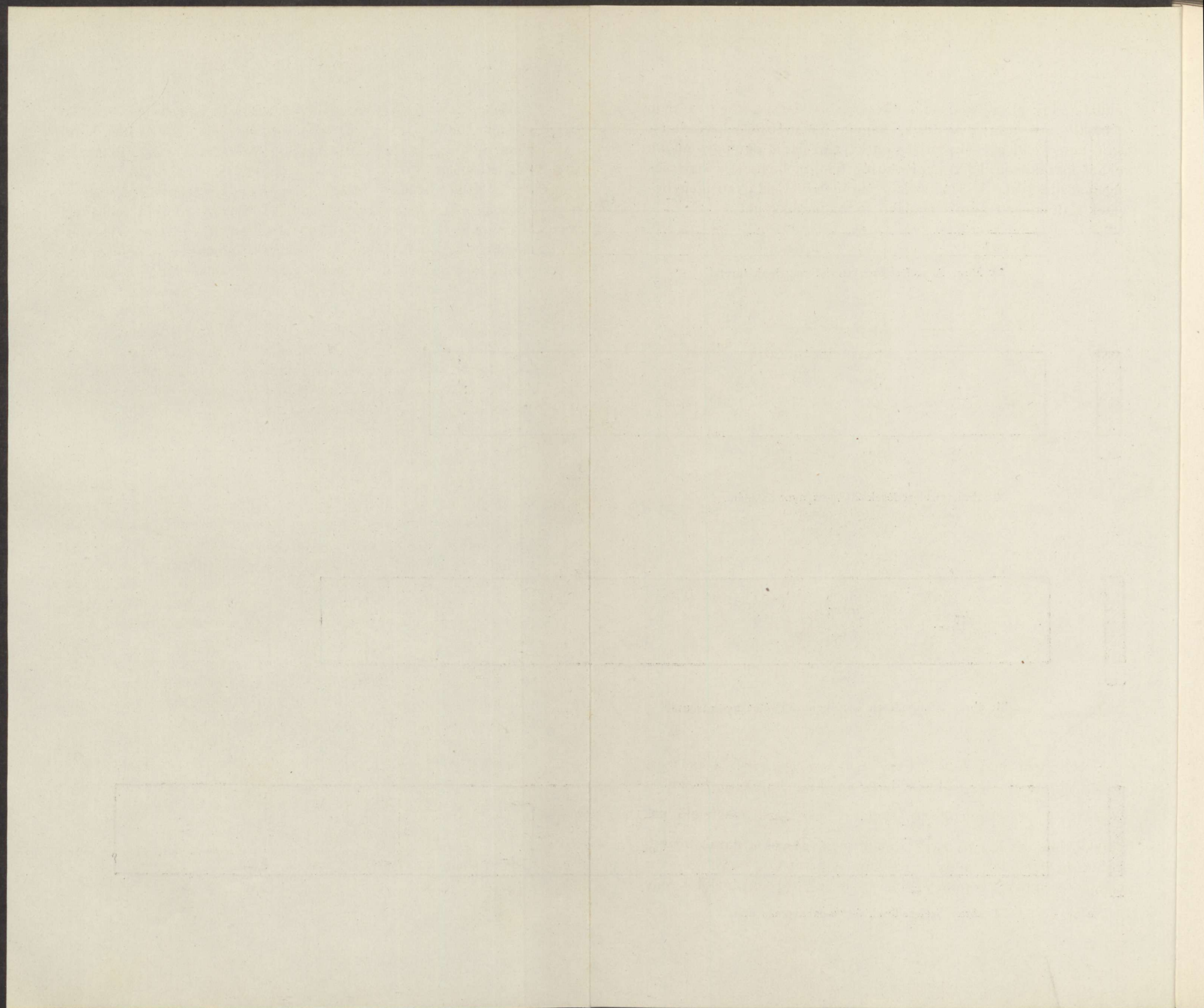


31. ábra. Szélesedések körülbelül 35 0/0-os nyomás után.

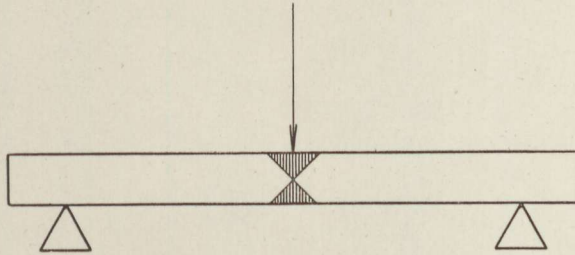


32. ábra. Szélesedések 50 0/0-os nyomás után.





felületet. Így pl. a tégelyacél törésénél azt látjuk, hogy az nem a hajlító erő irányában törik, hanem hajlandósággal viseltetik arra, hogy felül egy éket nyomjon ki, alul pedig egy ugyanolyan alakot kiszakítson, ha a nyomóközeg felülről támadja a kérdéses tégelyacéltárgyat. A 33a. számú ábrán láthatjuk ilyen igénybevétel alatt kiesett kettős ékalakú próbadarab képét.



33. ábra. A nyomás hatására szilárd tárgyban képződő csúszási ékek vázlata.

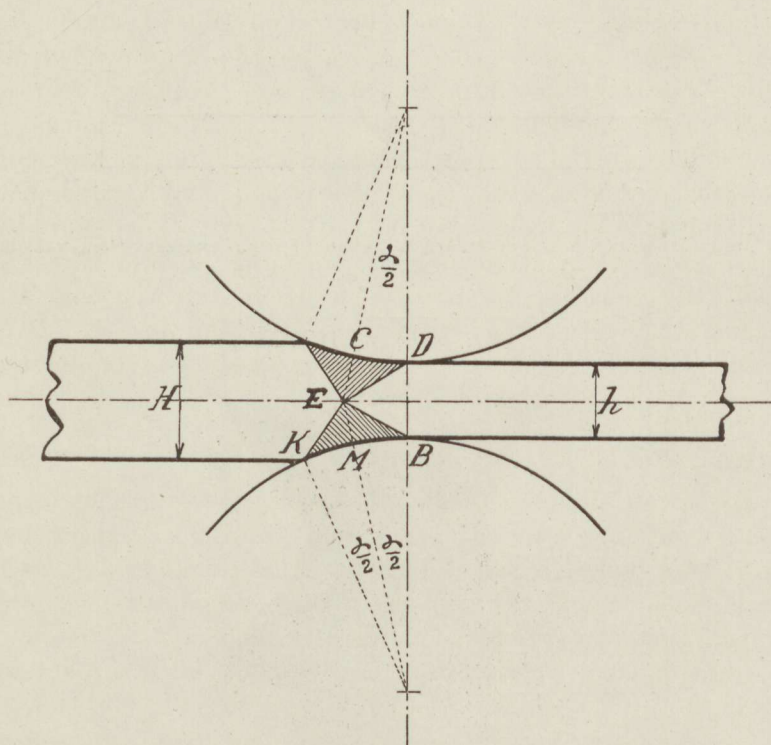


33 a ábra. A nyomás hatására szilárd tárgyból kitört kettős ékalakú darab.  
(E. Krause, Material-Prüfmaschinen.)

Ha most már föltesszük, hogy a *hengerlésnél* a csúszási ékek olyan módon képződnek, hogy az ékek csúcsai az  $E$  pontba esnek (l. a 34. számú ábrát), ahol az  $\frac{\alpha}{2}$  szögnek megfelelő sugarak találkoznak s az ékek alapját a henger és a darab közötti érintkező felületek képezik, akkor nyilvánvaló, hogy — ha a hengerkerület  $M$  pontja  $M$ -ből  $B$ -be jut, — ugyanakkor egy



$B M E C D$  területnek megfelelő mennyiségű fém fog a hengerek középvonalán áthaladni. De mivel ez a felület nagyobb, mint az a derékszögű négyszög, amelynek magassága  $h$  és oldalhossza  $B M = \frac{B K}{2}$ , azért az áthengerelt darabnak okvetlenül nagyobb sebességgel *kell* kilépnie a hengerből, mint amilyen az illető üregben a henger kerületi sebessége. Ilyen esetben tehát be kell



34. ábra. Csúszási ékek képződése a hengerelt anyag kisebb képlékenysége esetében.

állani egy bizonyos mértékű előrecsúszásnak, ami akként lesz megállapítható, hogy — ha a hengert bevéséssel megjegyezzük — a hengerelt darabon keletkező jelnyomok egymástól való távolsága valamivel nagyobb lesz, mint a megjelzett üregrész kerülete.

Szerzőnek a *Stahl u. Eisen*-ben (1908. évf. 5. sz.) a hengerlési *nyújtásról* írott cikke nyomán a „Voreilen” iránt a német szakirodalomban igen nagy érdeklődés támadt s azzal a „Walz-

*werksauschuss*“ is foglalkozott és megbizta Dr. J. Puppe witzowitzi igazgatót a jelenség beható tanulmányozásával. Puppe rendkívül sok és szabatos kísérletet végzett e tárgyban s kísérleteiről a St. u. E. 1909. évi 5. számában számolt be.

A számos táblázat és grafikon közlése mellett Puppe az előrecsúszásra vonatkozóan a következőket állapítja meg:

*1160—1180°-nál előrecsúszás nem lép fel többé, akármilyen nagy is a nyomás; sőt, ha a darab hőmérséklete meghaladja az 1160—1180°-ot, akkor a kifutó rész sebessége már kisebb lesz, mint a henger kerületi sebessége, vagyis ebben az esetben már hátrafelécsúszás áll be. Megállapította Puppe azt is, hogy 16%-nál kisebb vastagságcsökkenésnél szintén nem lép fel előrecsúszás. Az előrecsúszás megszűnését és a hátracsúszást Puppe olyan módon magyarázza, hogy a magasabb hőfokoknál a vas mindinkább veszít szilárd jellegéből úgy, hogy a csúszási ékek képződése nem olyan határozott, mint a 34. sz. ábrán, hanem körülbelül olyan alakú, (lásd a 35. ábrát), hogy 1160—1180°-on felül ME, illetőleg CE<sub>1</sub> oly kicsik lesznek, hogy az MEGB és CE<sub>1</sub>ID terület már éppen akkora, esetleg még kisebb is lesz, mint az a derékszögű négyszög, melynek magassága  $h$  és oldalhossza  $B M = \frac{BK}{2}$ . Ennek a következménye abban fog nyilvánulni, hogy a darab kifutó részének sebessége az első esetben éppen olyan, a második esetben pedig kisebb lesz, mint a henger megfelelő zónájának kerületi sebessége. Hogy a 16%-nál kisebb nyomásoknál miért nem lép fel előrecsúszás, arról semmiféle magyarázatot Puppe tanulmányában nem találunk.*

Kísérleteiből végeredményben Puppe a következőket vezeti le:

1. A hengerelt rúd kifutó részének sebessége — bizonyos nyomáson felül és bizonyos hőfokon alul — nagyobb, mint az aktív kaliber kerületi sebessége. A jelenség előrecsúszás.

2. A viszony:  $\frac{\text{kilépő sebesség}}{\text{kerületi sebesség}}$  annál nagyobb, minél kisebb a rúd hőfoka, minél vastagabb a darab az áthengerlés után, minél nagyobb a vastagságcsökkenés és minél kisebb a hengerátmérő.

3. Az előrecsúszás csak körülbelül 15%-nyi vastagságcsökkenéstől (nyomástól) kezdve lép fel és innen gyorsan halad egy maximális érték felé.





általában bírnak-e nagyobb jelentőséggel. Szerzőnek kezdettől fogva az volt a nézete, hogy komolyabb jelentőségről itt szó sem lehet annál kevésbé, minthogy Puppe számszerű megállapításai olyan részleteredmények átlagát képezik, mely részletértékek egymástól 100 %-al is eltérnek. Ilyen esetekben pedig átlagértékek megállapításának sem értelme, sem jelentősége nem lehet. Minthogy pedig a gyakran 100 %-os eltérést is mutató párhuzamos kísérletek rúdjai teljesen azonos hőfokon és egyébként is teljesen azonos feltételek között hengereltettek, kétségtelen, hogy az előrecsúszás — főleg mértékében — nagyon ingadozó jelenség, melynek értékét előre meghatározni — kellő szabotossággal — nem lehet.

Ami már most az előrecsúszást befolyásoló tényezőket illeti, kétségtelen, hogy azok nem voltak, nem lehettek teljes számban a Puppe-féle kísérlet körébe bevonva, máskülönben az azonos, párhuzamos kísérletek nem adhattak volna egymástól olykor 100 %-al is eltérő eredményeket. Tisztán állott előttem a tény, hogy az előrecsúszás a hengerlésnek ingadozó és nem jellemző kísérője s hogy ezt beigazolhassam, kísérleteket végeztem olyan módon, hogy azoknak tisztán kellett kiadni olyan két tényezőnek a befolyását is, amelyeket a Puppe-féle kísérlet figyelmen kívül hagyott. Ilyen két tényező pl. az üreg oldalnyomása és a hengerek kerületi sebessége. A hatás megismerése céljából a kísérletet olyan módon végeztem, hogy azonos méretű és hőfokú rudak egyikét zárt üregben, másikat pedig sima fényezőhengeren eresztettem át; megjegyezvén, hogy a magasságcsökkenés (nyomás) is egyforma volt mind a két esetben. Ezt a páros kísérletet háromszor hajtottam végre és pedig olyan módon, hogy az első esetben a sorozat a rendes, a második esetben pedig jóval kisebb sebességgel járt, míg a harmadik esetben a hengerek olyan csekély sebességgel forogtak, hogy a darabot éppen csak hogy fennakadás nélkül áthúzták. Természetesen úgy az üreges, mint a fényezőhengerek egyazon hengersornak voltak részei.

Ennek a három páros kísérletnek adatait és eredményeit az V. számú táblázatban foglaltuk össze.

Az eredmény azt mutatja, hogy az üreg oldalnyomásának is jelentékeny befolyása lehet az előrecsúszás nagyságára. Érdekes, hogy míg az első két sebességi fokozatnál az előrecsúszás értékei között alig van valami különbség (mert mind a négy érték körül-



V. számú táblázat.

Az előrecsúszás ingadozásait igazoló kísérlet.

Sor- szám	A rúd szelvénye áteresztés előtt mm	a) Üreges henger				b) Fényező henger				A hengerek fordulat- száma percenként
		A rúd szelvénye áteresztés után	A henger kerülete a kaliberben	Talált jel- távolság	Előre csuszás	A rúd szelvénye áteresztés után	A henger kerülete	Talált jel- távolság	Előre csuszás	
m i l l i m é t e r e k b e n										
I.	13·8 × 23·4	9 × 24	felső 651 alsó 651	665·4	14·4	8·6 × 27·2	felső 745·7 alsó 745·7	762·7	17 0	250
II.	13·8 × 23·4	9 × 24	felső 651 alsó 651	662 0	11 0	8·6 × 26·5	felső 745·7 alsó 745·7	763·1	17·4	190
III.	13·8 × 23·4	9 × 24·1	felső 651 alsó 651	678 8	27·7	8·7 × 26·8	felső 745·7 alsó 745·7	754 4	8·7	70

belül 2 %-át teszi a megfelelő hengerátmérőnek), addig a harmadik sebességi fokozatnál igen nagy különbség áll elő. Ugyanis az üreges henger ebben az esetben kétszer akkora előrecsúszást hozott létre, mint az előbbi két esetben; a fényezőhenger pedig csak felét az előbbi esetekének. Az oldalnyomás befolyása tehát az volt, hogy a harmadik sebességi fokozatnál *az üreges henger több mint háromszor akkora előrecsúszást eredményezett, mint a fényezőhenger* — egyébként teljesen azonos kísérleti feltételek között. Mindebből bebizonyítottunk kell tekintenünk, hogy az előrecsúszás a hengerlésnek egyáltalában nem jellemző kísérője, hanem minden tekintetben igen ingadozó kísérő tünetemeye, melynek értékét előre meghatározni — kellő pontossággal — nem lehet. Erről már egynéhány kísérlettel is bárki meggyőződhetik.

Midőn ezen kísérleteket nagy átmérőjű hengereken ismételttem meg, napfényre került egy olyan jelenség, amely azután csakugyan minden kétséget kizáróan beigazolta az előrecsúszásnak megbízhatatlan jellegét, rendkívül változó voltát. Azt tapasztaltuk ugyanis, hogy a kísérlet céljára kihengerelt *egyazon rúdon található jeltávolságok mind különbözők voltak*. Így pl. két darab lemezlapkán a következő jeltávolságokat találjuk:

1. próbadarab :	2. próbadarab :
1618 mm	1653 mm
1616 "	1645 "
1601 "	1630 "
1603 "	1618 "
1597 "	1608 "

Mivel a kísérleti üreg aktiv kerülete itt 1570 mm volt, megállapíthatjuk, hogy az első rúdon az előrecsúszás minden fordulatonál más és más, és pedig számértékeiben kifejezve: 48, 46, 31, 33, 27 mm volt. A második rúdon szintén minden fordulatonál más és más az előrecsúszás értéke, és pedig sorban 83, 75, 60, 48, 38 mm. Vagyis megállapíthattuk, hogy *az előrecsúszás értéke egy ugyanazon rúdon is több mint 100 %-al változhatik*. Mind a két lapka jeltávolságai egyaránt mutatják azt az érdekes jelenséget, hogy az előrecsúszások nagysága csökken a hátsó rúdvég felé. Hogy ennek a csökkenésnek okát adhassuk, el kell mondanunk, hogy ez a kísérleti sorozat a kísérlet idején nem rendelkezett a rendes hajtóerővel és nagyobb nyomások mellett észrevehetően lassudva járt. Mivel pedig a lemezlapkát a kísér-



letkor fényezőhengeren eresztettük át, igazolva van az előbbi kísérletcsoportnak a kisebb sebességi fokozatnál észlelt csökkenő mértékű előrecsúszása.

Mindent egybevetve, meg kell állapítanunk, hogy az előrecsúszás jelensége csakugyan gyakori kísérője a hengerlésnek, (bár — mint láttuk — sok esetben nem lép fel), de korántsem abban a szabályos és képletekkel előre meghatározható alakban, amelyben azt *Puppe* feltüntetni óhajtja. Azt az itt-ott olvasható állítást tehát, hogy az előrecsúszás ismeretének komoly eredményű alkalmazást lehetne adni az idomvasak üregezésénél, éppen azért teljesen megdöntöttnek kell tekintenünk. Ezt bizonyítja *W. Tafel* is a St. u. E. 1909. évi 18. sz. 651. oldalán, bár kísérletekre való hivatkozás nélkül.

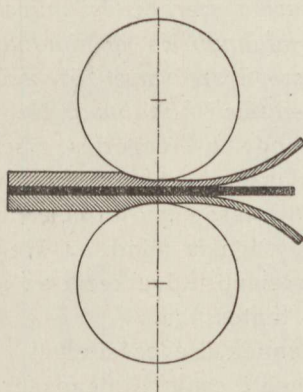
*Tafel* egyébként az előrecsúszás létezését — *mint ilyet* — tagadásba veszi, illetőleg azt állítja, hogy a szerinte helytelenül „Voreilen”-nek mondott jelenség egészen más okból és egészen másképen jön létre, mint ahogyan azt *Blass* és *Puppe* magyarázzák.<sup>1</sup> *Tafel*nek az az álláspontja, hogy a hengerelt rúdnak a hengerpalásthoz közel álló rétegei az illető hengerfelülettel továbbmenni igyekeznek s ebben a szélső rétegeket csak a középső rétegekkel való egybefüggésük akadályozza meg. Szerinte ebből a hajlandóságból, illetőleg a széthajló körívek mentén ivesen szétmenni akaró felső rétegek kényszerű kiegyenesedéséből áll elő az a jelenség, hogy a henger bevágásainak egymástól való távolsága a kihengerelt rúdon nagyobb, mint az illető kaliberben ezek kerületi mérete. *Tafel* a rúd állítólagos kétfelé görbülő hajlamának bizonyítására felhossa azt a kísérletét, hogy — ha a hengerek között két olyan ólomrúdat bocsátunk át, amelyek közé azonos szélességű (szintén hideg) acéllemezt tettünk — a két ólomlemez a két henger köré igyekszik elgörbülni úgy, amint azt a 36. sz. ábra mutatja.

Úgy az ólomlamellás kísérlethez fűzött következtetés, mint az előrecsúszási jelenség keletkezésének *Tafel*-féle magyarázata annyira zavaros, téves és elvileg is hibás, hogy valóban csodálkoznunk kell rajta, hogy ilyesmi a kiváló és nagynevű szakembertől kikerülhetett. Egészen kétségtelen ugyanis, hogy az ólomrúdak nem azért igyekeznek a két henger köré görbülni, mintha a hengerekkel érintkező rétegek erre eredetileg is haj-

<sup>1</sup> Walzen u. Walzenkalibrieren, Dortmund, 1921. 36. oldal.

lamosak volnának, hanem azért, mert a közéjük helyezett acéllemez egy harmadik *végtelen nagy átmérőjű henger* szerepét tölti be, vagyis a kísérleti berendezés a hideg acéllemez beiktatása által olyan trióvá lett, amelynek középső hengere igen vastag az alsó és felső hengerhez képest. A nagyobb átmérőjű hengerek elterelő hatását pedig már ismerjük, ennél fogva tudjuk azt is, hogy a kísérlet csakis ezt a terelőhatást, nem pedig a Tafel állítását bizonyítja.

Ami pedig Tafelnek az előrecsúszás jelenségére vonatkozó magyarázatát illeti, annak lehetetlen voltát egyszerűen annak a ténynek a megemlítésével tesszük kétségtelenné, hogy — mint



36. ábra. Ólomrudak hengerlési vázlata Tafel szerint.

láttuk — bizonyos nyomáson alul és bizonyos hőfokon felül előrecsúszás egyáltalában nem lép fel! Holott, ha Tafelnek igaza volna, az előrecsúszásnak egyrészt mindig be kellene állania, mert szerinte a felső és alsó réteg *állítólagos* széthajló tendenciája *feltétlen és állandó*; másrészt pedig az előrecsúszás *mindig határozott mértékű* volna, minthogy szerinte a jelenség csakis a hengerátmérőnek és a rúdvastagságnak függvénye. Már pedig számtalan sok és igen szabatos kísérlet eredménye igazolja azt a tényt, hogy az előrecsúszás *nem mindig lép fel* és hogy az előrecsúszás nagysága még egy-egy rúdszálon is 100 %-os eltéréseket mutathat.



## VII. Az üregezés alapelvei.

### A) Általános elvek és tudnivalók.

*Üregezés alatt azt a szerkesztési műveletet értjük, amelynek célja a kész szelvényalaknak és a kiindulásnak (tuskó-, ingot-, buga) rendesen négyszögű szelvénye közé eső áteresztések henger-üregeinek alak- és méretbeli kiszabása.* Nem szorul bővebb magyarázatra a tény, hogy a hengerlés sikeressége, a szelvény tökéletessége, a gazdaságos erőfogyasztás, a hengerelt rúd felületének kifogástalan tisztasága, a termelésnek, sőt jórészt a hengerfogyasztásnak nagysága is mind az üregezésnek függvényei, amiből viszont kétségtelenül következik az alkalmazott üregezési mód rendkívül nagy fontossága.

Az egyes szelvények üregezési elvei a következő fejezetekben le lehetők fel s így itt csak általános érvényű irányelvekkel és tudnivalókkal foglalkozunk.

Ha már megállapodtunk abban, hogy a hengerelni kívánt szelvény hengerlésének technikai szempontból nincsen akadálya s a gazdaságosság kérdése is tisztázódott, akkor hozzáfoghatunk az üregezés munkájához. Természetesen az üregezés megkezdése előtt kell határoznunk abban a tekintetben is, hogy a kérdéses szelvényt a rendelkezésünkre álló sorozatok közül melyiken fogjuk hengerelni, illetőleg meg kell állapítanunk, hogy van-e olyan sorozatunk, amelyiken a kérdéses szelvény kifogástalanul és gazdaságosan lesz hengerelhető. E tekintetben azonban utmutatás alig szükséges. A „Hütte“ (Taschenb. f. Eisenhüttenl.) idevágó adatainak áttekintése, a szelvény folyómétersúlya, a rendelkezésre álló tuskószelvények és tuskósúlyok, a hajtógépek erőssége, az appetáló gépek teljesítménye és sok más helyi üzemi szempont tekintetbe vétele alapján a kezdő mérnök is azonnal teljes biztonsággal fog ebben a kérdésben dönteni tudni,



minthogy a felsorolt tényezők keretei között nem nagyon gyakran lehetséges olyan határeset, amelyikre nézve két sorozat is szóba jöhetne.

Az üregezést magát a hengerelni kívánt profil úgynevezett *melegszelvényének*, *melegprofiljának* (Warmprofil) megrajzolásával indítjuk meg, minthogy a készüregét a hengerelt szelvény izzó állapotban fogja elhagyni, tehát méretei a teljes lehűlésig még csökkenni fognak. A kész-szelvény melegméreteit úgy nyerjük, ha a kész-szelvény minden méretét a várható összehuzódás százalékával, tehát 1'0–1'2 % -kal megnöveljük. Egyszerűbb, gyorsabban kihengerelhető szelvényalakoknál a nagyobb, összetettebb, lassabban kihengerelhető szelvényeknél a kisebb értéket alkalmazzuk.

A melegprofil birtokában tervező munkánk azzal kezdődik, hogy *hozzávetőleges százalékos fogyási tervet* készítünk a tuskó-szelvény (illetőleg a kérdéses kiindulóüreg) és a meleg-készprofil területei alapján, ami egyértelmű azzal, hogy az alkalmazandó áteresztések hozzávetőleges számát megállapítjuk. *Kiindulásunk most már kizárólag a meleg-készprofil, amelytől visszafelé kell a megelőző összes üregeket sorjában megszerkeszteni.* Legelsőnek tehát azt a megfelelő alakú előüreget — az u. n. *készelőtti* — kell megszerkesztenünk, amelynek vasa a készüregét — ezen áteresztve — éppen helyesen — felesleg és hiány nélkül — fogja kitölteni. Minthogy a fogyási terv a művelet alatt gyorsan sülyedő rúd-hőmérséklet tekintetbe vétele mellett készül, természetesen, hogy a készelőtti üreg területének nagyságát úgy állapítjuk meg, hogy a készüregben nagy nyomás ne legyen, minthogy a vas a kész- és ahhoz közel álló üregekben már viszonylag alacsony hőmérsékletű. A következő előüregekben a százalékos területnövekedés tehát mindig fokozatosan nagyobb és nagyobb (illetőleg a készüreg felé haladva fokozatosan kisebb) lesz. Az idomvasak készüregeiben a fogyás 10–15 % -ot, a kezdőüregekben pedig 30–35 % -ot szokott rendszeren kitenni. Ez azonban éppenséggel nem szabály s a nyomásokat a gyakorlott és gondolkozó hengerész-mérnök teljesen tetszése szerint alkalmazza, persze a gép ereje, a henger átmérője, az egybefüggő profilrészek egymásrahatása és — mint fentebb láttuk — főleg azon elv kellő tekintetbe vételével, hogy: „*addig üsd a vasat, míg meleg!*”

A készelőtti megelőző üreget egészen hasonló elvek alapján



szabjuk ki, úgy azonban, hogy a készelőtti üregben már nagyobb 0/0-os fogyás legyen, mint amilyent a késznek adtunk volt. A szabatos kitöltés persze *itt is* fontos dolog, legfeljebb azt jegyezhetjük meg magunknak, *hogy a hiány sokkal kisebb baj, mint a túltöltés.* A hiány azért csekélyebb hiba, mert az a megelőző üregnek, esetleg ezen előüreg egy kisebb részletének mélyebbre való esztergályozásával olcsón, egyszerűen és gyorsan kiküszöbölhető, míg a túltöltés megszüntetése csakis az előüreg területének csökkentése árán, ez viszont pedig csakis *a henger egész palástjának megesztergályozása árán* lehetséges, ami időbe, pénzbe kerül és a hengerátmérőt is csökkenti, tehát a henger tartósságának is rovására megy! Ilyen elvek szerint megyünk tovább a megelőző üregek kiszabása terén visszafelé egészen addig, amíg olyan (kezdő-) üreget sikerül szerkesztenünk, amelybe a kiindulásul választott üreg vasa, illetőleg a kiinduló ingot (esetleg buga) négyszögű szelvénye a helyes töltés legnagyobb valószínűségével beereszthető.

Azt kell még megjegyeznünk, hogy akár számítással, akár másféle (spekulatív) módon dolgozunk, feltétlenül szükséges, hogy minden egyes üreg tervét előbb *jól átlátszó másoló papírosra* vázoljuk, vagy rajzoljuk, hogy — a megfelelő lapokat egymásra helyezvén — a várható alakváltozás és töltés esélyeit ilyen módon üregről-üregre megbecsülhessük úgy, amint azt a 37. sz. ábra szemlélteti.

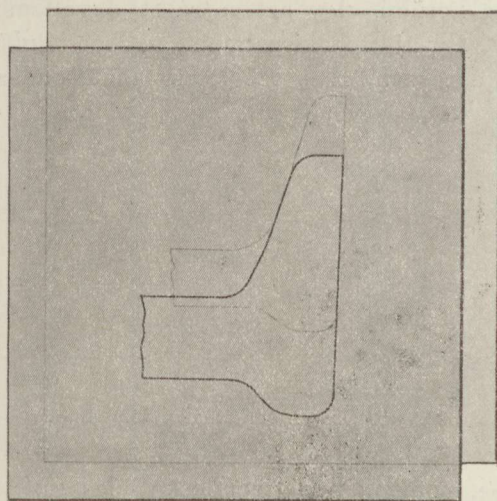
Csak ilyen előleges profilvázlat alapos megbírálása után térhetünk át a végleges üregrajznak sima, kemény rajzpapírosra való pontos és végleges megszerkesztésére.

Magának az üregezésnek egyébként határozottan kialakult és általánosan elismert egységes szabályai nincsenek. Ez azonban nem azt jelenti, hogy az üregező a képzelőtehetségét kellő tudás és tapasztalat nélkül is szabadjárá engedheti szerkesztés közben. Egy egyszerű lakóházat is lehet célszerűen és célszerűtlenül, olcsón és drágán, tartósan és romlékonyan építeni, pedig az építészetnek évezredes tapasztalatai és leszűrődött szabályai vannak. Tulajdonképpen a hengerlésnek is megvannak a maga szigorú szabályai, de még nem mind ismerjük azokat egészen jól, ami annál könnyebben megérthető, mert a nagyipari hengerlés multja 100 évre is alig tehető még. Sok hengerész jött rá egy-két szabályra olyan módon, hogy a nem is sejtett szabály öntudatlan megszégésének következményei révén összeütközésbe került azzal.



S ha egységesen elismert — mondjuk kodifikált — törvényei nincsenek is az üregezésnek, az itt és az előbbi fejezetekben mondottakból is tudnunk kell, hogy vannak a hengerlésnek olyan törvényszerű jelenségei, amelyeknek biztos, alapos ismerete birtokában az üregezési feladatokat mindig megfelelő sikerrel fogjuk tudni megoldani.

Természetesen már magában az a tény, hogy a legtöbb hengerlési, illetőleg üregezési feladatnak több (mint egy) elfogadható megoldása van, kétségtelenül igazolja szerzőnek egyik munkájában<sup>1</sup> írott azt a tételt, amely szerint: „az egyéni találékony-



37. ábra. Az üregetervek töltési esélyeinek vizsgálata átlátszó másolópapíron.

ságnak a hengerlési technikában még akkor is igen nagy szerep fog jutni, amikor a számításon alapuló üregezési mód már egészen meghonosodott a hengerrészek között”. Tafel tanár egy évvel később megjelent könyvében így fejezi ki ugyanazt a gondolatot: „Az üregezés a számítási módszernek teljes kifejlődése esetén is mindig a mérnök egyéniségének megnyilatkozása marad éppen úgy, mint a mérnöknek minden más alakképző munkája”.

Az üregezés legfontosabb általános alapelve egyébként az, hogy az üreg átformáló, alakváltoztató munkája minél kevésbé

<sup>1</sup> Über die Grundsätze der modernen Walztechnik. Mont Rundschau Wien—Berlin, 1920. okt. 16.

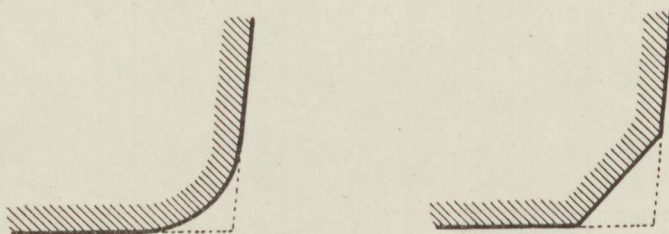


*erőszakos, tehát minél egyszerűbb legyen.* Minél erőszakosabb ugyanis valamely szelvény alakjának egyetlen áteresztésben való módosítása :

1. annál nagyobb annak az üregnek az erőfogyasztása,
2. annál gyorsabban kikopik az üreg és
3. annál kisebb a valószínűség az üreg helyes töltése tekintetében.

Ami a többi általános elvet és idevágó tudnivalót illeti, azok körülbelül a következő pontokba foglalhatók össze.

1. Ha az üreg vasának valamelyik része a következő üreg *örölhatásu* (mind a két hengertest részei által alkotott) éles szögletébe fog kerülni, úgy azt a részt okvetlenül letompítva (lásd a 38. sz. ábrát) kell kiszabnunk, nehogy *túltöltést, sodrot* kapjunk ezen a részen. Éles szögletek tehát rendszerint letom-



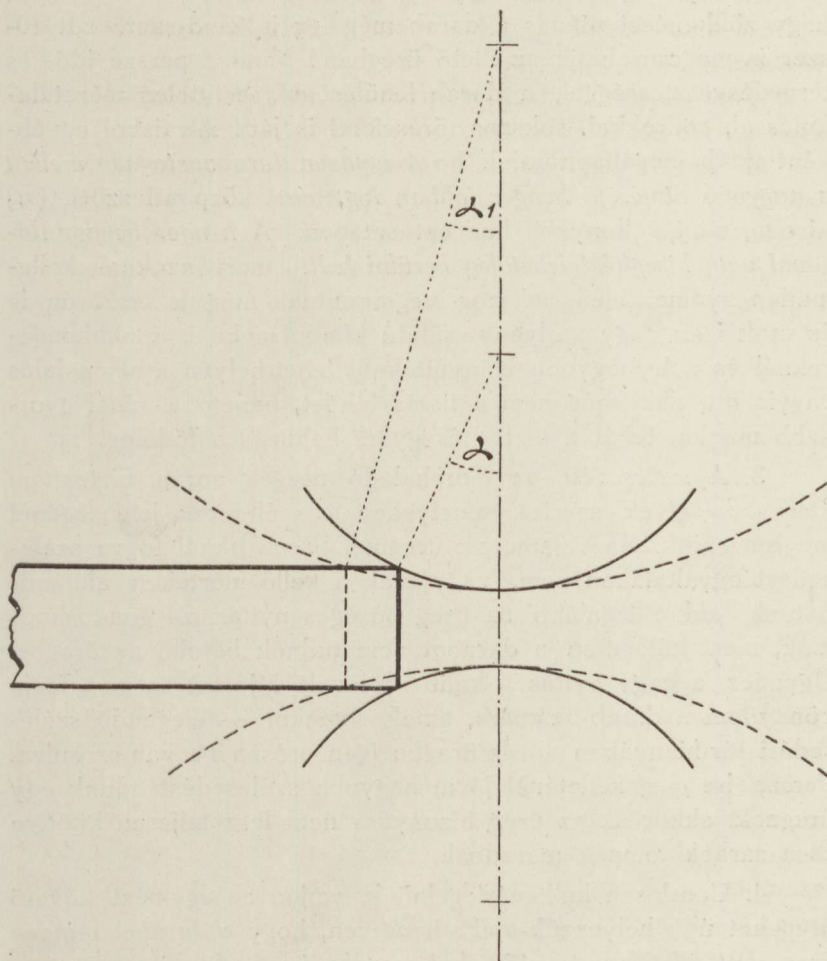
38. ábra. Üregek sarkainak letompítása.

pított részekbe, tompák pedig rendszeren éles sarkokba szoktak kerülni a következő üregben és így tovább. A *letompítást mindig inkább egy kicsit nagyobbra vegyük, mint kelléténél kisebbre*, mert az esetleg beálló hiányt a letompításnak megfelelő leesztergálásával igen egyszerűen megszüntethetjük, míg túltöltés esetében a letompítás növelését megint csak a henger egész palástjának átesztergálásával tudnók biztosítani.

A letompítás mértéke az üreg területének nagyságától függ és bár meghatározására szabály nincs, e tekintetben nem lehet durva hibát elkövetni, ha az ember néhány hengerrajzot jól megfigyel és a letompítás célját szem előtt tartja.

2. Az *üregek szelvénymagasságának meghatározásánál* figyelni kell arra, hogy a kérdéses magasságú rúdat a következő kaliberbe *be tudja-e húzni, be tudja-e fogni* (Greifvermögen) a henger. A hengerek ugyanis a darabot csak akkor képesek be-

fogni, illetőleg maguk közzé behúzni, ha a darab vastagsága (szelvénymagassága) a hengerátmérővel szemben bizonyos határon alúl marad. *Hirst* azt találta, hogy behúzás csak akkor lehetséges, ha a 39. sz. ábrán  $\alpha$ -al jelölt központi szög a  $30^\circ$ -ot



39. ábra. A rúd befogása központi szögének és a rúdvastagságnak viszonya.

nem haladja meg, *Geuze* viszont azt állítja, hogy *biztos behúzásról* csak akkor lehet szó, ha ez az  $\alpha$ -szög nem nagyobb  $22^\circ$ -nál. A tapasztalat azt mutatja, hogy *Hirst*-nek csak akkor van igaza, ha a darab nagyon meleg és a hengerfelületek igen durvák,



vagy éppen ebből a célból bevágásokkal láttattak el. Szerzőnek az a tapasztalata, hogy ha a központi szög  $22^0$ -ot nem halad meg, igen sok bosszúságtól kiméljük meg magunkat. A henger ugyanis ennél nagyobb központi szögeknél is fogni fog ugyan, de szeszélyesen, sokszor csak nagy várakozások és a sorozat nagy zökkenései után s a darab még így is 2—3-szor, sőt 10-szer is megcsuszhatik az illető üregben! Mindez persze idő- és termelésvesztességgel, a darab lehülésével, helytelen méretalkulással, sodrokkal, sokszor törésekkel is jár! A rajzból egyébként azt is megállapíthatjuk, hogy *egyazon darabvastagság mellett a nagyobb átmérőjű henger jobban fog*, mert központi szöge ( $\alpha$ ) kisebb, mint vékonyabb henger esetében. A *henger bevagdolásával való kíségetést lehetőleg kerülni kell*,<sup>1</sup> mert azoknak kellemtelen nyomai igen sokszor megmaradnak még a készárún is és csak igen nagy szelvényterületű kiindulásoknál, blokkhengereknél és a legnagyobb előnyújtóknál lehet helyén a bevagdolás vagyis ott, ahol még nem a tiszta felület, hanem a minél gyorsabb munka, tehát a biztos és gyors behuzás a fődolog.

3. A szélesedést az előrehaladó üregek során biztosítani kell azon elvek szerint, amelyeket a szélesedés jelenségénél megismertünk. Ha valamelyik üregben bármi oknál fogva szélesedést egyáltalában nem, vagy csak a kellő mértéken alúl adhatunk, akkor legalább az üreg bőséges nyításáról gondoskodjunk, mert különben a darabot nem tudnók betolni az üregbe. Ugyanez a nagy nyítás a kalíverből való kijutást is meg fogja könnyíteni a darab számára, amely ilyenkor — elegendő szélesedési tér hiányában — az üregbe igen erősen be van szorulva. Persze ha meg kellett volna jóval nagyobb szélesedést adunk egy üregnek, akkor az az üreg bizonyára nem lesz teljesen kitöltve és a sarkok tompák maradnak.

4. Gondosan kell mérlegelnünk, vajjon az egymást követő üregeket úgy helyezzük-e el a hengeren, hogy *a darabot minden üreg előtt, illetőleg után  $180^0$ -kal meg kelljen fordítani, avagy úgy, hogy az egymást követő üregeknek adjunk-e ebből a szempontból mindig  $180^0$ -kal elfordított helyzetet*. Az előbbi mód ott előnyös, ahol jól és gyorsan járó önműködő fordító-berendezés van, vagy pedig a darab egészen könnyű. Ezen módszer mellett a

<sup>1</sup> Dr. H. Sedlacek, Vorschläge zur Vermeidung des Rauhens der Walzen, St. u. E. 1927. évf. 26. oldal.



hengertest hosszát sokkal inkább ki lehet használni és a készárú sokkal tisztább felületű lesz, mert a képződő és gyorsan hűlő, tehát gyorsan keményedő reve kihull a mélyebben fekvő szelvényrészekből, holott fordítás nélküli hengerlés mellett a reve behengerlésének fészkei még erős lefúvás (gőz- vagy vízszugárral) mellett is gyakran meglátszanak a készárú homorú, teknős részein. Fordítás nélkül persze gyorsabb a hengerlési munka és kézi hengerlés mellett lényegesen könnyebb is a hengerlő munkás számára, ami — főleg a nyári melegekben — nemcsak a humanitásnak, hanem a termelésnek is kérdése.

5. Újból hangsúlyozzuk itt az üregezésnek legfontosabb szabályát, amely szerint mindig azon igyekezzünk, hogy *az üreg egyes részeinek százalékos fogyásai egymással lehetőleg egyenlők, vagy közel egyenlők legyenek*. Ettől a szabálytól csak a kezdő üregekben szabadna eltérni, ahol a vas hőfoka és képlékenysége még aránylag igen nagy.

Mikor aztán az itt elmondottak és az egyes vasfajták üregezésénél elmondandók gondos figyelembe vétele és mérlegelése alapján az üregek tervét pontosan kidolgoztuk, célszerű, ha az egyébként is kemény, hegyes ceruzával készített üregrajzokat tussal, finom, vékony vonallal kihuzzuk. Az így kidolgozott üregrajz (sablonrajz) a műhelybe kerül, ahol a rajz alapján a hengerlakatos (aki rendszeren a sínek, hevederek és gerendák kész-üregeinek betűjelzéseit, bevéséseit is végzi), 0,5 mm vastag horgany-lemezből pontosan azonos alakú lemezsablonokat készít az esztergályos munkájának szabatos ellenőrzésének és a faconált esztergakések alakításának céljaira.

Az üregrajz után és annak alapján készül azután a hengerrajz a IV. számú fejezetben előadott szempontok alapján. Az üreg körvonalait már a hengerrajzon is a lemezsablon köré huzzuk ki, nehogy a hengerrajzon újra szerkesztés útján kelljen az üregeket berajzolni.

#### *B) Az (alakvas-)üregek számítás útján való kiszabásának elvei.*

Az (alakvas-)üregek számítás útján való kiszabásánál az a főelv, hogy az egyenletes fogyás feltételét lehetőleg az egész üregezésen keresztül megtartsuk. Ha a *teljes* üregecsort még sem tudjuk az egyenletes fogyás elvének szigorú betartásával kiszabni, akkor egyenlőtlenül elosztott fogyásokat lehetőleg csakis



a legelső szűrásoknál alkalmazzunk, ahol a vas képlékenysége még olyan nagy, hogy az egyes *szelvényrészek* közötti  $0/0$ -os fogyáskülönbség se technikai nehézséget, se káros feszültséget nem okoz. Ha ez a feltétel nincs meg, vagyis ha valamely üregben az egyes szelvényrészek fogyás-arányai között nagy a különbség, akkor (mivel az üregből kifutó darab egyes részei meghosszabbodásainak — mint már tudjuk — tökéletesen egyenlőknek kell lenniök) az egyenletes meghosszabbodás — bár nem kívánt módon ugyan — de mégis bekövetkezik. Ebben az esetben a következő két határeset lehetséges. A darab meghosszabbodása majdnem egyenlő lesz a legjobban nyomott szelvényrész meghosszabbodásával; ekkor a legnagyobb fogyást szenvedő rész magával húzza a kevésbé nyomottakat úgy, hogy ezek a nekik megfelelő üregrészeket — amint azt már tudjuk — nem fogják kitölteni, minthogy ezek a részek minden egyéb (szélességi és magassági) méretükben meg szoktak fogyatkozni. Röviden szólva: ebben az esetben a legnagyobb meghosszabbodás áll be az üreg kitöltésének rovására. A másik határeset az, ha az üreg teljesen ki lesz töltve, azaz a kevésbé nyomott részek visszatartják a jobban nyomottakat, aminek megfelelően viszont a legjobban nyomott rész nem fog saját (partiális) fogyásának arányában meghosszabbodni, hanem rövidebb marad. Ebben az esetben az üreg töltése áll be a legnagyobb meghosszabbodás rovására.

A gyakorlatban az első határeset sohasem fordulhat elő. Hogy mennyi anyag megy a jobban nyomott részből a kevésbé nyomott részbe, vagy mennyire tartja ez vissza a másikat, azt elméleti úton megállapítani nem tudjuk. Az egyes szelvényrészek viszonylagos nagysága, egymáshoz való helyzete és kapcsolódása, a fogyási viszonyok közötti különbség és a hőmérsék azok a tényezők, amelyek az anyagnak az üreg szelvényének síkjában való elhelyeződését befolyásolják.

A második eset, a szükséges szempontok szemmeltartása mellett, a gyakorlatban sokszor fordul elő s az üregezésnek éppen az a főcélja, hogy az üregek alakját és méreteit úgy szabja meg, hogy az üreg minden része okvetlenül kitöltessék, még egyenlőtlen fogyáelosztás esetében is.

Az egyenlőtlenül nyomott üregrészeknek ez a méretbeli kiegyenlítődése azonban csak ott lehetséges, ahol az acél hőmérséklete még magas s így képlékenysége még olyan nagy,



hogy az anyagrészek egymáson való elmozdulása még könnyen mehet végbe úgy, hogy lényeges szövetváltozás és feszültség nem áll be a nyomában.

A befejező üregekben, ahol a vas már merevebb, a részlet-fogyások közötti nagy különbség esetében a darabban olyan feszültségek keletkeznek, amelyek annak elcsavarodását, meg-görbülését, hullámosodását, sőt szakadását is okozhatják.

Az egész üregezésnek az egyenlő fogyási arány szerinti kidolgozása azonban sokszor kivihetetlen. Ugyanis a két törek-vés: az egyes szelvényrészeknek egyenlő fogyási viszonyát biztosítani és az üregek alakját úgy fejleszteni, hogy a kiinduló négyzetes szelvényhez minél kevesebb üreg árán juthassunk, igen sokszor keresztezi egymást. Azonkívül sok esetben maga a szelvény alakja, vagy pl. egyes részeinek a torlása teszi lehetetlenné, hogy a fogyási viszonyokat a szelvény minden részében egyenletesen szabjuk ki. De ennek dacára az összes alakvas üregezéseknél minden figyelmünket mégis arra kell fordítanunk, hogy egy-egy üregben az egyes szelvényrészek fogyási arányai *lehetőleg* egyenlőek legyenek. Ha e szabálytól egyes esetekben szükség szerint kisebb vagy nagyobb mértékben mégis el kell tekintenünk, nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy nagy részletfogyásbeli különbségek csak a kezdő üregekben engedhetők meg, továbbá azt, hogy — ha egy szelvényrésznek a többihez képest az egyik üregben kevesebb töltést adtunk, — e különbségre a rákövetkező üreg kiszabásánál okvetlenül tekintettel kell lennünk, nehogy egy és ugyanazon szelvényrész több üregeen keresztül — esetleg véglegesen — visszamaradjon, vagy feszültségeket vegyen fel.

Hogy az összetettebb alakú szelvények egyes részeiben a fogyási viszonyokat megállapíthassuk, a szelvényt egyenes vonalakkal négyszögekre és trapézokra osztjuk fel. E felosztás azonban nem történhetik önkényesen, hanem ügyelnünk kell arra, hogy ezek az egyes szelvény-részek a különböző üregekben önállóságukat megtartsák, azaz hogy valamely szelvény-részből — amelyik az első üregben élesen volt a szomszédos részekről elválasztva és a számításnál is így volt alapul véve — egyes szeletek, vagy szélek a következő üregben ne kapcsolódjanak egy másik — más módon nyomott — szelvény-részhez.

Ha már most valamely összetett szelvény egyes részeinek területei az egyik üregben  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  és a következő üregben



$a_1, a_2, a_3$ , a megfelelő hosszak pedig  $L_1, L_2, L_3$ , illetőleg  $l_1, l_2, l_3$ , akkor a meghosszabbodási törvény alapján:

$$l_1 = L_1 \frac{A_1}{a_1}, l_2 = L_2 \frac{A_2}{a_2}$$

Egyenlő meghosszabbodás esetén  $l_1 = l_2 = l_3$  és  $L_1 = L_2 = \dots$  és így

$$\frac{A_1}{a_1} = \frac{A_2}{a_2} = \frac{A_3}{a_3} = \dots$$

Megközelítően egyenlő részlet-meghosszabbodásokkal üregeztethetjük egész a kiinduló négyzetig az összes olyan szelvényeket, amelyeknek (bármennyire aszimmetrikusak is) szelvényrészei az egész hengerlés alatt ugyanegy irányban kapnak nyomást s amely szelvényeknek alakja megengedi, hogy az egyes részek hossz-tengelyei által bezárt szöveget üregről-üregre nagyobbíthassuk. Ide tartoznak a sarok- és Z-vasak, hevederek, alátétlemezek stb. Ilyenkor a szelvényrészek üregezését úgy végezzük, hogy az egyik alkalmas szelvényrészre megállapítjuk a nyomást s ebből meghatározva az illető rész fogyását, az  $\frac{A_1}{a_1} = \frac{A_2}{a_2} = \dots$

egyenlet szerint megkapjuk a többi szelvényrész területeit s ezekből (a gyakorlati kivitelnél persze megfelelő szélesedés betudása mellett) megkapjuk az alkalmazandó nyomásokat.

Ha a szelvény alakja megengedi, hogy az egyenlő, vagy legalább is közel egyenlő meghosszabbodások alapján üregezzünk, mindig szem előtt kell tartanunk azt, hogy az egyes részeket elválasztó egyenesek helyesen legyenek felvéve s hogy azok a két szomszédos szelvényrészhez való viszonylagos helyzetüket az egész műveleten keresztül megtartsák. Az első üregekben ugyanis előfordulhat, hogy az elválasztóvonal helyzete az egyik üregben a másikhoz képest elmozdul s ez által a területek viszonya is megváltozik. Ilyenkor célszerűbb, ha a fogyások helyett a nyomásokkal számítunk. Ha az egyes szelvényrészek szélességei és magasságai  $B_1, B_2, \dots$  és  $H_1, H_2, \dots$  illetve  $b_1, b_2, \dots$  és  $h_1, h_2, \dots$ , úgy

$$\frac{B_1 H_1}{b_1 h_1} = \frac{B_2 H_2}{b_2 h_2} \dots$$

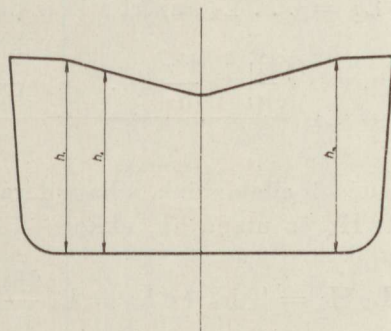
s ha egyszerűsítés okából a szélesedéstől eltekintünk, úgy

$$\frac{H_1}{h_1} = \frac{H_2}{h_2} = \dots$$

A szélesedés elhanyagolása folytán ez csak megközelítő eljárás, de pontosabbá tehetjük azáltal, hogy az egyes üregekben a szelvényrészeknek a számított magasságoknál megfelelően kisebb magassági értéket adunk. Az esetleg így elkövetett pontatlanságokat az egyes szelvényrészeket összekötő átmenetek (ha területük elég nagy) kiegyenlítik.

Tafel az általa végzett kísérletek alapján olyan számítási módszert dolgozott ki,<sup>1</sup> amellyel megközelítőleg megállapítható, hogy az üregbe bevezetett valamely szelvény az üreget milyen mértékben tölti ki. Ha a 40. ábrán látható üreget  $n$  egyenlő függőleges sávra osztjuk, akkor az üreg átlagos magassága

$$H_{\bar{u}} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n}{n}$$



40. ábra. A szelvényalak részekre osztása (W. Tafel szerint).

s ha az — ezen az üregen már áthaladt — darabnak átlagos magassága  $h_k$ , úgy töltés esetén kell, hogy

$$H_{\bar{u}} = h_k \text{ legyen.}$$

Tafel kísérleti úton azt találta, hogy — egyenlőtlenül nyomott szelvény esetén — ha az üreg teljesen ki van töltve, az üregen áthaladt darab hossza egyenlő az egyes szelvényrészek „természetes” hosszának számtani közepesével.

Az egyes szelvényrészek természetes hossza alatt az a hossz értendő, amelyre az illető szelvényrész ki lenne nyújtva, ha az

<sup>1</sup> W. Tafel, Walzen u. Walzenkalibrieren, 1923. II. kiadás, 214—226. oldalain.



alkalmazott partiális fogás hatása alatt szabadon, vagyis teljesen a szomszédos részek befolyása nélkül hosszabbodhatnak meg.

Ha a rúd szelvényrészeinek magasságai az áteresztés előtt és után  $H_1 H_2 \dots$  illetve  $h_1 h_2 \dots$ , a hosszak pedig  $L_1 L_2 \dots$  illetve  $l_1 l_2 \dots$ , akkor — mint tudjuk — ha a szélesedéstől eltekintünk:

$$l_1 = L_1 \frac{H_1}{h_1}; l_2 = L_2 \frac{H_2}{h_2} \dots$$

A Tafel-féle kísérleti adat alapján a darab hossza az üreg után

$$l_k = \frac{L_1 \frac{H_1}{h_1} + L_2 \frac{H_2}{h_2} + \dots + L_n \frac{H_n}{h_n}}{n} \text{ lesz.}$$

Mivel  $L_1 = L_2 = \dots L_k$ , azért a kész darab hossza lesz:

$$l_k = L_k \frac{\left( \frac{H_1}{h_1} + \frac{H_2}{h_2} + \dots + \frac{H_n}{h_n} \right)}{n}$$

Ha a szélesedéstől eltekintünk, s ha a darab átlagos magassága az üreg előtt  $H_k$  és utána  $h_k$ , akkor

$$L_k H_k = l_k h_k \text{ és } h_k = L_k \frac{H_k}{l_k}$$

behelyettesítve  $l_k$  értékét, kapjuk

$$h_k = H_k \frac{n}{\frac{H_1}{h_1} + \frac{H_2}{h_2} + \dots + \frac{H_n}{h_n}}$$

Hogy a bevezetett darab az üreget tölteni fogja-e, vagy sem, azt a fenti képlet segítségével a következőképen állapítjuk meg: az üreg *előtti* szelvényt és magát az üreget  $n$  egyenlő részre osztjuk és a lemért  $H_1 H_2 \dots$ , illetőleg  $h_1 h_2 \dots$  magasságokból kiszámítjuk  $H_{\bar{u}}$  és  $h_k$  értékeit. Ha  $H_{\bar{u}} > h_k$ , úgy az üreg üresen marad, ha pedig  $H_{\bar{u}} = h_k$ , úgy a bevezetett darab éppen kitölti az üreget. Ha ellenben  $H_{\bar{u}} < h_k$ , úgy a bevezetett szelvény túl nagy, azaz túltöltést, sodrot kapunk.

A fenti számítás gyakorlati alkalmazásához *Tafel* szerint még a következőket kell megjegyeznünk.

Ha a bevezetett darab szelvény-magassága egyes helyeken — a széleken — kisebb mint az üreg magassága (l. a 41. ábrát), akkor a  $h_k$  kiszámításánál csak az 1 és  $n$  közötti hányadosok jönnek tekintetbe, mert az üregeknek 1-től balra és  $n$ -től jobbra eső végei úgy sem lesznek kitöltve. Ezenkívül tekintetbe kell vennünk még a bevezetett szelvény alakváltozását azon időtartam alatt, amely a befogás pillanatától addig terjed, míg a darab annyira előrehatolt az üregben, hogy az az üreg alsó és felső részével a teljes szélességében érintkezik. A darab az üreggel a befogás pillanatában az  $M$   $M_1$  pontokban érintkezik (42. ábra). Ha eltekintünk a szélesedéstől, úgy az  $M$  és  $M_1$  pontokban lenyomott anyag a többi is magával ragadja s így a darab magassága akkor, amidőn az az egész szélességében érintkezik az üreggel, már mindenütt kisebb, mint  $H_k$ , kivéve az  $M$  és  $M_1$  pontokat, ahol az eredeti  $H_k$  magasság kerül nyomás alá. E körülménynek megfelelő korrekturát, hogy a szélesedés is némileg tekintetbe legyen véve, *Tafel* úgy adja meg, hogy az  $m$   $M$  és  $M_n$ , illetve  $m_1$   $M_1$  és  $M_1$   $n_1$  egyeneseket meghúzza s a  $\frac{H_1}{h_1}, \frac{H_2}{h_2} \dots$  hányadosok kiszámításánál a 42. ábrán látható  $H_1$   $H_2 \dots H_n$  magasságokat méri le.

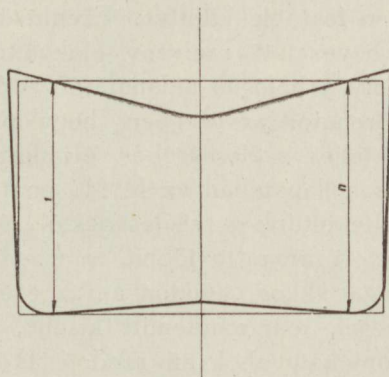
A számításos üregezési módhoz mindenesetre meg kell jegyeznünk, hogy az a gyakorlatban alig-alig terjed, részben azért, mert körülményes, részben pedig mert a számítás alapja is bizonytalan. Összetettebb szelvényalakoknál ugyanis a szelvények részekre való bontása csakis egészen egyéni, tehát önkényes módon történhetik, minthogy az anyagvándorlásoknak a szelvény síkjában való módjáról és mértékéről eddig még igen keveset tudunk. Az önkényes szelvényfelbontások tehát igen lényeges hibáknak lehetnek forrásai.

Éppen ezért teljesen indokoltnak kell tekintenünk *Albert Nöll* német hengerésmérnöknek a *Dehez-féle „Walzenkalibrierungen“*<sup>1</sup> című műben írott kijelentését, amely szerint: „Wenn neuerdings gewisse Anschauungen dahin gehen, daß Kalibrieren an sich kein Kunststück sei, daß es vielmehr darauf ankomme unter den vielen vorhandenen Möglichkeiten die herausgreifen, bei den Kraftbedarf und Walzenbeanspruchung ein Mindestmaß werden, so kann man dazu nur sagen, daß wir heute allgemein

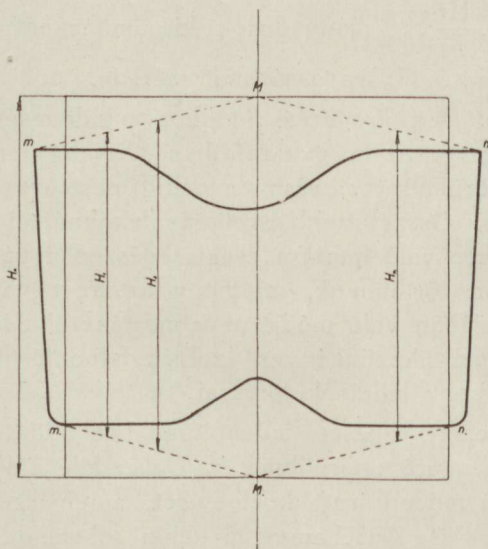
<sup>1</sup> Dehez, Walzenkalibrierungen, Verlag Stahleisen, 4. oldal.



leider noch nicht so weit sind. Für gewisse einfache Querschnittsformen mag eine solche Behandlung vielleicht schon am Platze sein; für alle verwickelten Formen versagt sie und ob hier



41. ábra. Az üregbe bocsátott rúd magassága a széleken kisebb, mint az üreg magassága (W. Tafel szerint).



42. ábra. A szelvényalak kiigazítása az üregszámítás szempontjából (W. Tafel szerint).

*eine bestimmte Voraussage überhaupt einmal möglich sein wird, erscheint mir tatsächlich zweifelhaft.*

C) Az üregek tervezésének a gyakorlatban kifejlődött módja.

Ezeket a módszereket a hengerművek vezető mérnökei dolgozták ki s adták tovább utódaiknak, akik mindig tovább fejlesztették az átvett módszereket. A módszerek az egyes gyáraknak hosszú időn át jóformán titkai lévén, természetes, hogy az idomvasak üregezésének gyakorlati módjai nem egységesek. Mindazonáltal a jól bevált üregezési módok ma már annyira ismertek, hogy ezek közül a leginkább bevált eljárásoknak ismerete csakis hasznos lehet a kezdő hengerrészre nézve. Nem is lehet jobb tanácsunk a kezdő számára annál, hogy minél több gyakorlati üregezést vizsgáljon meg az V., VI., VII. A. és VII. B. fejezetek elveinek szempontjából. Rá fog jönni így arra, hogy az a gyakorlati üregezés a legjobb, amelynek szerzője tapasztalatán nyugvó instinktiójánál fogva azokat az elveket követte munkája közben, amelyeket az előbb megnevezett fejezetek ismertettek.

A számításos üregezés és a gyakorlati üregezés között tulajdonképpen olyan a különbség, mint a matematika és a szám-műveletek grafikus ábrázolása között, vagy a számításos statika és a grafostatika között. S amint a grafostatikának is meg vannak a maga szabályai és elvei, a gyakorlati üregezéshez sem elegendő a vállalkozó-szellem és a fantázia. Ezért a következő fejezetekben megismertetjük a legjáratosabb hengerelt-vasfajták üregezésének gyakorlati módjait, amelyek általában jól beváltak. Az ott előadottak alapjául főleg a Hütte (Taschenb. f. Eisenhüttenleute) II. kiadásának üregezési fejezete szolgált s az ott közölt ábrák egy része is felhasználtatott abból a célból, hogy legalább egy *általánosan* elismert fórum approbálására lehessen hivatkoznunk azon a téren, amelyen a szakember a legellentétesebb irányokkal és nézetekkel szokott találkozni. A kezdő pedig nagyon jól teszi, ha pályája elején a legáltalánosabban elismert tudományos fórum útmutatásai alapján indul el az üregezés dolgaiban, ahol igen sok gyakorlati ember aratott jelentős részletsikert s ahol éppen ezért nem enged *egyéni* nézeteiből, amelyek pedig — minden részletsiker ellenére is — nem mindig helyesek! Szerző is ezért választotta az egyes vasfajták üregezésének ismertetésénél a „Hütte” által kijelölt utat, annak dacára, hogy a hozzáértő az összes többi fejezetekben lépten-nyomon azt tapasztalhatja, hogy szerző a hengerlési művelet magyarázatának egész



területén új, a réginél biztosabbnak mutatkozó utakat igyekszik törni a gondolkozni akaró kezdő mérnök számára.

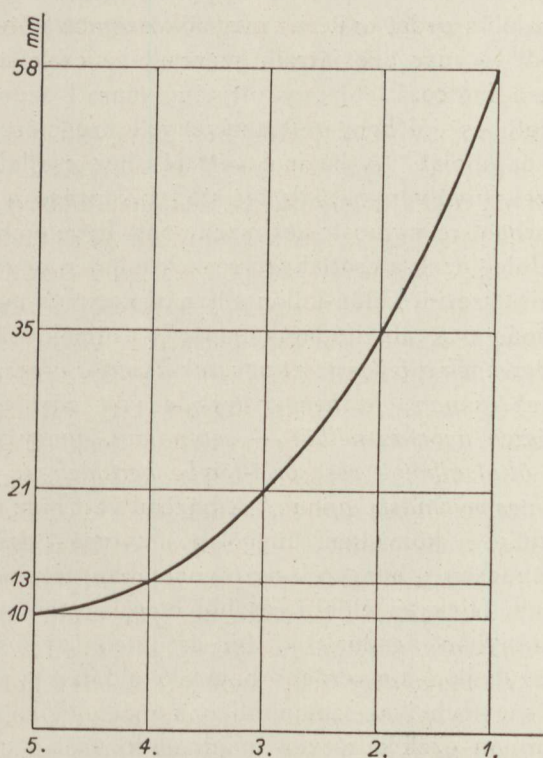
Az üregezés gyakorlati módjainak óriási előnyük, hogy — ha alkalmazójuknak az üregezési elvek már teljesen átmentek a vérébe — az üregező munkáját rendkívül gyorsá és egyszerűvé teszik. De hangsúlyozni kell, hogy kényesebb esetekben az üregezés helyességét alaposan és több oldalról, esetleg a *Tafel*-féle számítás útján is ellenőrizni kell. Egy nem egészen sikeres hengerlési próba után pedig ugyanez még fokozottabb kötelességünk.

Az (alakvas-) üregezés gyakorlati módjainak általános menete egyébként a következő:

A gyártandó szelvény (gondoljunk pl. egy vasgerenda, vagy sín szelvényalakjára) kész-melegprofilján keresünk egy jelentékenyebb olyan részt, amely önálló alakjában laposvasnak, vagy általában hosszúkás négyszögű szelvénynek tekinthető s a hengerlés alatt rendes, közvetlen, függőleges nyomásokat fog kapni, tehát vízszintes, vagy közel vízszintes helyzetű. (Ilyen pl. az U-vas, a gerenda, a sinek profilján a szárnak nevezett szelvényrész). A fogyási tervet most már erre a szelvényrészre állapítjuk meg s feljegyezzük, hogy a fogyási terv értelmében ez a rész a készelőtti üregben milyen vastag lesz. Ezen résznek üregeként növekvő vastagságait azután addig a határig, — illetőleg annyi üregre nézve praelimináljuk és jegyezzük fel, ahány üreggel megoldottnak véljük a kiindulásul választott négyszögű szelvényhez való áttérés lehetőségét, hogy a praeliminált legnagyobb magassági méretű idomüregbe („façonált” üregbe) már a kiinduló négyszöget vezethessük be a helyes töltés teljes valószínűségével. A vastagságoknak azon elv szerint kell növekedniök, amelyet az általános elvek fejezetében (VII. A.) ismertettünk, vagyis szükséges, hogy ez a növekedés a hőfok, illetőleg a képlékenység csökkenésének, a művelet idő, — anyag — és pénzbeli gazdaságosságának, valamint az egyenlőtlenül nyújtott szomszédrészek egymásra hatásának teljes figyelembe vétele alapján történjék. Ilyenformán tehát a — készüregtől a kezdőüreg felé — egymásra következő üregek között a bázist képező rész vastagság-növekedése nemcsak abszolút mértékben, hanem százalékos arányban is mindig nagyobb lesz. *Kirchberg*<sup>1</sup> azt találta, hogy igen sok jól bevált idomvas-üregezésnél a bázist

<sup>1</sup> Kirchberg, „Grundzüge der Walzenkalibrierung.

képező résznek, illetőleg (az egyenletes nyomáselosztás lehető betartása esetén) az egész szelvénynek ezek a növekvő magassági méretei olyan — csúcsára állított — parabolának képezik pontjait, amelynek abszcisszáján az áteresztések számát, ordinátáin pedig az egymásra következő vastagsági (magassági) méreteket rakjuk fel olyan formán, hogy a készüreg magassági méretében a parabola csúcspontja fekszik, a kiinduló üreg magassági mérete pedig (az első



43. ábra. Az üregezés parabolája Kirchberg szerint.

átteresztés ordinátáján) a parabola szárának végpontját képezi. (L. a 43. sz. ábrát.) Ebből tehát világosan következik, hogy — a melegkészprofil és a kezdő üreg magassági méretei mindig ismert adatok lévén — a két végpont közé berajzolt parabola segítségével az előírányzott számú üregek (vagy azok szárának stb. magassági méreteit) a parabola pontjainak ordinátáin közvetlenül megkaphatjuk. Szerzőnek az a meggyőződése, hogy Kirchberg-nek ez a



parabola-elmélete igen jó arra, hogy a kezdőnek biztosabb látókört, valamint szilárd alapot és ellenőrző eszközt nyújtson első üregezési alkalmával. Később, ha a hengerésznek gyakorlata fejlődni kezd, nem lesz mindig szüksége a parabolára, mert a felelősséggel dolgozó hengerész a befejező szurások nyomásait a maga lelkiismerete szerint fogja akarni megválasztani, a kezdő szurások nyomásának megközelítő grafikus megállapításához pedig a gyakorlott hengerésznek egy pillantása is elegendő annál inkább, mert a kezdő szurásoknál a nyomás nagysága — üregezés szempontjából — már alig játszik szerepet és csak az alakváltozás módja a fontos. Bebizonyított tény marad azonban, hogy a jól üregezett és jól hengerelt szelvények üregméretei mindig igazolják a parabolát. A bázisul vett részhez csatlakozó többi szelvényrészek (nyúlványok, láb, fej stb.) kiképzése a *visszafelémenő* üregsorban már most két szempont figyelembevételével történik, illetőleg ezek a csatlakozó részek minden egyes üregben e két szempont szerint külön-külön elbárában, más-más méretezésben és más-más alakítómunkában részesülnek. *Ezeknek a csatlakozó-részeknek a fejlesztését ugyanis aszerint végezzük, amint ezek a részek csupán egy henger testébe vájt zárt üregrészben — tehát egészen nyomás nélkül — szaladnak, avagy mind a két henger teste által alkotott rész örlő-terébe kerülnek és csak közvetett, vízszintes nyomást kapnak!* A bázisul vett rész ugyanis — mint említettük — közvetlen, függőleges nyomást kap és vízszintesen (rendesen a hengerek osztóvonalában) fekszik. A nyúlványok, lábak, fejek az előbbi részből merőlegesen, vagy közel merőlegesen irányban ágaznak ki fel és lefelé s ebben a két irányban összehajló, konvergens határoló oldalaik vannak — a hengerelhetőség technikai szempontjának megfelelőleg. S mint-hogy ilyenformán ezek a részek majdnem kizárólag csakis közvetett, vízszintes nyomással képezhetők ki, kétségtelen, hogy az üreg egyik fele (alsó, vagy felső) mindig zárt üregrészekben, a másik fele (felső, vagy alsó) ugyanakkor mindig nyitott (két henger teste által határolt) üregrészben fog szaladni. Az egymásra következő üregeknek persze mindig olyan értelmű nyitást adunk, hogy a zárt üregrészekből jövő szelvényrészek lehetőleg mindig nyitott részbe (és viszont) kerülhessenek.

Most már csak azt kell tudnunk, hogy milyen legyen a közvetett, indirekt nyomás az üreg egyik felében s mi történjék ugyanakkor a zárt részben szaladó másik szelvényrésszel? Mind-



járt megállapíthatjuk, hogy a felelet erre a kérdésre nem lehet egészen szabatos és innen van az, hogy a gyakorlati módszerű üregezesek éppen ezen a ponton térnek el egymástól legjobban, minthogy — általános érvényű szabály hiányában — éppen itt kénytelen az üregező egyéni tapasztalatát, vagy (kezdő korában) egyéni nézeteit, felfogását érvényesíteni. Itt a magyarázata annak is, hogy miért okvetlenül *szükséges* a jól bevált üregezesek tanulmányozása ahhoz, hogy e téren valami újat és jót alkothassunk!

Mindazonáltal itt is elfogadhatjuk mértékül azt a tételt, hogy a nyúlványok  $\frac{1}{10}$ -os indirekt nyomása természetesen *körülbelül* ugyanakkora legyen, mint a bázisul vett laposvasrészleté. Vagyis a készelőtti üregnek a készüreg nyitott részébe kerülő szelvényrészei lehetőleg annyi  $\frac{1}{10}$ -kal vehetők vastagabbra, mint amennyi százalékkal a laposvasrészlet vastagsága növekedett. A nyúlványnak a hengerben függőlegesen álló hosszmérete az előüregben körülbelül egy mm-rel kisebb legyen, mint a készüreg megfelelő része, mert a nyitott üregrészek őrlőhatása alatt ennek a résznek függőleges irányú mérete kissé megnövekszik. Hangsúlyoznunk kell, hogy a készelőtti üreg vastagsági mérete a fent körülírt határig csak akkor növelhető, ha a kérdéses nyúlvány (vékony vonallal átlátszó másolópapírra rajzolt) alakja a készüreg megfelelő részébe, ennek közel háromnegyedrészmagasságáig becsúsztható. A további előüregekben nagyobb vastagság és magasabb hőfok mellett a kétharmadrészig, sőt ennél rövidebbre való becsúszással is megelégedhetünk. Ha ezt az óvatossági szabályt nem tartjuk be, azt fogjuk tapasztalni, hogy a nyúlvány rövid marad, nem lesz kitöltve. (A következő fejezetben a nyúlványoknak *Tafel* és *Kirchberg* szerint való fejlesztését példák mutatják be.)

A készüreg laposvasrészének másik (alsó, vagy felső) oldalán fekvő zárt üregrészekbe kerülő előüregrészletek vastagsági mérete természetesen nem fog semmiféle nyomásban részesülni s így üresen kellene futnia, aminek nyomás nélküli húzás, ennek pedig szövetváltozás és káros feszültség volna a következménye. Hogy ez be ne következék, az előüregben a nyúlvány függőleges méretét kell megnövelnünk ugyancsak a lehetőleg egyenletesen elosztott területnövekedés alapján, de olyan módon, hogy az így meghosszabbodott nyúlvány a készüregbe *végig* becsússzék és olyan hosszú még se legyen, hogy átgyűrődésekre, ráncképződésre vezessen.



A gyakorlat azt mutatja, hogy az előüreg eme nyitott csúcsú nyúlványainak hosszabbtele függetleníthető a területtől, tehát a szelvény nagyságától is. Bebizonyult ugyanis, hogy a töltés helyes lesz és feszültségek nem állanak be akkor sem, ha ezt a nyúlványhosszabbítást üregről-üregre állandóan kereken öt mm-nek vesszük. Úgy látszik, hogy itt a nyúlvány tövében a laposvasrész állandó vastagításából keletkező anyag többlet elszorítása játsza a közvetítő-nyomás szerepét, a folytonos szelvényfordítás pedig a feszültség kiegyenlítését biztosítja. Ennek a gyakorlati ténynek az az igen nagy előnye és haszna van, hogy a gyártandó szelvények viszonylag csekély magasságú, tehát viszonylag kis területű kiinduló szelvényből készíthetők, ami az ingotgyártás és az előnyújtás gazdaságossága szempontjából rendkívül nagy fontossággal bír.

A következő és a többi előüreg ugyanezen az alapon készül az általános elvek fejezetében elmondottak figyelembevételével. Még csak azt kell kiemelni, hogy az egyes szelvényrészek közötti köríves átmenetek görbületi sugarait az előüregekben (visszafelé) mindig nagyobbítjuk olyan formán, hogy ezek az átmeneti területrészek is körülbelül olyan %-os fogyásnak, nyomásnak, meghosszabbodásnak legyenek alávetve, mint a többi — számottevőbb — szelvényrészek.

Gyakori eset (pl. sineknél), hogy a bázisul szolgáló laposvasrészéből kiágazó nyúlványok magassági (függőleges) méretében nagy a különbség. Például a sinek lábmérete — az üreg függőleges irányában mérve — sokkal nagyobb, mint a sin fejének párhuzamos irányú mérete. Ilyenkor a fentebb mondottak szigorú betartása esetén az az eset áll elő, hogy az előüregeknek a leírt módon kifejlesztett nyúlványai — magassági méreteikben — szintén lényegesen eltérnek egymástól. Ez pedig — könnyen érthető módon — lényeges akadálya lehetne a négyszögszelvényű, kezdő (ingot vagy buga) szelvényhez való áttérésnek, szóval nehézségre és tökéletlen munkamenetre vezethetne. Az ilyen esetekben úgy segítünk magunkon, hogy az első 2—3 kezdő-façonál üregben nem tartjuk be a szabályt, hanem ezeknél a kezdőüregeknél az alacsony nyúlvány függőleges méretét aránytalanul jobban, illetőleg gyorsabban növeljük, hogy a négyszöges szelvényhez már egyenlő, vagy közel egyenlő magasságú nyúlványokkal mehessünk át.

Hogy a négyszögű kezdőszelvényhez közepén vízszintesen



osztott, tehát nyitott, vagy pedig zárt üreggel meggyünk-e át, azt főleg a kezdő-üreges függőleges méreteinek nagysága dönti el. Ha ezek a méretek nagyok, célszerű az első, vagy az első és második kezdő-üreget nyitottnak szerkeszteni, vagyis az üreget vízszintes középvonalában ketté osztani olyan módon, hogy az üreg körülbelül felső fele a felső henger testébe, körülbelül alsó fele az alsó henger testébe legyen bevágva. Ennek az elrendezésnek az az igen nagy előnye van, hogy — körülbelül felényi lévén az üreg függőleges mérete — félvastagságú bordákat lehet alkalmazni, ami lehetővé teszi a hengertest hosszának sokkal előnyösebb kihasználását.

Ha a hengerlési próba azt mutatná, hogy a készszelvény nem tökéletes, rajta hiány, vagy felesleg mutatkozik, akkor minden egyes üreg *vasából* félreteszünk egy a melegfűrészen lehetőleg olyan módon levágott darabot, hogy azon az előüreg vasa is (tehát az átmeneti rész is) rajta legyen. A hiányt és a felesleget azután az általános elvek fejezetében megismert módon küszöböljük ki, gondosan mérlegelvén, hogy a hiba megszüntetése céljaira elegendő-e a készelőtti, esetleg az azt megelőző üreg módosítása, vagy pedig az egész üregsor — ismét visszafelé, vagyis a készről a kezdőüreg felé — át kell-e dolgozni. Erre nézve a lefűrészelt hengerlési próbák tüzetes megvizsgálása, illetőleg az egyes üregek vasának alakja, méretei, felülete, gyűrődései, szakadásai adnak kellő útbaigazítást.

Úgy az üregezési, mint a felülvizsgálati munkánkat nagyon megkönnyíti és meggyorsítja a számtolóka, amellyel méreteket vehetünk fel, vihetünk át, toldhatunk meg és vele a területek nagyságát, viszonyát s a  $\%$ -os fogyásokat is gyorsan megállapíthatjuk.



## VIII. A legjáratosabb hengerelt szelvények üregeinek szerkesztése.

### A) Előnyújtóüregek.<sup>1</sup>

Az előnyújtó hengereknek az a céljuk, hogy üregeikből főleg kész-sorozatoknak, részben pedig kovács- és sajtolóműveknek szolgáltatassanak kiinduló anyagot. Alakjuk szerint négyféle előnyújtó-üregfajtát különböztetünk meg és pedig:

- a) az oldalán nyitott *négyszögű üreg*, az úgynevezett *szekevénykaliber*
- b) a *rauta-üreg* (rhombus, melynek a vízszintes átlója nagyobb)
- c) a *csúcsíves üreg* (olyan rauta, amelynek oldalai körív alakban kiduzzadnak)
- d) a *négyzet-* és *ovál-üreg* rendszere (négyzet- és ovál-üreg egymással váltogatva).

Az előnyújtó hengereket mind ebből a négy, illetőleg öt fajta üregből szoktuk összeállítani a következő szempontok figyelembevételével:

- 1. melyik a legnagyobb kiinduló szelvényméret,
- 2. melyik a legkisebb gyártandó szelvény,
- 3. melyek az okvetlenül gyártandó közbeeső szelvények.

A készsorozatok (és a feldolgozó műhelyek) által használt szelvények csaknem kivétel nélkül négyszögű, sőt igen gyakran tompasarkú négyzetes alakúak, amiből következik, hogy a rautából és csúcsívesből csak akkor mehetünk a kész-sorra, ha a rudat (nagyobb átlójával felfelé állítva) mégégszer átbocsátjuk

<sup>1</sup> A VIII. fejezet A., B. és C. alfejezetei (előnyújtó-, négyzet- és gömbölyű vas-, valamint laposvas-üregezés) úgyszólván normalizált üregézési módokat tárgyalnak, amiért is szerző legjobbnak látta ennek a három alfejezetnek anyagát és ábráit a Hütte (Taschenb. f. Eisenhüttenl.)-ből átvenni. Természetes, hogy megfelelő kiegészítések és más forrásokkal való szembeállítások is elkerülhetetlenül szükségesek voltak.



ezek az üregeken. A fentebbi szempontok ismeretében az is kétségtelen, hogy az előnyújtók megszerkesztése annál könnyebb, s az előnyújtási munka annál egyszerűbb és gyorsabb, minél kevesebb számú szelvényt kell rajta készítenünk a feldolgozó sorozatok számára. Legtökéletesebbek és leggyorsabbak az automatikus előnyújtók, amelyek csak egyetlen szelvényt szolgáltatnak s amelyekből közbeeső szelvényt — éppen automatikus voltuknál fogva — amúgy sem lehetne kivenni.

Az előnyújtó hengerekről annyit kell megjegyeznünk, hogy ezek helyes vagy helytelen megszerkesztésétől függ az egész velük összefüggő hengermű termelése, illetőleg termelésének gazdaságossága. Az említett szempontokon túl ugyanis a *gyors* és *biztos* fogyasztó munka az, amit az előnyújtóktól megkívánunk, mindig ez lévén a két döntő tényező a gazdaságosság tekintetében. A legfontosabb feltétel, amelyet az előnyújtóknak *mindig* ki kell elégíteni az, hogy egy-egy darab előnyújtó-műveletének mindig be kell fejeződnie addig, amíg a közvetlenül előtte előnyújtott darab a kész-soron szalad. Vagyis a *kész-sornak az előnyújtóra üresen várnia nem szabad*.

Az előnyújtóhengerek üregsorának megszerkesztése tekintetében a hengerrajzok 2., 3., 5. és 6. ábráin találhatók példák. Csak azt kell még e helyen kiemelni, hogy kezdő ne próbáljon első munkája gyanánt előnyújtót szerkeszteni, éppen az előnyújtók rendkívül nagy fontossága és tökéletességi fokának nagy kihatása miatt. A kezdő hengerész sohase feledje, hogy tapasztalatszerzésének egymásutánja is csak akkor lesz helyes és teljes, ha megfigyelései és próbálkozásai is a készüregtől visszafelé s a készsortól az előnyújtó felé veszik fokozatos fejlődésüket.

Ezek után áttérünk az egyes előnyújtó üreg-fajok szerkesztésének módjaira.

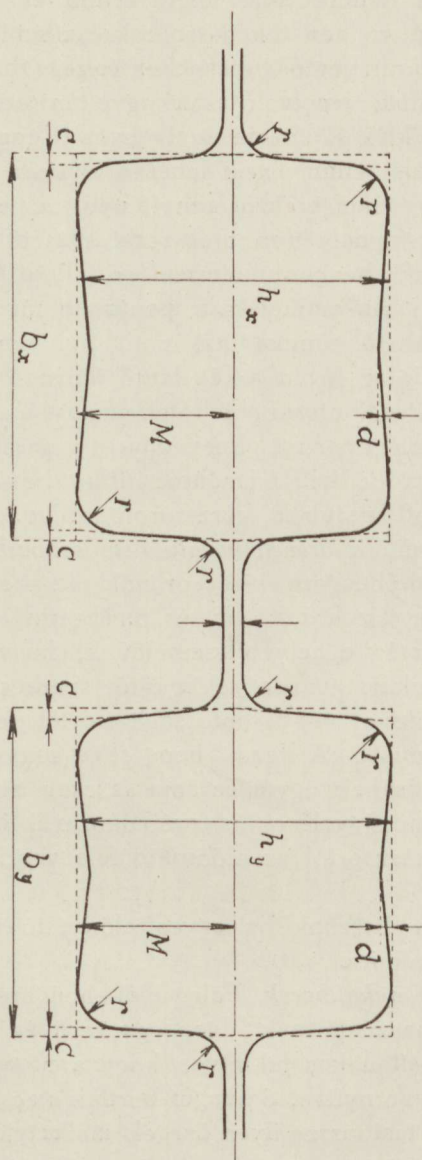
1. *A szekrénykaliberek.* Főleg blokkhengereknél és nagyobb előnyújtóknál használatnak. Igen egyszerű és jól áttekinthető üregezést biztosítanak s tekintve, hogy a négyszög az oldalán (nem csúcán) van nyitva, a henger-bordák alacsonyabb lehetnek s így a henger testhossza ilyen üregek mellett jól kihasználható. Az üreg alakja és szerkesztése a 44. sz. ábrán látható.

A szekrénykalibereknél a *nyitás* 6—10 %, az alsó és felső kaliberoldal *kiduzzadása* pedig (rendesen csak az első 2—3 üregben!) 8—12 mm. Ennek a kidomborodásnak az a célja, hogy



a következő üregbe a  $90^\circ$ -kal elfordított tuskó könnyen legyen bevezethető és hogy anyagfőlősleg képződése, vagyis a sodor-

44. ábra. Tompasarkú négyszög üregének szerkesztése.



képződés is elkerültessék. A szekrénykaliberekben megengedhető nyomás (fogyás) blokkhengerekénél 10—20 %, kis szelvényű előnyújtóknál pedig 20—35 %. Az alkalmazandó szélesedés a magas-

ságcsökkenés  $\frac{1}{3}$ -részével veendő egyenlőnek. A bordaszélesség az ismert szabály alapján  $B = M$  lesz.

Ha tisztán szekrénykaliberekből álló előnyújtóknak több közbeeső szelvényt kell szolgáltatniok, akkor célszerűbb, ha minden második üreget négyzetesnek szerkesztünk.<sup>1</sup>

2. A csúcsíves üregek. Ma már igen korlátozott a használatuk. Rendesen a szabadkézi gyártású gömbvas előüregeit szolgáltatja. Előnyük majdnem semmi (csak a csekély szélesedés), hátrányuk pedig igen nagy, mert a velük adható nyomás csekély és bennük a darab igen könnyen elfordul. A *Tafel* által és a „Hütte” által említett az az előny, hogy a tompa élszögek következtében a sarkok lehülése csekély, egyáltalában nem jöhet szóba, minthogy az előnyújtóknál még olyan meleg a darab, hogy ott a lehüléssel baj soha nincsen. *Egy elfordult darab viszont százszor akkora baj, mint egy árnyalattal erősebb lehülés az előnyújtóban.*

Az alkalmazható fogyás a rúdmagasság  $\frac{1}{9}$ — $\frac{1}{7}$ -része szokott lenni. Itt is, mint a szekrényüregekben, üregről-üregre  $90^\circ$ -os fordítással megyünk előre. A bordaszélesség igen kedvező: 5—10 mm. A csúcsíves üregek szerkesztése a 45. ábra szerint a következő:  $R = b$ ,  $r = 0.1 R$  vagy  $0.2 h$  (inkább a nagyobb értéket vegyük). Az  $m$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  pontokat úgy kapjuk, hogy a szélességi ( $b$ ) mérettel a szélesség és magasság végpontjaiból ( $A$ ,  $A_1$ ,  $B$ ,  $B_1$ ) íveket húzunk s az ívek metszéspontjai lesznek a „csúcsívek” középpontjai ugyancsak két-két  $b = R$  sugarú ív számára. A szélesedést a csúcsíves üregeknél csak annyiban vesszük tekintetbe, hogy a  $A$ -csúcsokat  $r$ -sugárral legömbölyítjük és a  $B$ -csúcsokat ugyanezzel a sugárral kinyítjuk. Szabály, hogy a  $b$ -méret egyforma legyen az előüregnek (még le nem tompított magassági méretével). A kaliber magasságának a szélességhez való viszonya  $h : b = 6 : 7$  vagy  $8 : 9$  szokott lenni.

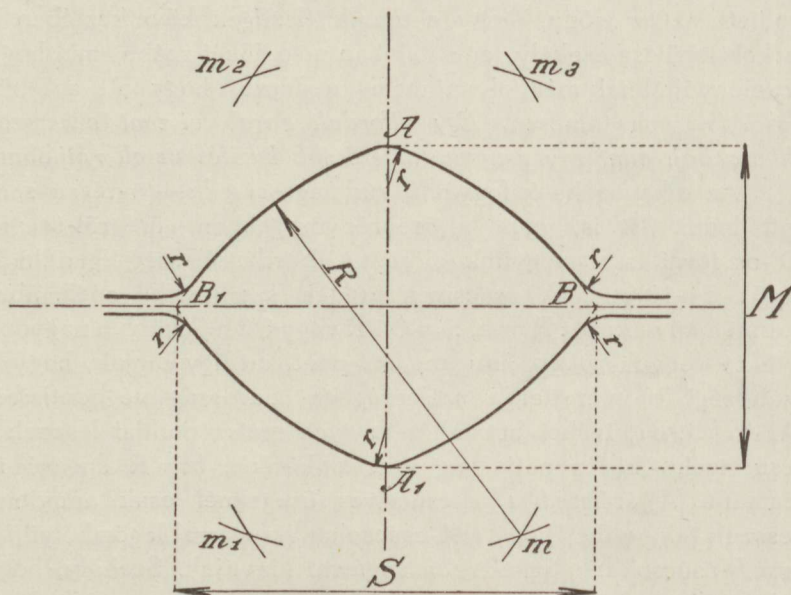
A csúcsíves üregsorból — épp úgy a rautából — minden közbeeső méret kivethető, különösen ha a hengertengelyek egymástól való távolságát is változtatjuk. Ezeket az üregfajtákat tehát főleg ott alkalmazzuk, ahol ez a szempont elsősorban jön tekintetbe. Mert egyébként ezeknek az üregeknek előnyújtómunkája igen lassú, nem gazdaságos. Igazi létjogosultságuk akkor

<sup>1</sup> Szerző egy ilyen henger (750 mm  $\Phi$  és 2000 mm hossz) szerkesztése révén a volt osztrák-magyar hadsereg legjáratosabb lövedékbugáit gazdaságosan és egytűzi munkával állította elő s ebből az egy hengerpárból több mint 20.000 tonna ilyen szelvény gyors és gazdaságos szállítását biztosította.



volt, amikor — kavartvasgyártás idején — főleg a kavartvas-csomagok salaktalanító előnyújtására használták a csúcsíves üregezésű hengereket. A szinte *markolásszerű* befogással dolgozó csúcsíves üregek ugyanis igen lényeges előnyt jelentettek a szétesésre hajlamos „nyerssin“-ek egyenletes egymáshoznyomása tekintetében.

3. A *rauta- vagy rhombusüreg*. A csúcsíves üregek szerkesztési és alkalmazási elvei a rautára is vonatkoznak s így itt legfeljebb annyit kell megjegyeznünk, hogy a rauta valamivel



45. ábra. Csúcsíves üreg szerkesztése. (Hütte, Taschenb. f. Eisenhüttenl.)

nagyobb szélesedéssel (1—2 mm) dolgozik, amiért is ez az üreg szélességének megállapításánál tekintetbe veendő.

4. A *négyszet-ovál nyújtóüregek rendszere*. Ez az üregrendszer úgy közepes méretű szélesedése, mint rendkívül hatásos ledolgozó (fogyasztó)-képessége folytán a leggazdaságosabb előnyújtó üregrendszer. Az alkalmazható nyomás 30 és 50 % között szokott lenni olyan módon persze, hogy az oválban rendszeren közel másfélszer akkora nyomásokat adunk, mint a négyszetben, minthogy a tulajdonképeni nyújtókaliber az ovál. Ha azonban a négyszetet kissé nyitjuk, vagyis felső és alsó csúcshozát kb.

92—94<sup>o</sup>-kal szerkesztjük — ami által persze a rautához közeledtünk — akkor a négyzet is elbír 40<sup>o</sup>-ot meghaladó nyomásokat drótképződés nélkül. Nagyobb méretű szelvényeknél kisebb, kis méretűeknél nagyobb <sup>o</sup>-os nyomást adunk. A fogyásviszonyok kiszámításához az ovál területét, amelynek szerkesztési szélessége  $s$ , magassága pedig  $m$

$$T = 0.66 \cdot m \cdot s$$

szoktuk egyenlőnek tekinteni, ami a körülírt derékszögű négyszög területének kétharmadrészét jelenti.

A nyújtó-ovál szélességének viszonya a magasságához

$$\frac{s}{m} = 3 - 3.5 \text{ szokott lenni.}$$

A négyzet után következő oválüreget úgy szerkesztjük, hogy az ovál görbületi sugara gyanánt a négyzetes-előüreg oldalhosszát vesszük. Az így keletkező oválszelvény nyomása azonban 30<sup>o</sup> alatt marad, amiért is kis méretű szelvényeknél az így kiadódó oválmagasságot megfelelő mértékig csökkentjük s ehhez a magassághoz választjuk aztán a változatlanul maradt szélességnek megfelelő körívet.

Az ovál után következő négyszetűreg szerkesztése úgy történik, hogy a négyzet átlója gyanánt az oválelőüreg szélességének 66<sup>o</sup>-át vesszük.

Az oválba a négyzetet vízszintes és függőleges helyzetű oldalakkal bocsátjuk be; a négyzetbe az ovált pedig csúcsára állított helyzetben. (Lásd 46. és 47. számú ábrákat.)

Mercáder Jenő,<sup>1</sup> a négyzetre következő nyújtó-ovál legmegfelelőbb szélességét kísérletei és számításai alapján

$$s_o = s_n + \beta (2 s_n - m_o)$$

értékűnek találta, ahol

$s_o$  = az ovál keresett szélessége,

$s_n$  = a négyzetelőüreg oldalhossza és

$m_o$  = az oválnak a fogyási terv alapján felvett magassága

$\beta$  = állandó tényező.

Mint hogy Mercáder számos kísérletből és oválmérésből megállapította, hogy az állandó értéke

$\beta = 0.465$ , azért a négyzetre következő

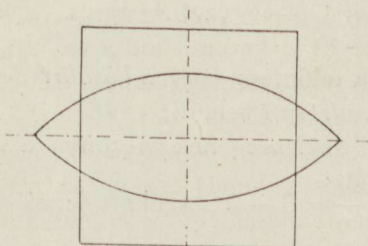
<sup>1</sup> Stahl u. Eisen 1924. évf. 14. számában.



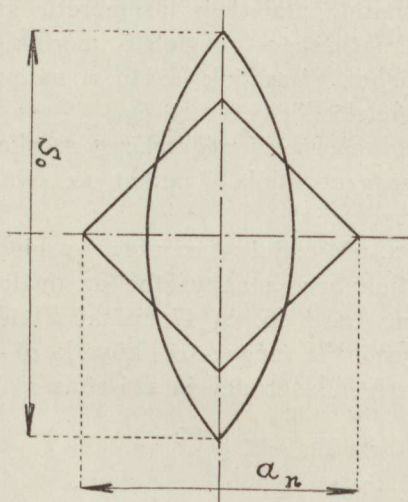
nyújtóóvál szélességi mérete lesz:

$$s_o = 1.93 s_n - 0.465 m_o$$

Oválméréseinél Mercáder 0.43–0.50 között változó  $\beta$ -értékeket talált és pedig olyan módon, hogy a legkisebb oválméretnek a legnagyobb  $\beta$ -érték felel meg, és viszont.



46. ábra. A négyzet bevezetése az oválüregbe. (Eisenhütte.)



47. ábra. Az ovál bevezetése a négyzetüregbe.

### B) Négyzet- és gömbölyűvas-üregek.

Úgy a négyzetvasak, mint gömbölyűvasak hengerelhetők „szabad kézből” és „vezetékbe”. A szabadkézi hengerlés alatt a munkás csupán kézi fogóval tartja és vezeti a darabot, a vezetékbe való hengerlésnél pedig kemény anyagból (acél- vagy kéregöntés) való vezetéksszekrényeket alkalmazunk a négyzet- és

gömbölyű üregek elé. Ezek a vezetékek (az előüreg vasának méreteire „szorosan” beállítva) biztosítják a darab helyzetét és megakadályozzák annak elfordulását. Amíg a szabadkézi hengerlésnél minden készüreg a rákövetkező kisebb méretnek egy-szersmind előürege is, a hengerberendezés itt tehát olcsó és jól kihasználható, addig a vezetékből való hengerlésnél minden készüreghez külön előüreg (a négyzethez rauta, a gömbölyűhöz ovál) szükséges, amiért is itt a berendezés jóval drágább s a henger-váltás gyakoribb. Ámde ezzel szemben áll a vezetékből való hengerlési módnak az a döntő előnye, hogy munkamenete az alkalmazható nagy nyomások és nagy sebességek folytán arány-talanul gyorsabb, teljesítő képessége sokszorosan nagyobb, mint a régi, kezdetleges szabadkézi eljárásnak. A szabadkézi módszer csak a nagyméretű (40 mm-en felül) négyzetvasaknál van alkal-mazásban. Gömbölyű vasaknál (80—100 mm-nél vastagabb mé-retekre!) már csak ott található ez az eljárás, ahol csak *igen kevés* ilyen méretű gömbölyű vas kerül gyártásra, de ahol ezek gyártása — bármilyen okból — mégsem kerülhető el. Egy ilyen berendezés működése tehát nem azt bizonyítja, hogy ez a mód-szer versenyképes, hanem csak magyarázza azt a körülményt, hogy az üzem miért nem vehette igénybe a (drágább) korszerű berendezést.

1. *Szabadkézi négyzetvas.* Ezen üregek *megszerkesztése a függőleges és vízszintes átló* méreteinek megállapításából áll. A függőleges átlót a négyzetoldal melegméreteinek 1'4-szeresével, a vízszintes átlóét 1'42-szeresével szokták egyenlőnek venni, ami által a felső és alsó csúcsszög ca  $91^{\circ}$ -ra fog kiadódni. A széle-sedést olyan módon vesszük tekintetbe, hogy a négyzetoldalak-nak a hengerközhöz csatlakozó tompaszögét a négyzetoldalnak  $\frac{1}{3}$ -át kitevő görbületi sugárral kigömbölyítjük.

Bordaszélesség 5—10 mm, a záróbordáé 40—60 mm.

2. *Négyzetvas vezetékből.* Ennél a módszernél a készüregek vagy tökéletes négyzetek, vagy kisebb mértékben nyitottak, mint a szabadkézi üregek. A hengerköz felé való legömbölyítés is jóval kisebb lehet itt, sőt egészen is elmaradhat. Bordaszélesség itt is 5—10 mm, a záróborda szélessége azonban itt olyan legyen, hogy a vezetékszekrény könnyen legyen a hengervégeken lévő két üreg elé szerelhető.

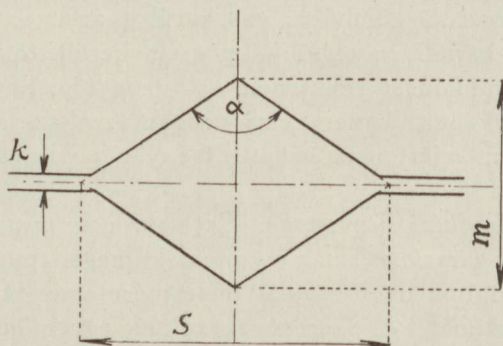
A vezetékből menő négyzetvas készüregének előürege a rauta (simítórauta), amelyet megint négyzetüreg előz meg. A



rautáknak külön hengerben kell lenniök, hogy anyagmennyiségük a hengerek közének beállításával változtatható legyen.

A rautaelőüreg (Schlichtraute, Spiesskant) szerkesztése a következő (lásd a 48. számú ábrát):  $m$  mérete 1—3 mm-rel legyen kisebb a készvas vízszintes méreténél (1 mm a legkisebb, 3 mm pedig a 40 mm-es méretnél alkalmazandó; többinél arányosan). Az  $s$  méret a fogyási tervnek megfelelő területnagyság alapján állapítandó meg. Az  $\alpha$ -szög egyszerű felvételével is célt érünk, de ekkor ajánlatos az előbbi szerkesztési módot ellenőrzésül felhasználni. A rauta előüreg  $\alpha$ -szöge a következő szokott lenni:

5—13 mm	méretű négyzetvasak előüregénél	=	112°
14—26	" " " "	=	108°
26—32	" " " "	=	105°
32 mm-en felüli	" " " "	=	102°



48. ábra. A négyzetvas készelőtti üregének szerkesztése.  
(Hütte, Taschenb. f. Eisenhüttenl.)

A rauta oldalai a hengerközök vonalait élesen, legömbölyítés nélkül metszik.

3. A szabadkézi gömbölyűvas. A szabadkézi gömbölyűvas üregeinek szerkesztése abból áll, hogy a melegátmérővel rajzolt körvonalat a hengerközök metszési pontjain — hasonlóan a szabadkézi négyzetüregekhez —  $\frac{D}{3}$  mérettel kigömbölyítjük. A szabadkézi gömbölyűvas kiindulása a csúcsíves szelvény. A gömbölyű-készüreg azután egymás előüregei gyanánt is szolgálnak s akár ugyanazon üregeken megy át a rúd többször, akár a követ-

kező kisebb üregbe bocsátjuk, két áteresztés között mindig  $90^\circ$ -kal elfordítjuk a darabot a sodorképződés teljes elkerülése, illetőleg lehető tökéletes körszelvény biztosítása céljából.

4. *Gömbölyűvas vezetékből.* A kisebb méretű készülégek itt tökéletes körszelvények s csupán az átmérőnek kb.  $5\%$ -át kitevő görbületi sugárral nyitjuk ki kissé az üregeket. A 30 mm-nél nagyobb átmérőjű készülékeket ajánlatos úgy szerkeszteni, hogy vízszintes átmérőjük  $1-2\%$ -kal nagyobb legyen a függőleges átmérőnél.

A *bordaszélességek* olyanok, mint a négyzetvasnál.

A vezetékből hengerelt gömbölyű-vas *előüreg*e az ovál. A készülék előtti, úgynevezett *simítóovál* felállított helyzetben természetesen keskenyebb és magasabb a készgömbvas átmérőjénél. A *simítóovál szerkesztése* a következő elvek szerint történik:

A *szélesedés* tapasztalat szerint a legkisebb (4–5 mm) átmérőjű készülégekben 1 mm, a legnagyobbakban (200 mm) 4 mm. Az ovál *vastagsági* mérete tehát ennyivel legyen kisebb a kész-melegméretnél. *Kirchberg*:

10	9	8	7	6	5	mm-es készátmérőhöz
0·8	0·797	0·79	0·775	0·750	0·7	viszonyszámot ajánl a

simítóovál vastagsága és a készátmérő között. Az ovál *szélességi* mérete gyanánt pedig *Geuze* szerint:

4–10 mm-es átmérőkhöz	1·6 d
11–35     "             "	1·5 d méret veendő.

Százalék szerint *Kirchberg*  $14\%$ -os fogyást ajánl a készgömbölyűüreg számára.

A 80 mm-ig terjedő méretű készátmérőkhöz igen bevált szerkesztési mód a 49. sz. ábrán látható eljárás. A 80 mm-nél nagyobb d átmérőkhöz az 50. ábrán bemutatott szerkesztési mód ajánlatos, ahol:

$$\begin{aligned}s &= 1·288 d \\ m &= 0·465 d \\ R &= d-1 \text{ mm} \\ R_1 &= 0·74 d \\ R_2 &= 0·38 d\end{aligned}$$

A legnagyobb német művek jól menő üregezéseinek a következő viszonzyszámokat mérték:

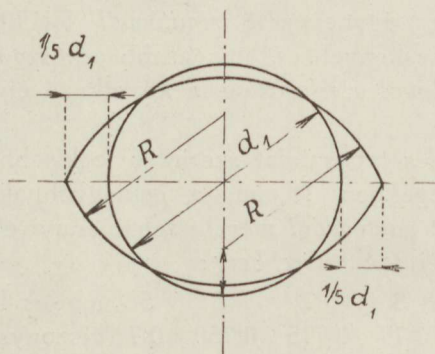


$$\begin{aligned}
 2\ m &= 0.99\ d - 1.6\ \text{mm} \\
 s &= 1.3\ d + 2\ \text{mm} \\
 R &= \frac{2}{3}\ d + 3\ \text{mm}
 \end{aligned}$$

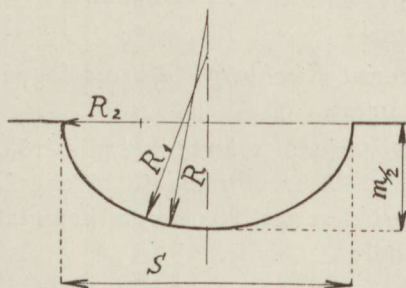
Az ovál *vasára* nézve azonban (amely sohasem tölti ki teljesen az oválüreg szélességét) körülbelül ez a szabály áll fenn:

$$s = 1.2\ d + 2\ \text{mm}.$$

Ami már most a simítóovált megelőző négyzetüreg oldal-méretét illeti, az 10 %-kal legyen nagyobb a gömbölyűvas kész-  
átmérőjénél.



49. ábra. Oválszerkesztés 80 mm-nél kisebb készátmérőjű gömbölyű vasak számára. (Eisenhütte.)



50. ábra. Oválszerkesztés 80 mm-nél nagyobb készátmérőjű gömbölyű vasak számárá. (Eisenhütte.)

A fenti elvek alapján a „Hütte” (Taschenb. f. Eisenhüttenl.) II. és III. kiadása a 776—779. oldalakon az alábbi jól bevált üregezési táblázatokat adja. (Lásd a VI.—VIII. számú táblázatokat.)

## VI. számú táblázat.

**A négyzetvas hengerlése vezetékből.**

A kész négyzetvas oldalmérete	simitó rauta		rauta előüreg	
	magasság	szélesség	magasság	szélesség
5,0	6,2	10,0	8,0	10,0
5,5	7,0	10,8	8,75	10,9
6,0	7,7	11,6	9,5	11,8
6,5	7,4	12,4	10,25	12,7
7,0	9,4	13,2	11,0	13,6
7,5	9,8	14,0	11,75	14,5
8,0	10,05	14,8	12,5	15,4
8,5	10,75	15,6	13,25	16,3
9,0	11,4	16,4	14,0	17,2
9,5	12,10	17,2	14,75	18,1
10,0	12,75	18,0	15,5	19,0
10,5	13,45	18,8	16,25	19,9
11,0	14,1	19,6	17,0	20,8
11,5	14,8	20,4	17,75	21,7
12,0	15,45	21,2	18,5	22,6
12,5	16,1	22,0	19,25	23,5
13,0	16,8	22,8	20,0	24,4
13,5	17,5	23,6	20,75	25,3
14,0	18,15	24,4	21,5	26,2
14,5	18,8	25,2	22,25	27,1
15,0	19,5	26,0	23,0	28,0
15,5	20,2	26,8	23,75	28,9
16,0	20,85	27,6	24,5	29,8
16,5	21,5	28,4	25,25	30,7
17,0	22,2	29,2	26,0	31,6
17,5	22,9	30,0	26,75	32,5
18,0	23,55	30,8	27,5	33,4
18,5	24,25	31,6	28,25	34,3
19,0	24,9	32,4	29,0	35,2
19,5	25,6	33,2	29,75	36,1
20,0	26,25	34,0	30,5	37,0
21,0	27,6	35,6	32,0	38,8
22,0	28,95	37,2	33,5	40,6
23,0	30,3	38,8	35,0	42,4
24,0	31,65	40,4	36,5	44,2
25,0	33,0	42,0	38,0	46,0



## VII. számú táblázat.

A 11—40 mm  $\Phi$  gömbölyű vas hengerlése vezetéköl.

A kész gömbölyű vas átmérője	o v á l	négy- zet	ovál	rauta	négy- zet	o v á l	négy- zet
11	15 $\times$ 9,2	11,75	23 $\times$ 9	—	16	36 $\times$ 12,5	23
12	16,5 $\times$ 10,2	12,75	25 $\times$ 10	—	17,5	38 $\times$ 13,5	25
13	17,5 $\times$ 11,2	14	—	15	18	38 $\times$ 16,5	28,5
14	18,5 $\times$ 12,2	15	—	15,5	18,75	38 $\times$ 18,5	29
15	20 $\times$ 13,2	16	—	16,75	19	39 $\times$ 19	29,5
16	21 $\times$ 14,2	17	—	18,5	20,5	42 $\times$ 20,5	30
17	22 $\times$ 15,2	18	—	19	21	42 $\times$ 21	33
18	23 $\times$ 16,2	19	—	21	23	46 $\times$ 23	35
19	24,5 $\times$ 17,2	21	—	22	25	51 $\times$ 25	39
20	25,5 $\times$ 18,2	22	—	24	27	52 $\times$ 26	40
21	27 $\times$ 19,1	23	—	24,5	27,75	52 $\times$ 27	41
22	28 $\times$ 20,1	25	—	26,5	29		
23	29 $\times$ 21,1	26	—	27,5	32		
24	30,5 $\times$ 22,1	27	—	28,5	32		
25	31,5 $\times$ 23,1	28	—	30	32		
26	33 $\times$ 24,1	29	—	31	35		
27	33 $\times$ 25,1	30	—	32,5	38		
28	35 $\times$ 26,1	31	—	34	39		
29	35 $\times$ 27,2	32	—	36	40		
30	39 $\times$ 27	33	—	37,5	42		
31	39 $\times$ 29	34	—	38,5	44		
32	39 $\times$ 30	35	—	39	45		
33	42 $\times$ 30	36	—	40,5	46		
34	42 $\times$ 32	38	—	42	47		
35	45 $\times$ 32	39,5	—	43	48		
36	45 $\times$ 34	40,5	—				
37	45 $\times$ 35	42	—				
38	49 $\times$ 36	45	—				
39	49 $\times$ 37	46	—				
40	49 $\times$ 38	48	—				

## 5—10 mm átmérőjű drót hengerlése.

Négyzet	Négyszög				Ovál	négyzet	Ovál	négyzet	Ovál	négyzet	Ovál	négyzet	Ovál	négyzet	Ovál	kész $\phi$
150	155	115	80	110	43	45	72	27,5	47	18	31,5	12,25	21,5	8,75	16	5,0
150	110	75	75				25		15		10,5		7,25		5	3,8
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	9,0	16,5	5,5
"	"	"	"	"	"	"	"	28,5	"	"	"	"	"	9,5	18	6,0
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	18,25	"	13,5	23,75	10,0	19	6,5
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	28,0	47,0	18,0	31,0	12,25	21,75	7
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	15,5	18,25	31,5	13,0	24	8
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	15,5	18,25	31,5	13,0	24	8
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	18,5	"	—	—	9
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	29,0	47,0	19,0	32	—	—	10
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	16	"	10,75	—	—	10



A dróthúzó-üregeken való *továbbhúzásra*, vékonyításra szánt s éppen ezért már a hengerléskor karikába motólált 4—10 mm átmérőjű gombolyú vasakat *drótnak*, *hengerhuzalnak* is nevezzük s ezek hengerlése a vékonyabb fajoknál annyiban eltérő a rendes gömbölyű vasétól, hogy egy-egy állványban egyidejűleg több (2—5) szál is fut egyszerre. Hogy pedig a rendkívül könnyű áruból mégis kiadósabb termelést érhessünk el, a dróthengerlésnél az egyik üregből a másikba való bevezetés ma már teljesen automatikus szokott lenni.

### C) Laposvasak üregezése.

A laposvasakat — általában — rendszeren úgy hengereljük, hogy a készáteresztés duó-fényezőhengerben, a készelőtti *torló-áteresztés* pedig *lépcsős-duóban* történik, míg a többi (rendszen zárt, lapos) előüreg egy-két trióban, vagy kettős duóban van elhelyezve. A gyártható szélességi fokozatok rendszeren a következők:

30 mm szélességig	2— 4 mm
70    "            "	4— 6    "
120   "           "	6—10   "
120 mm-en túl	10—25 mm

A hengerlés vagy zárt lapos előüregekből, vagy pedig sima, úgynevezett fényezőhengereken (polirhenger, torlöhenger, lépcsőshenger, — *Staffelwalze* —) történik.

1. *Üregekből való hengerlés.* A kiindulást négyzet- vagy szekrényüregből kell vennünk. Ha még csúcsíves előnyújtónk volna, annak a vasa is megfelel. Az üregezés a készüregtől visszafelé itt is a fogyási terv alapján végezhetjük. Minthogy azonban a laposvasaknál a hengerek egymásbatolása, vagy szét-húzása révén egyazon üregben *többféle vastagságú*, de azonos szélességű laposvasszelvény készül, tehát a %-os fogyás is változó, a laposvashengerek üregezésénél célszerűbb inkább a *vastagsági méretfokozatból*, mint a fogyási tervből kiindulni.

Igen jól bevált vastagsági méretfokozatok a következők:

10— 30	×	min. 4 mm-es laposvasaknál 3 szúráshoz 0, 2, 6
32— 60	×	" 6    "            "            4    "            0, 3, 9, 20
62—120	×	" 9    "            "            5    "            0, 3, 11, 25, 48 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ha e számokat milliméterekben olyan koordináta-rendszer ordinátáira rakjuk fel sorban egymásután, amelyek abszcisszáján a szúrásszámokat raktuk fel, akkor az összekötő görbevonat *parabolát* eredményez, melynek csúcspontjában a készüreg vastagsági mérete fekszik.

ami azt jelenti, hogy ha a kész-laposüreget teljesen zérusra zárva gondoljuk, akkor az előüregek szabad hézagjainak magasságát sorban a fenti számok jelzik, mm-ekben kifejezve. Vagyis *állandóan ennyi mm-rel lesz az üreg magasabb az utána következő üregnél, bárhogyan is állítjuk be a hengert, bármilyen szám is álljon tehát a zérus helyén.* A bordáknak természetesen olyan magasaknak kell lenniök, hogy a legnagyobb szükséges emeléskor is biztosítva legyen az üreg zárása.

2. *Lépcsős hengeren való hengerlés.* Ez a módszer csak 60 mm-nél kisebb szelvényű laposvasakhoz felel meg. A kiindulás négyzet, melynek átlói pontosan egyformák kell hogy legyenek. A torlóáteresztésben körülbelül 5—10 % a magasságcsökkenés, illetőleg rendszeren 4—10 mm. Ha a laposvas vastagsága a szélességekhez képest csekély, akkor csak kis nyomás adható a *torlásnál*, különben a darab behajlik és egyenlőtlen méretű lesz. A torlási munkát nagyban megkönnyíti, ha a lépcsőshengerbe a torlóüreg be van vágva. Magának a lépcsőshengernek a méretezése az 51. sz. ábrán látható. A *torlóáteresztéshez* lesz:

$$b = 5-20 \text{ mm}$$

$$a = a \text{ 2-3-szoros legnagyobb rúdvastagság} + \text{min. 40 mm.}$$

A *laposáteresztéshez* pedig:

$$b = 5-20 \text{ mm}$$

$$a = a \text{ legnagyobb rúdszélesség} + \text{min. 40 mm.}$$

A lépcsőshengeren való laposvas-hengerlés menete körülbelül ez:

- |                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| 1. és 2. áteresztésnél . . | 5—10 mm nyomás      |
| a következő szurásoknál    | 5—8       "       " |
| fényező áteresztés . . . . | 1—2       "       " |

Pl. hengerlendő  $26 \times 8$  mm méretű laposvas.

- |               |                      |                              |
|---------------|----------------------|------------------------------|
| 1. kiindulás  | $22.5 \text{ mm-es}$ | négyzet                      |
| 2. áteresztés | $17 \times 23.75$    |                              |
| 3.       "    | $12 \times 26$       |                              |
| 4.       "    | $8.5 \times 28$      |                              |
| 5.       "    | $9 \times 25.5$      | (torló !)                    |
| 6.       "    | $8 \times 26$        | (simító, fényezőáteresztés). |

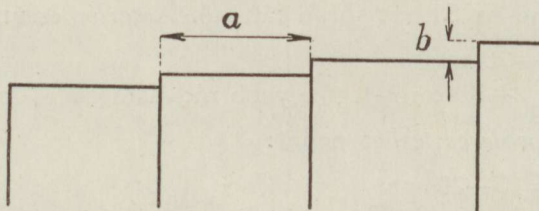
A laposvasaknál kell megemlítenünk azt a tulajdonképpen egészen különálló vasfajtát is, amely a kereskedelemben az *abroncsvas* (szalagvas, Bandeisen) nevet viseli. Ezek a vasfajták



szélességükhöz képest igen vékonyak s ebből folyólag hengerlésük egy-két dologban eltér a rendes laposvas-üregvezéstől. Az abroncsvas ugyanis rendkívül vékony volta folytán igen gyorsan hűl s azért eredményesen, helyes kivitelben és szép kék színben csakis úgy hengerelhető, ha — eltérőleg a rendes menettől — *a kész és készelőtti üregekben is nagy nyomással (30—50 %) dolgozunk.* Ugyancsak a vékonyság és túlságos hajlékonyságból folyólag a rendesnél *nagyobb üregnyitásokkal és torlás nélkül* üregezzünk.

#### D) Az idomvasüregek szerkesztése.

Célszerűség okából általában minden olyan szelvényű vasat idomvasnak (façonvasnak, Façoneisen, Formeisen) nevezünk, amelyeknek szelvénye az A—C fejezetekben nem fordul elő. Az ilyen értelemben vett idomvasakat *Tafel* irreguláris szelvé-



51. ábra. Lépcsős henger méretezése (Eisenhütte).

nyeknek nevezi, minthogy ezeknél az egyenletesen elosztott részletnyomások elve nem tartható be teljes következetességgel. Szabály azonban, hogy az irreguláris üregezésnél is legfeljebb a 3 kezdő üregben, de még jobb, ha csak az első, vagy első és második üregben alkalmazunk egyenlőtlen elosztású részletfogyásokat, a többi üregnek itt is teljesen, vagy közelítően reguláris elosztásúnak kell lennie részletnyomások tekintetében.

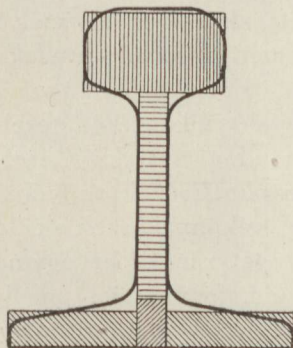
Ezen az alapon az idomvasak üregezésének menete a következő:

Az idomvas készszelvényét négyszögű (lehetőleg derékszögű) alkotó elemekre bontjuk úgy, amint az az 52. számú ábrán látható. A például felvett sínrel azután a sín gerincét (mint amely rész mindig vízszintes helyzetben és mindig közvetlen függőleges nyomás alatt fog állani) véve bázisul, meg-

állapítjuk reá a nyomásfokozatot, illetőleg a fogyási tervet. Erre azután a többi szelvényelemekre is ugyanezt a fokozatot alkalmazzuk a területrészek nagysága alapján s így állapítjuk meg az egész szelvénynek előüreg-méreteit az általános üregezési részben tárgyalt szempontok figyelembevételére és kellő ellenőrzés alkalmazása mellett.

Míg egyrészről a kész és ehhez közelálló üregeknél az egyenletesen elosztott nyomás elve az, ami föltétlenül betartandó, az első egy-két üregnél viszont arról kell gondoskodnunk, hogy az üregek alakja megfelelően a kiindulási négyszögszelvényhez való áttérés lehetőségének.

Az utóbbi célt a „Hütte“ szerint főként a következő három eszközzel mozdítjuk elő:



52. ábra. Idomvasüreg felbontása üregezés szempontjából (Eisenhütte).

1. A bázisul vett laposvasrész, melynek vastagságát — visszafelé — gyorsan és erőteljesen növeljük, csak függőleges, közvetlen nyomást kap. A szelvény szélén elhelyezett nyúlványok majdnem kizárólag vízszintes irányú, közvetett nyomást kapnak; ezek magassága tehát felváltva vagy semmit, vagy igen keveset gyarapszik. Így tehát a bázisul vett laposvas-résznek és a nyúlványoknak magassága mindinkább kiegyenlíthető.

2. Az olyan szelvényeknél, ahol ilyen nyúlványok csak a szelvénynek egyik (csak alsó, vagy csak felső) oldalán vannak, tehát pl. az U-vasaknál, ott az úgynevezett „ellenlábak“-kal segítünk az igazi lábakat jól kitölteni. Az ellenlábak csak a kezdő kaliberekben lehetnek nagyobb méretűek s a készelőtti üregben már teljesen el kell tűnniök.



3. Az első egy-két üregben csak a szelvény közepére gyakorolunk erős nyomást; az ide behatoló hengerrészeknek tompított hegyű ékalakot adván. A szelvény oldalrészei itt majdnem teljesen nyomás nélkül maradnak. Az idomvasak üregezésére vonatkozó minden további részlet az egyes idomvas-üregfajok címei alatt található.

### 1. Gerendaszelvények üregei.

A vasgerendák szelvényalakjának kiképzése — amint azt a következő (IX.) fejezetben számszerűleg is kimutatjuk — a legtöbb hengerlési munkát fogyasztja valamennyi járatos szelvényalak között. Ennek a nagy munkafogyasztásnak maga a gerendák (tartók) különös, hengerlési szempontból összetett, körülményes anyagelmozdításokat igénylő szelvényalakja az oka. A VII. fejezetben megismertük az idomvasak nyúlványainak általános kiképzési elveit, amelyek a nyúlványoknak csupán közvetett nyomásokkal való kiképzését teszi lehetővé, tulajdonképpen ezt is csupán minden második áteresztésben. Minthogy a vasgerendáknak, a tartóknak ezek a nyúlványai (a talpak két-két szárnya) általában vékonyak szoktak lenni, határoló vonalaik pedig igen kis szöget zárnak be egymással, könnyen megérthető az a nagy munkafogyasztás, amellyel a tartó szára és a talpak belső vonalai által alkotott *mély és meredek oldalú teknőalakú rész* tetemes anyagtömegének kiszorítása, illetőleg körülményes módon való elmozdítása jár.

Az eddig ismertetett szelvényekkel szemben a tartóknál azért van szükség körülményesebb anyagelmozdítási módra, mert amíg az előbbieknél úgyszólván kizárólag függőleges, közvetlen nyomással és az egész szelvénymagasságnak közel egyenletes csökkentésével dolgozhattunk, addig az utóbbi szelvényeknél (a gerendáknál) az egyik szelvényrész (a szár) minél gyorsabban elérendő magasságcsökkenésével szemben áll az a természetes igényeink, hogy a nyúlványok (a talpak) minél kevésbé veszítsenek magassági (a hengerlés alatt függőlegesen álló) méreteikből. Az anyagelmozdítás körülményesebbé válása tehát azért áll be, mert a szár közvetlen nyomású kiképzéséhez a talpak közvetett (vízszintes, vagy közel vízszintes irányú) nyomással dolgozó egyidejű kiképzésének kell csatlakoznia. Kétségtelen ezenkívül az is, hogy amíg a már ismertetett egyszerű-alakú szelvények hen-



gerlésénél az anyagrészecskék csaknem kizárólag a megmunkálás haladásának irányában mozdulnak el, addig a tartók és más hasonló szelvényalakok hengerlésénél az anyagrészecskék egy része oldalirányban, vagyis a keresztiselvény síkjában is el kell hogy mozduljon, ami természetesen csakis további munkatöbbletek felemesztése révén lehetséges. A tartószelvény már említett mély, teknőalakú homorulata ugyanis — főleg az alakképzés kezdetén, tehát az első két-három kezdő alakító-üregben — csakis olyan módon jöhet létre, hogy a kiképzendő teknő függőleges középvonalából anyagot kell áttolnunk a talpak felé, tehát az üregoldalak felé!

Az anyagelmozdulásoknak a tartó-szelvények hengerlésénél bekövetkező módját és mértékét szabatos és rendszeres hengerlési kísérletek keretei között egyedül *Norbert Metz* kutatta, aki ebben a következő eredményre jutott:<sup>1</sup>

1. A tartók kezdő-üregeiben a hengernek kiugró, hegyes szögű része, amely a teknőbevágás kiképzését megkezdí, annál erősebben surlódik a hengerelt darabon, minél nagyobb a henger ezen részének szögértéke. A szög nagyobbodásával csökken a talprész egyidejű magassági mérete.

2. A talprész magassága nagyobb marad, ha magasabb kezdőszelvényt eresztünk az üregbe.

3. A talprész magassága a kezdő-alakító üregben akkor is nagyobb marad, ha a bevágást több áteresztéssel képezzük ki benne.

4. A kezdő-alakító tartó-üreg helyes töltésének feltétele, hogy a bebocsátandó rúd és az üreg talprészének magasságai között 1'07—1'21 legyen a viszony.

5. A kész tartószelvény ötvözetdusulásainak (ötvözetkiválásainak) lenyomati alakja már az első alakító üregben képződött.

6. Tulságosan hegyesszögű, vagyis túl kicsiny szögű kezdő-bevágás azzal a veszéllyel jár, hogy az ötvözetdusulások a hengerelt áru felszínére kerülhetnek.<sup>2</sup>

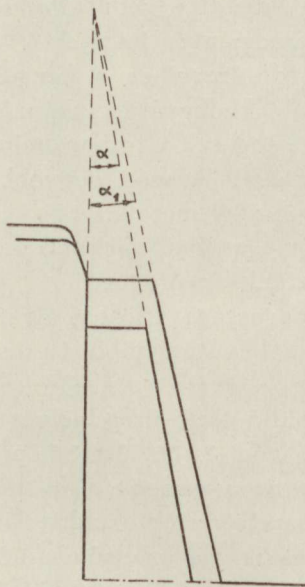
<sup>1</sup> *Norbert Metz*, Experimentelle Untersuchungen des Materialflusses beim Walzen von Trägern, St. u. E. 1926. évf. 1577—1582. oldal.

<sup>2</sup> Amíg ez a jelenség a tapasztalt hengerészek körében nem ismeretlen pl. a magas talpú U-vasak erőszakos üregezésénél, addig ez a jelenség, amelytől a vasut-vállalatok annyira tartanak, sínek hengerléseinél *soha* elő nem fordulhat. A sínek talpa aránylag vastag és nagyobb szögű úgy, hogy a síneknél a belső ötvözetdusulások felszínre kerülésének sem oka, sem lehetősége nincsen. Ezt a tényt legutóbb is alkalmam volt bizonyítani egyik legnagyobb vasuti intézetünk megbízása kapcsán.



*Metz* az ő tartóhengerlési kísérleteihez olyan bugákat használt, amelyeknek anyagába vízszintes és függőleges helyzetű csavarokat huzott be. A csavaroknak az áteresztések után átmetszéssel feltárt helyzete, mérete és alakváltozása olyan szabatosan és olyan szemléltetően mutatja az anyagelmozdulásoknak, az eltolódásoknak módját és mértékét, hogy *Metz* kísérleteit az üzemi kísérletek között valósággal klasszikusoknak kell mondanunk.

Ami már most a tartóüregeknek szerkesztési módját illeti, azokra — a már többször említett műveikben — *Brovot*, *Kirchberg*, *Tafel* és *Dehez* dolgoztak ki különféle rendszereket. *Brovot* rendszere a legrégebb és leginkább elavult, de nagy érdeme,



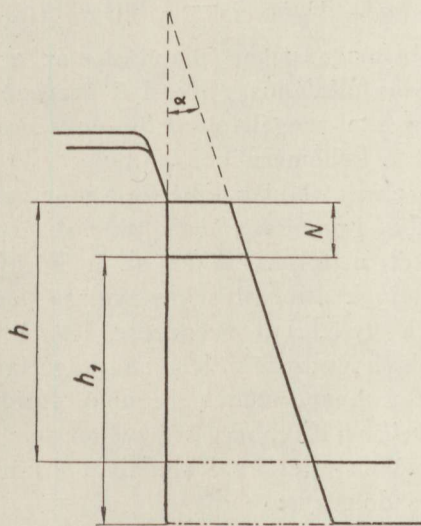
53. ábra. Tartóüregek nyitott lábrészének szerkesztése *Kirchberg* szerint.

hogy elsőnek kezdeményez *rendszeres* üregezési munkát. *Tafel* üregezései során — a már ismert korlátozások között — következetesen viszi keresztül az egyenletes részletfogyások elvét és ellenőrzésül — szintén ismertetett — saját számítási módszerét alkalmazza a töltési esélyek vizsgálatának céljaira. *Dehez* pedig jobbra a normálisaktól eltérő alakú és méretű szelvényekkel foglalkozik.

Különálló megemlítést érdemel *Kirchberg* alakvas-, illetőleg tartóüregkezése,<sup>1</sup> amely azután alapja lett a tartók és U-vasak, a sínek és más idomvasak *grafikus* üregkezési módjainak. *Kirchberg* ugyanis — jól bevált tartó-üregkezések huzamos tanulmányozása alapján — megállapította, hogy *valamely nyitott lábrész vastagodásának mértéke a közvetlenül utána következő (kisebb területű) zárt lábrész szögének tangensétől függ és hogy ezt a viszonyt*

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha (1 + \operatorname{tg} \alpha)$$

képlet fejezi ki. (Lásd az 53. ábrát.)



54. ábra. Tartóüregek lábmagasságának szerkesztése *Kirchberg* szerint.

*Kirchberg* megfigyelései alapján azt is megállapította, hogy az a magasságkülönbség, ameddig valamely zárt lábrész a rákövetkező (szűkebb) nyitott lábrészbe a helyes töltés érdekében be kell, hogy csússzék, körülbelül

$$N = h \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

képlet értékének felel meg. (Lásd az 54. ábrát.)

Ebből az utóbbi képletből következik, hogy a hengernek a bemélyedést kiképző hegyesszögű kiugrása az első alakító tartó-

<sup>1</sup> *E. Kirchberg*, Grundzüge der Walzenkelibrierung, Verlag W. Ruhfus, Dortmund 1905. 66—73. oldal.



üregben maximálisan  $45^\circ$ -u lehet anélkül, hogy a bebocsátott darab szélső magassági méretei (tehát leendő lábrészei) kisebbednének.

A másik, vagyis a zárt lábrészre vonatkozó Kirchberg-féle szerkesztési adatok a következők. 1. A lábrész szögértéke:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{m}{x - 0.5 h_1}$$

ahol az eddig elő nem fordult  $m$  érték a lábrész *középvastagságát*,  $x$  pedig a csucspontjáig kiegészített lábszög nagyobb befogóját jelenti.

2. A lábrész magassági (függőleges) mérete:

$$h_1 = h - 1 \text{ mm}$$

Ez az utóbbi magasságmegállapítás már a VII. fejezetben is említést nyert az általános gyakorlati üregezési elvek során.

A Kirchberg által megállapított törvényszerű összefüggések arra ösztökölték a kohómérnököket, hogy a tartók, U-vasak, sinek és hasonló elvek alapján kiképzett idomvasak szelvényeit a még egyszerűbb *grafikus eljárás* szerint üregezzék. Megkönnyítette ezeket a törekvéseket az a körülmény is, hogy Kirchberg képleteinek ismeretessékké válása idején a tartók, U-vasak és sinek gyakorlati üregezései legalább már annyira egységesek voltak, hogy a különféle nagyságú tartószelvényeket úgyszólván minden hengerműben hasonló szurásszámmal üregezték. Így *Holzweiler* a Kirchberg könyvének megjelenése idején<sup>1</sup> közli, hogy a tartóhengerléseknél általában a következő szurásszámokkal szokás dolgozni:

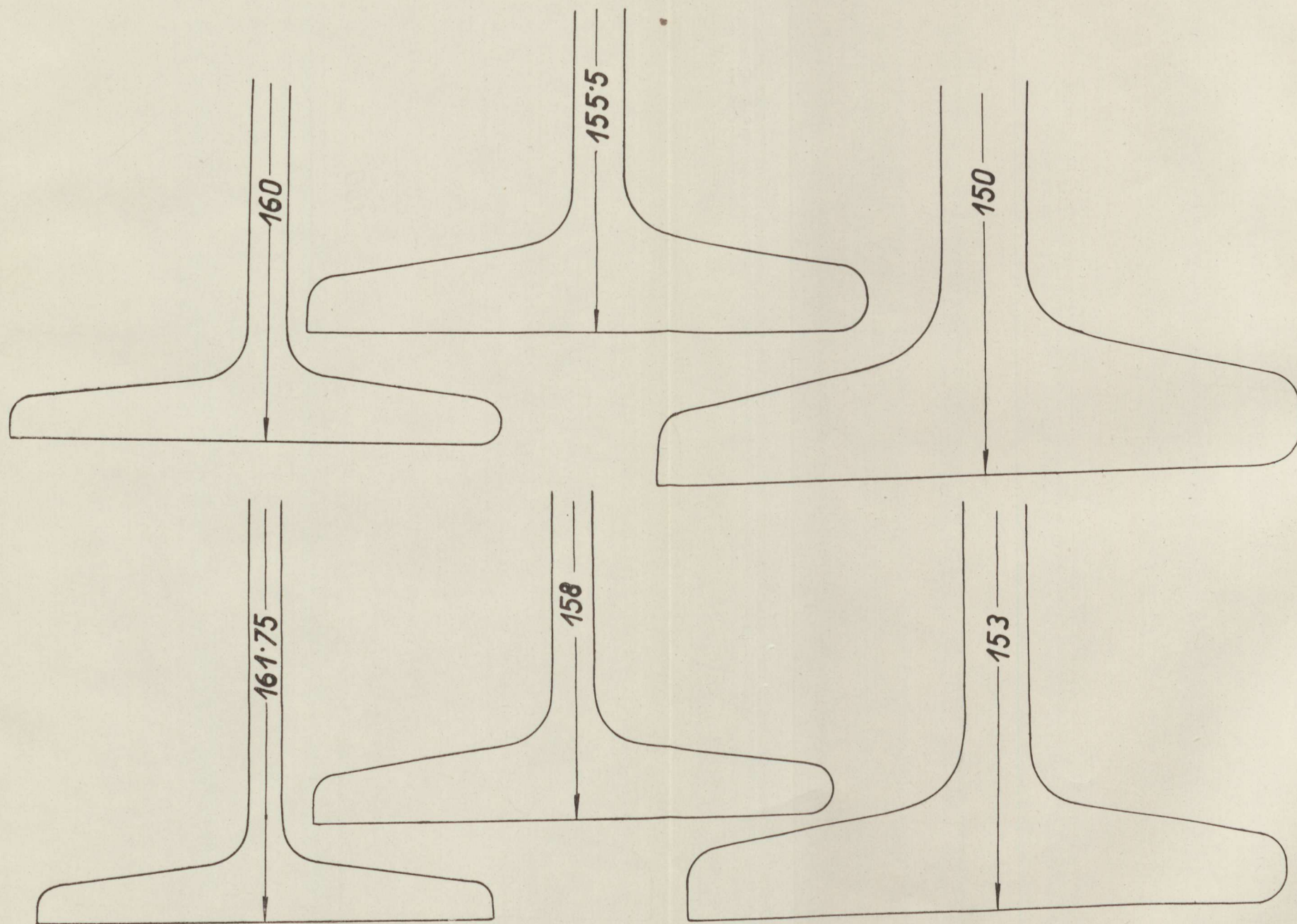
a	80—100	mm magas tartókat	5	façonált áteresztéssel
"	110—200	" " "	7	" "
"	210—300	" " "	9	" "
"	320—400	" " "	11	" "

*B. Weissenberg* hat évvel később<sup>2</sup> már közzé is tesz ilyen kipróbált grafikus üregezési módot, amelynek előnyeit így sorolja fel:

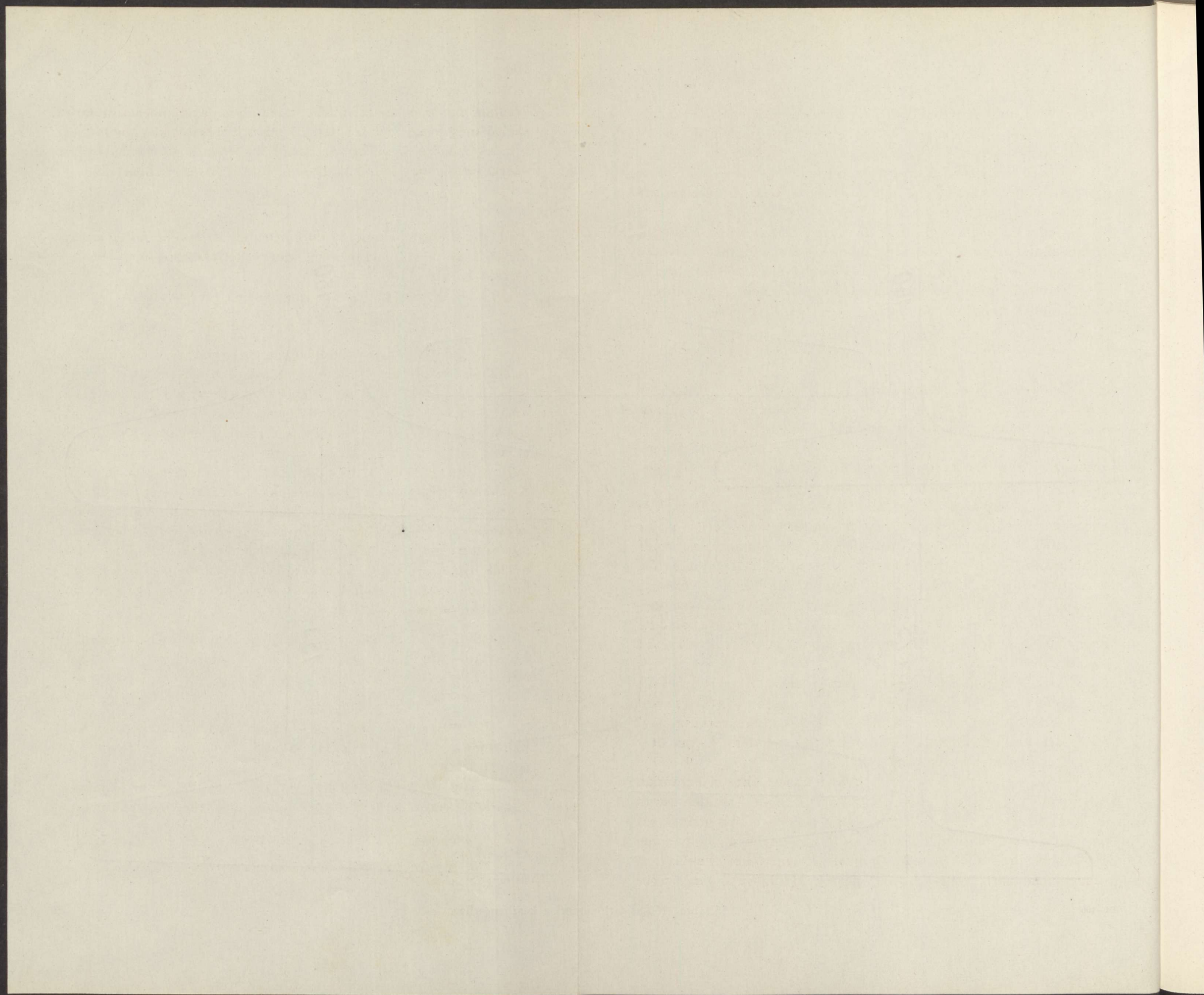
1. Az üregezés *folytonos görbék* alapján történik, aminek következtében a hengerlési munkában *zökkenők nincsenek*.

<sup>1</sup> *Holzweiler*, Das Kalibrieren der Profilwalzen für Träger, St. u. E. 1905. évf. 450. old.

<sup>2</sup> *B. Weissenberg*, Walzbetrieb und Kalibrierung in graphischer Darstellung, St. u. E. 1911. évf. 1653. old.







2. A kezdő és a befejező szelvény ismertek lévén, valamely közbeeső üreg méreteinek gyors meghatározásához elegendő annak megállapítása, hogy *hányadik áteresztésről* van szó.

3. Erőfogyasztás észszerű és *egyenletes*.

4. Kezdő számára is lehetővé válik a járatosabb szelvények *gyors és elég biztos* üregezése.

Hogy ezeknek a grafikus üregező eljárásoknak folytonos görbéi általában parabolák, vagy ahhoz közel eső görbék, az Kirchberg ismertetett megállapításaiból és megfigyeléseiből következik.

A tartó- (gerenda) szelvények üregezésének egyik példáját az 55. ábrán mutatjuk be.

## 2. U-vasak üregezése.

Az U-vas szelvényalakjának keletkezése úgy képzelhető, hogy a gerenda szelvényét a gerinc középvonalában átvágjuk. Az U-vas tehát valójában olyan tartó, amelynek csak két, egyirányú féltalpa van. Ez a körülmény szabja meg az U-vas üregezésének elvét is. Ez az elv persze általában egyezik a tartóüregek szerkesztési elvével, de mégis az alábbi különbségekkel.

A gerinc egyazon oldalán álló féltalp-pár helyes töltésének és a gerinc sarkainak éles élű kiképzésének érdekében az U-vasak üregezésénél mindig úgynevezett *ellenlábakat* alkalmazunk. Ezek tulajdonképpen a hiányzó féltalpak csökevényeinek tekinthetők, amelyek csak a készüregben, vagy készelőttiben tűnnek el teljesen. Alkalmazásuk abból a célból történik, hogy a szembenálló féltalp alsó része és a gerinc sarokrésze számára állandó *anyagtöbbletet* tartsunk készleten ezeknek a részeknek *közvetlen közelében*.

Az ellenlábak alkalmazása azért is előnyös, mert lehetővé teszi, hogy az U-vasak talpait, illetőleg magukat az U-vasakat is, egészen úgy üregezzük, mint a tartókat. Az üregszerkesztéssel kapcsolatosan a tartóüregezésnél mondottak tehát az U-vas üregeinek szerkesztésére is vonatkoznak.

Maga az U-vas üregsora annyiban mégis eltér a gerendák üregsorától, hogy az U-vas *szerkezeti vas* lévén, minden sarka jól kitöltött és éles élű kell hogy legyen, míg a gerendánál ezt nem igen kívánják. Ez a körülmény hozza magával, hogy amíg a gerenda-talpak a hengerlésnél mindig változtatva kerülnek nyitott üregrészből zárt üregrészbe és viszont, addig az *U-vas ürege-*



zésénél a talpak többször egymásután, sőt esetleg az egész üreg-soron végig csupa nyitott üregrészbe kerülnek. Ez a módszer nemcsak a lábvég helyes töltését, hanem a gyorsabb alakki-képzést is biztosítja már megismert okok következményeképen. Ha az U-vasat végig nyitott lábu üregekben hengereljük, akkor természetesen nem ritkán lesz dolgunk a lábvégeken jelentkező *sodorképződéssel*; már pedig a kitüremlett anyagtöbblet eltávolítása a kikészítőben munkatöbbletet okoz. De inkább elviseljük ennek a munkatöbbletnek a költségét, semmint kitöltetlen lábvégű szerkezet vasakat hozzunk forgalomba.

Hogy a felesleges, a túlságos anyag-többletet munkabér nélkül is megszüntethessük, gyakran úgy szokás az U-vasakat üregezni, hogy a készelőtti üreg zárt lábvéggel van szerkesztve, míg a többi üreg, vagy ezek legtöbbje nyitott lábvéggel készül. A készelőtti üreg ilyen kiképzése — a lábmagasság helyes be-állítása esetén — rendesen teljesen helyes töltést biztosít. Az 56. ábrán látható 80-as U-vas üregezése is zárt-lábu készelőtti üreggel készült.

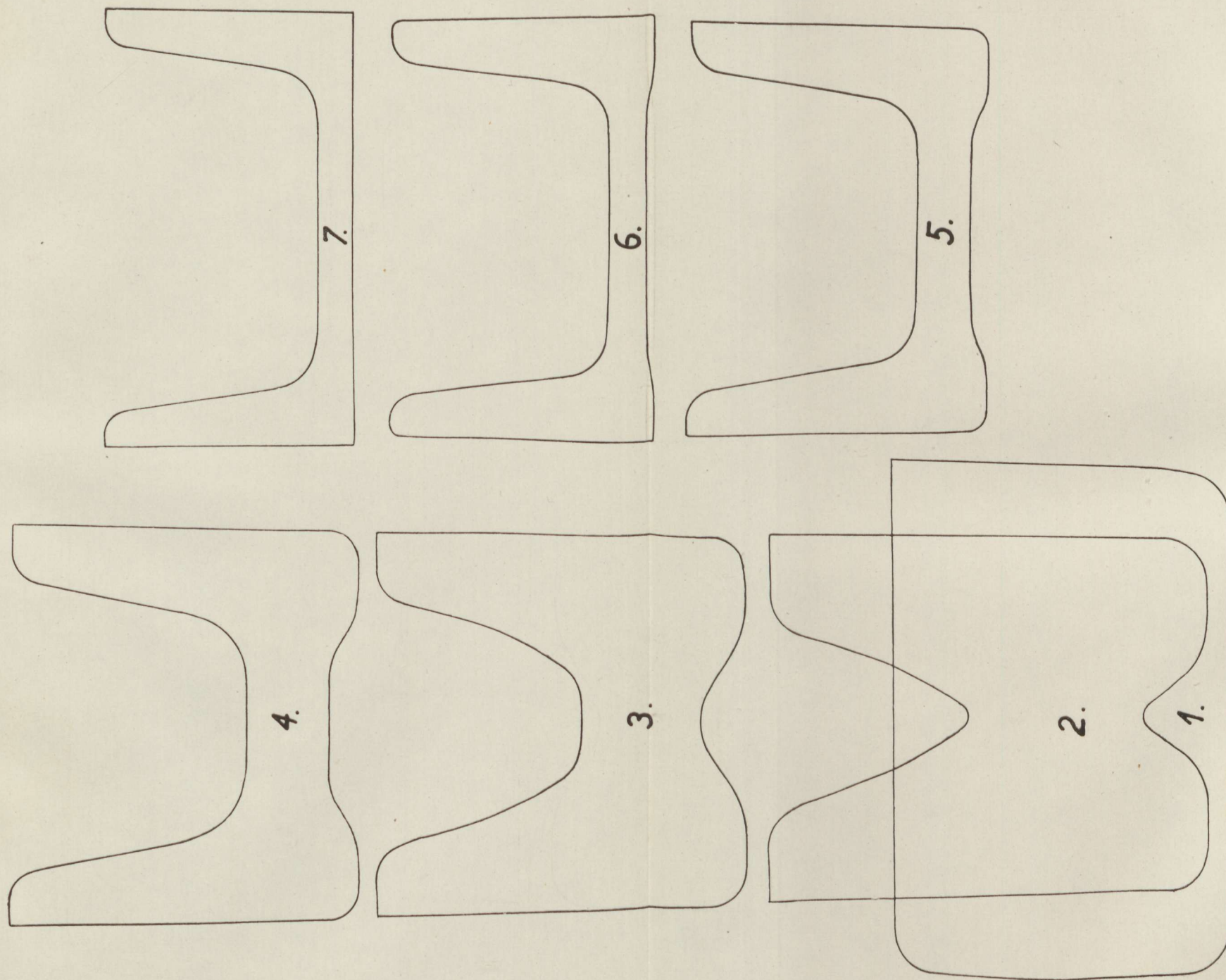
A féltalpaknak a gerinc egyazon oldalán való elhelyezkedése az U-vasak olyan üregezését is lehetővé teszi, hogy az előüreg-ekben a féltalpaknak bal és jobb felé dült helyzetet adunk (lásd az 57. ábrát), hogy a talpak kiképzését meggyorsítsuk, kevesebb áteresztésben elvégezzük. A kiképzés azért lesz ilyen helyzetben erélyesebb, illetőleg gyorsabb, minthogy a talpak dült helyzetében a gyengébb hatású közvetett nyomáshoz részben közvetlen nyomás (illetőleg ennek összetevője) is járulhat.

Az olyan kisebb gerincmagasságú U-alakú szelvényeket, amelyek különleges (talp-) méreteiknél fogva a szabványos U-vas-szelvények csoportjában kívül esnek s amelyek főleg eltolható ajtó-szerkezetek (pl. vasuti kocsikon) futóalzatához használatnak, *futósíneknek* nevezzük. Ezek a szelvények meglehetősen nagy számmal vannak és elég keresettek. Talpuknak alakja és méretei még inkább megkívánják az előüreg-ek talprészeinek dült helyzetben való üregezését, amelyet az 57. ábrán látható  $45 \times 52$  mm-es *futósín* üregezősora is szemléltet.

### 3. Sinek üregezése.

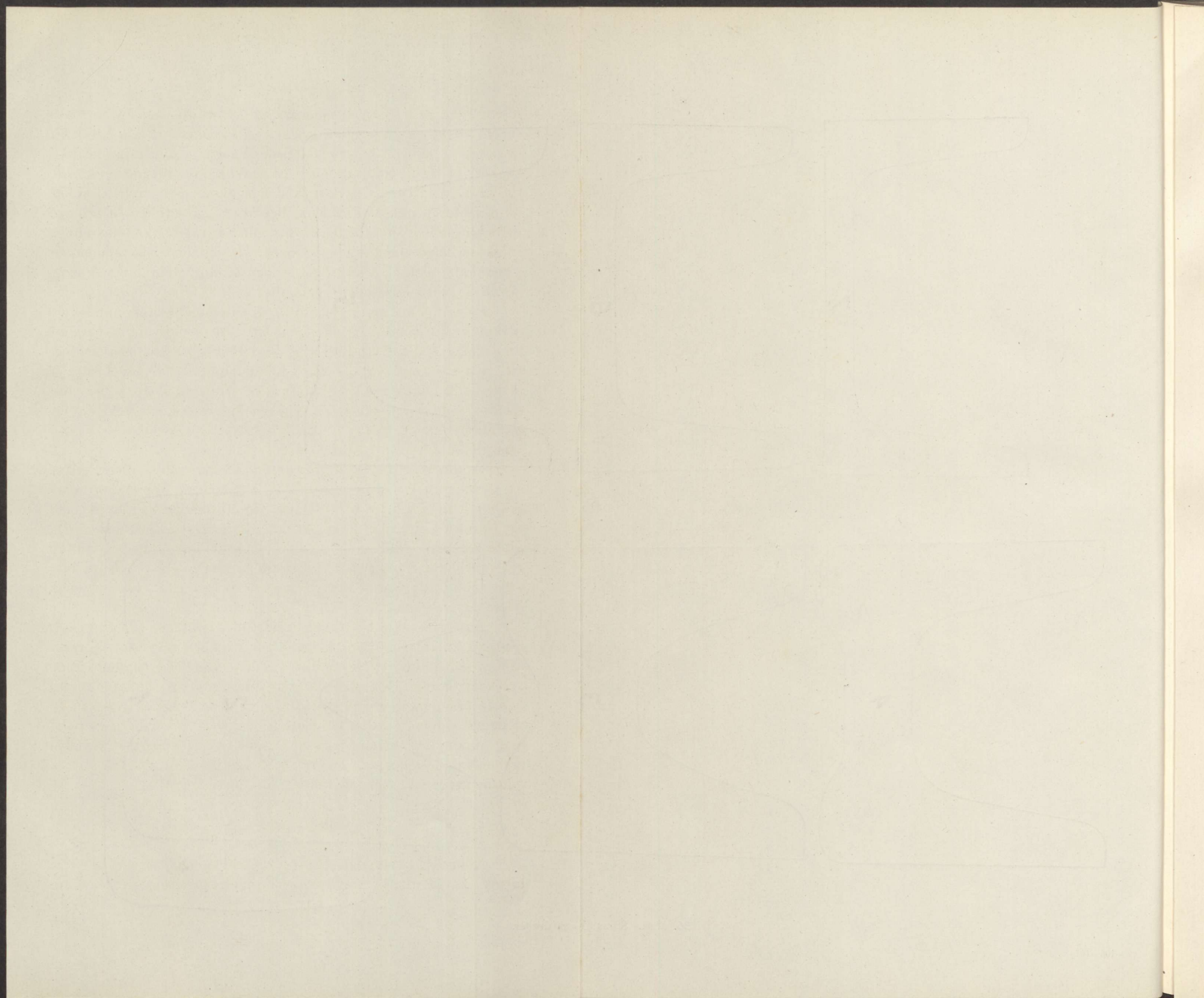
Könnyen belátható, hogy a sín-szelvények üregezése — a tartók és U-vasak üregszerkesztésének ismeretében — nem

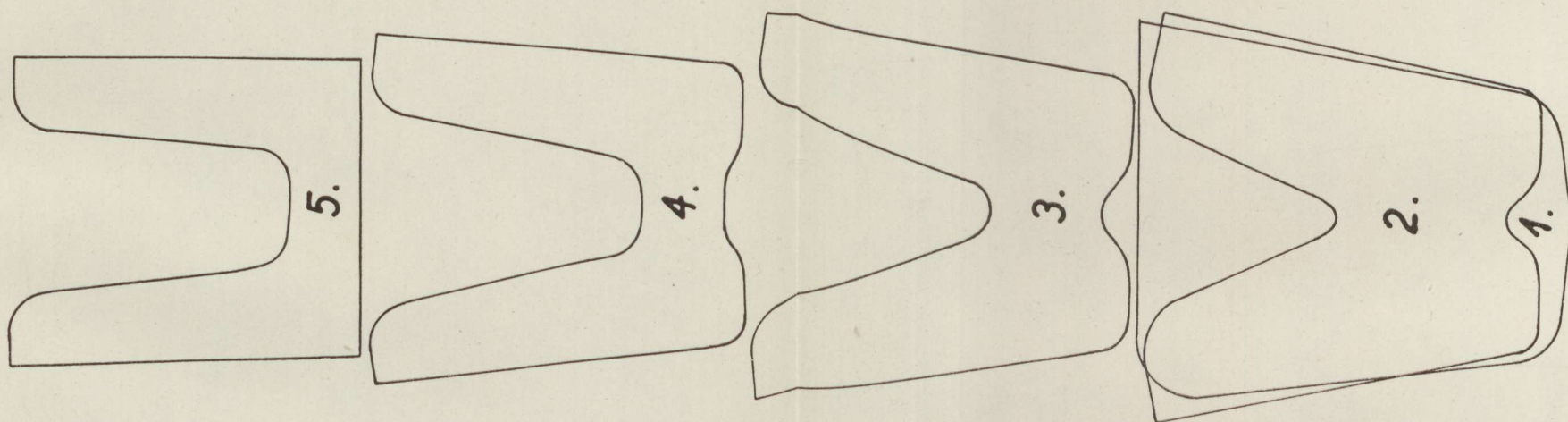




56. ábra. 80-as U-vas üregei.







57. ábra. 45 × 52 mm-es futósín üregei.



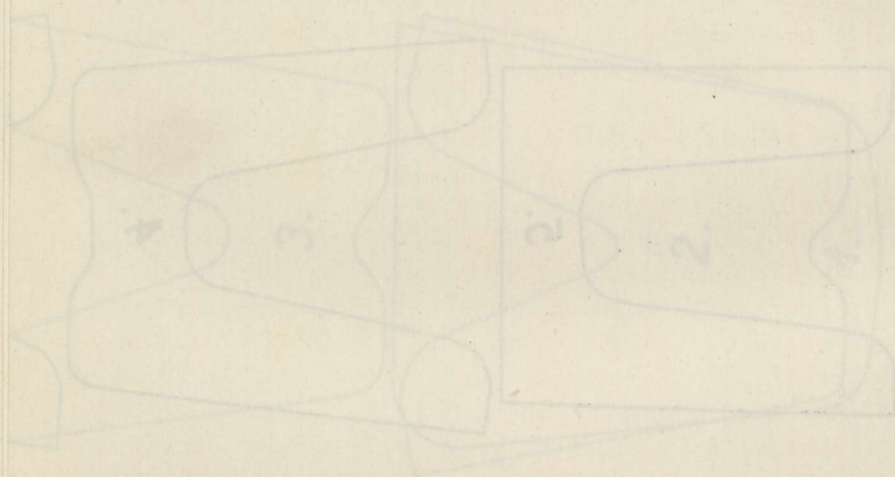


Fig. 1. 1880. 1881.

Fig. 2.

járhat többé különös nehézséggel. Minthogy a sín feje (legalább is a Vignol-sineknél) szintén részarányos elhelyezésű a gerinc középvonalára vonatkoztatva, azért a sínfej megfelelő félrészeit is ugyanolyan elvek szerint üregezzük, mint a tartók és U-vasak féltalpaikat. Kétségtelen tehát, hogy a sín kezdő alakító üregei nem is fognak túlságosan eltérni a tartók és az U-vasak kezdő alakító üregeitől. Legfeljebb abban fog különbség mutatkozni, hogy a kezdő üreg láboldalának magassága nagyobb a fejtoldal magasságánál. Ez jellemzi a sinek kezdő alakító üregeit a tartók és az U-vasak üregeivel szemben, míg ez utóbbiak kezdő-üregeire viszont az jellemző, hogy a tartók kezdő-üregeinek függőleges és vízszintes irányban egyaránt részarányos terület-, illetőleg tömeg-eloszlásával szemben az U-vasak kezdő-üregei csak a függőleges osztóvonalra vonatkoztatva részarányos elosztásuak.

Ami különbség ezenfelül a sinek üregezésénél még mutatkozik, úgy az részben a sínanyag nagy keménységének, részben pedig annak a körülménynek a következménye, hogy a kész sinek szelvényalakja, méretei és folyómétersúlya a szigorú átvételi feltételek folytán igen részletes elbírálás alá kerülnek.

A sínanyagnak magas C- és Mn-tartalmánál fogva a hengerlési hőfokhatárok között is nagyobb az összenyomó szilárdsága, mint a C- és Mn-szegény idomvasak anyagáé (csak körülbelül 1--2 kg-mal mm<sup>2</sup>-ként, ami azonban az izzó C-szegény anyag szilárdságának *százalékában* kifejezve lényeges különbség!), aminek következtében ajánlatos valamivel kisebb fogyásokkal üregezni a sineket, mint amilyenekkel a lágy anyagú idomvasakat szoktuk.

A szigorú átvételi feltételek pedig azért befolyásolják az üregezési módot, minthogy a sinek kész szelvényein se számbavehető hiány, se túltöltés nem tűrhető meg. Minthogy pedig a sínfejnek hiány és fölösleg nélkül való kiképzése a fej kedvező, zömök alakjánál fogva nem okoz nehézséget, csupán a sántalp az, amelynek helyes töltése érdekében *a lábakba juttatandó anyagmennyiséget szabályozó különleges üregről* kell gondoskodni. Ez az úgynevezett *torló-üreg*, amelyből a sinek egy-egy üreg-sorába egy, esetleg kettő van beiktatva. Ez a torló-üreg, amely általában jellemzi is a sinek üregezését, harang alakú és igénybevételi módja olyan, hogy a torlóüreg csupán a sántalp két szárnyát dolgozza meg — és pedig igen kiadósan —, míg a szelvény



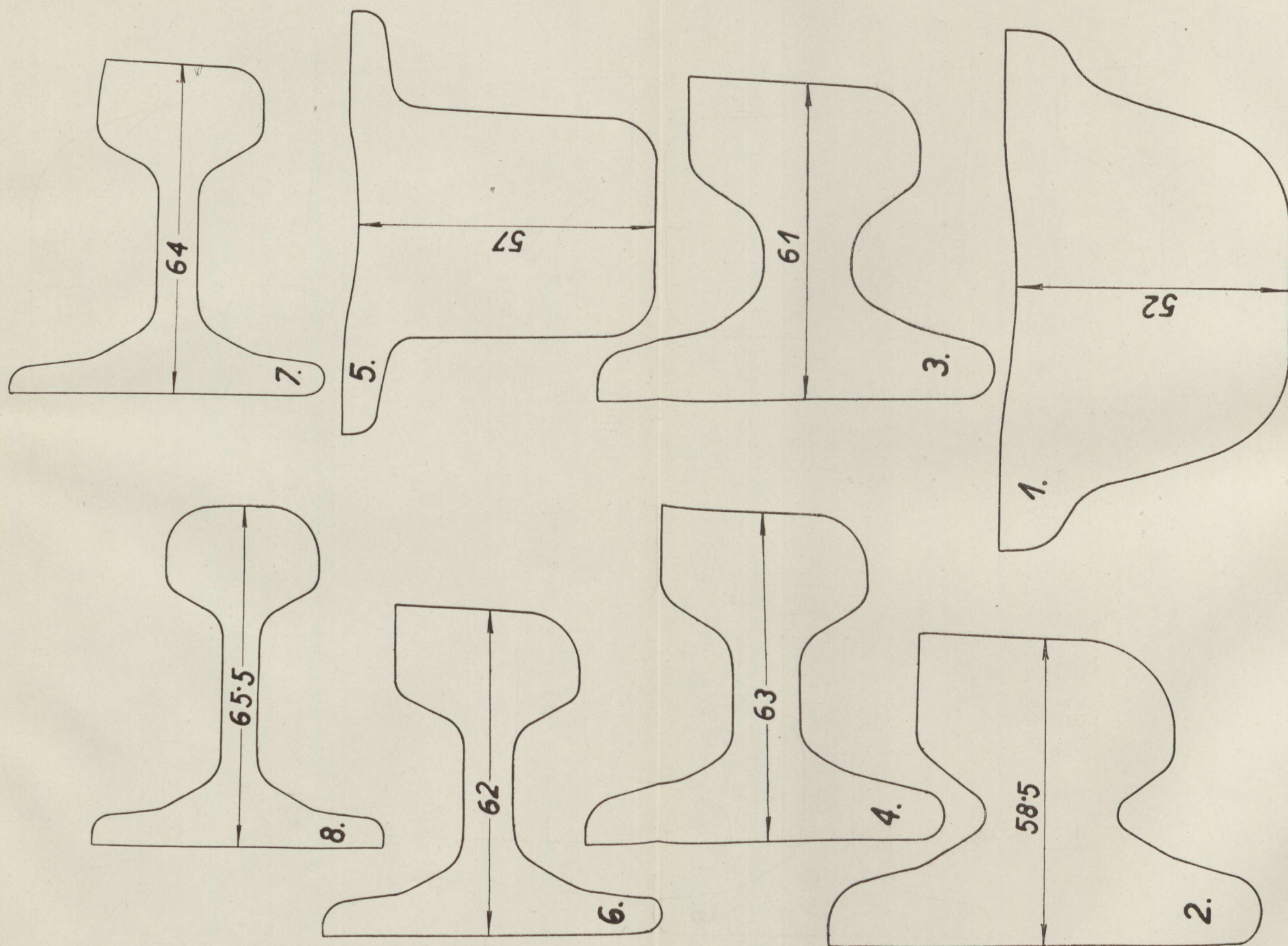
egyéb részei üresen futnak benne. (Lásd az 58. számú ábra sínüregezésének torlóüregét.) Minthogy a hengerlési műveletnek alávetett szelvényrészek területe az üresen szaladók területéhez képest igen kicsiny, nem lehet kétséges, hogy a torlóüreg alkalmazása ellentétben áll az egyenletes nyomáelosztásnak, sőt magának a hengerlési műveletnek elvével is, amiért is a sinek üregzéseinek torló ürege csupán kiegészítő eszköznek tekinthető, amelyhez sok évtizedes tradíció alapján, de mégis csak elvfeiadás árán kell nyúlnia a sínüregezőnek. Nehogy azonban azt higgyük, hogy a hengerlési művelet legfontosabb elvének feladása — ha csak egyetlen üregben is — semmiféle hátránnyal sem jár, meg kell említenünk, hogy a torló-üregben a nem nyomott részek az elmaradt anyagelmozdítás munkája hőfejesztő hatásának elmaradása következtében jócskán lehűlnek, a sín a torlóüregből nem ritkán csavarvonszserűen szalad ki és — az egyenlőtlen nyomáelosztás további következményeként — kisebb-nagyobb feszültségek is keletkeznek a torlóból kifutó sínszálban.

A sínüregzéseket az is jellemzi, hogy *a készüregék a fejlődalon a szelvény vízszintes középsíkájában vannak nyitva*, tehát olyan helyen, ahol — az eddig tárgyalt szelvények üregeivel ellentétben — a kész szelvényen nincsen szögletes rész. Következménye ez annak a körülménynek, hogy a legtöbb sín fejét egyetlen folytonos görbe vonal határolja, illetőleg, hogy a fej futófelületének vonala mindig körívvel megy át a sínfej többi határoló vonalaiba.

Minden kényesebb szelvény hengerlésénél ajánlatos, a sinek hengerlésénél pedig föltétlenül szükséges, hogy *a kész-hengerben a készüregből is, meg a készelőttiből is kettő-kettő legyen bevágva*. A kemény anyagu sinek hengerlésénél ugyanis az esetleg kelletténél jobban lehűlt szálak rendkívül erősen koptatják ezeket az utolsó üregeket, amiért is ezekből — a kész szelvényalak szabatosságának érdekében — kettőt-kettőt kell a készhengerekbe bevágnunk.

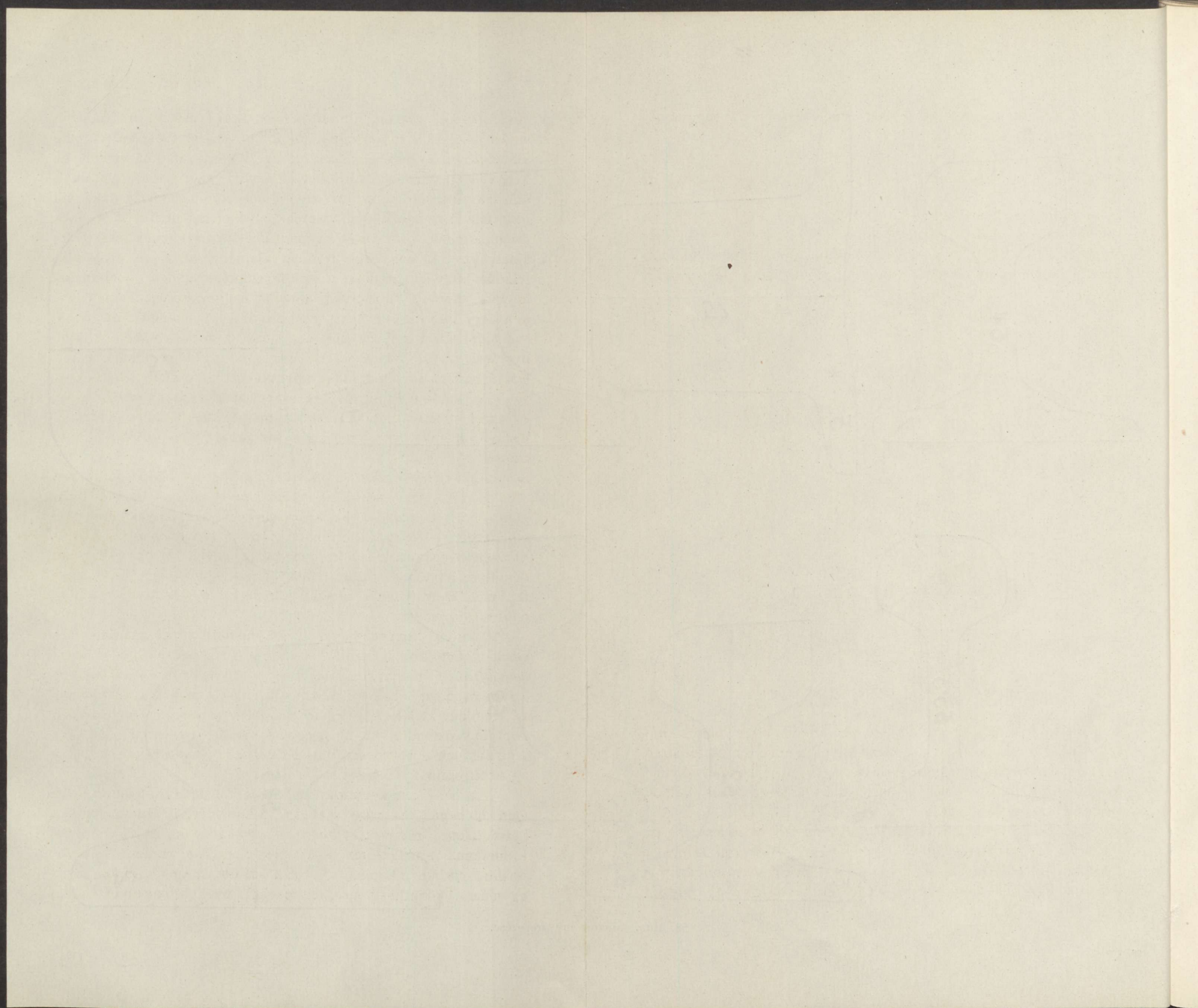
Az 58. ábrán bemutatott sínüregezés, amely a gyakorlatban igen jól bevált és igen szabatos készszelvényt adott, szintén kétségtelenül bizonyítja, hogy az egymásra következő üregek területének értékszámai — a torló kihagyása mellett — parabolikus görbét alkotnak. Az 58a számú ábrán feltüntetjük az egymásra következő üregek területi értékeit, amelyek közül





58. ábra. Sinszelvény üregezése.

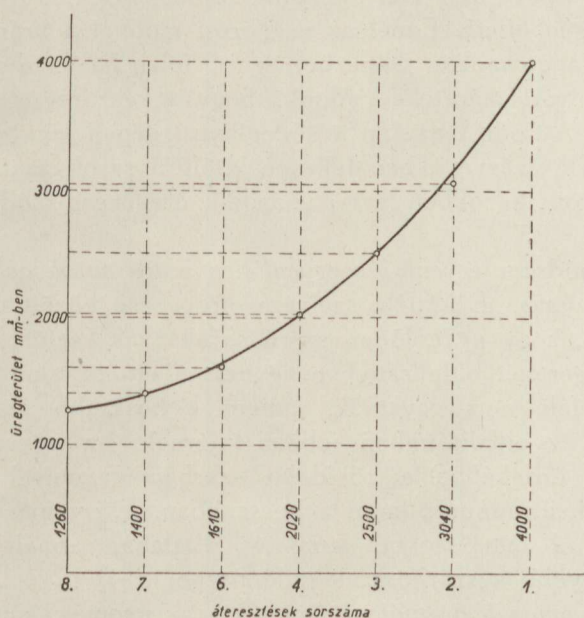




csupán a 2. sorszámú üreg területének értéke esik ki a parabola vonalából; ez is csak körülbelül 2,5%-nyi eltéréssel.

#### 4. Szögletvasak (sarokvasak) üregezése.

Minthogy a szögletvasak szelvényalakjának kiképzése, a szelvényrészek mérete, száma, kölcsönös helyzete lényegesen eltér a VIII. fejezetben tárgyalt valamennyi szelvényalaktól, azért a szögletvasak üregezési módja is kell, hogy eltérő legyen



58a ábra. Az 58. ábra üregezésének grafikonja

amazokétól. A szögletvasakat úgy üregezzük, hogy mind a két szárnak egyenlő nyomást adjunk az egyes üregekben. A kiinduló négyzethez, illetőleg négyszögszelvényhez való közeledés kétféle módon történhetik és így a sarokvasak üregezése is kétféle módszer szerint végezhető.

Az első üregezési módnál a sarokvas  $90^\circ$ -os csúcshöge az egész üregezésen keresztül  $90^\circ$ , vagy közel  $90^\circ$  marad. Hogy a szárat üregről-üregre vékonyíthassuk, ezeket vagy mindjárt a csúctól kezdve, vagy kisebb-nagyobb távolságra a csúctól



üregről-üregre fokozatosan kiterítjük s a kiterített szárrészeket lapos körívek segélyével kötjük össze a csúcscsal. Természetes, hogy a szárat ennél az üregezési módnál fokozatosan össze kell hajtani; az üregek vízszintes szélessége tehát üregről-üregre kisebbedik, ami a darabnak az egyes üregekbe való bevezetését megnehezíti.

Ez az üregezési mód ma már alig van használatban, mint-hogy a sarokvas szárvégeinek pontos kitöltése e módszer szerint nehéz.

*A második üregezési módnál a sarokvas csúcshözét üregről-üregre nagyobbítjuk.* Ennél az üregezési módnál a szárat végeit sokkal szabatosabban képezhetjük ki, főleg ha az utolsó előtti üregnek olyan méreteket adunk, hogy a készüreg sodrot szorítson ki. A sodrot azután a sodor-nyíró gépen levágva, élesen határolt s a szárvégekben teljesen kitöltött sarokvasat kapunk.

A következőkben ezt a második üregezési módszert fogjuk ismertetni.

A módszer *egyenlő és egyenlőtlen szárú sarokvasakra* egyaránt alkalmas. E kétféle szelvény üregezése között csak az a különbség, hogy egyenlőtlen szárú sarokvasak esetén, minthogy itt a hengereket oldalirányban egymáson eltolni akaró erők a két oldal felé nem egyenlők, hanem a hosszabb szár felé a hengerek az oldalirányban jobban kitérnek, az egyenlő szárvastagság érdekében a rövidebb szárban valamivel nagyobb nyomást kell adnunk, mint a hosszabbban. E nyomáskülönbség legfeljebb 2 mm szokott lenni és általában annál nagyobb, minél nagyobb a szárhosszak különbsége.

*A nyomások megválasztása.* Bár a nyomás, amelyben a hengerlési vonalat körülbelül  $45^\circ$  alatt metsző sarokvas-szárat részesülnek, tulajdonképpen egymásba való átmenete a közvetlen és a közvetett hengerlési nyomásnak, semmi okunk sincsen arra, hogy a nyomás elosztását a sarokvasaknál ne az eddig ismert módon irányítsuk. A sarokvasaknál az egyes üregek nyomásainak elosztását tehát szintén a parabola alapján végezhetjük. E célból az abscissa-tengelyre felrakunk annyi egyenlő részt, ahány szurásban a darabot kihengerelni gondoljuk. Az első osztópontban felrakjuk a kész szelvény vastagságát, az utolsóban pedig a kiinduló négyzet vastagságát. Ez utóbbit a készszelvény méreteiből kiindulva, gyakorlati megfontolás alapján állapítjuk meg s mivel a parabola szerkesztése után



kapott szelvényvastagságokat úgyis 0,5, vagy 1 mm-re kerekítjük le, a kiinduló szelvényvastagság felvételénél néhány mm-es eltérés nem játszik szerepet. Az így kapott két ponton át megszerkesztjük a parabolát, még pedig úgy, hogy a kész szelvény ordinátájában legyen a csúcspont. A szűrásszámok pontjaiban emelt merőlegesen a parabola által lemetezett pontok adják a szelvényvastagságot az illető üregben. Itt jegyezzük meg, hogy a sarokvasaknál s egyéb oly szelvényrészeknél, amelyek a hengerlési vonallal szöget zárnak be, a vastagságot legcélszerűbben a szelvényrész hossz tengelyére merőleges egyenesben mérjük.

**Szélesedés.** A szélesedést nem célszerű az egyes szárak — mint önálló darabok — szélesedéséből, a szár meghajlítása tekintetbe vétele mellett meghatározni, mert a sarokvas-üregekben a szárak szélesedése nem nagy. De még ha e szélesedést tekintetbe is vennők, sokkal fontosabb az, hogy a darabnak biztos oldalvezetést adjunk. Ez úgy érhető el, hogy az egyik üregből kifutó darabnak a legnagyobb szélességét majdnem egyenlőnek, vagy csak nagyon kevéssel vesszük kisebbnek a rákövetkező üreg azon szélességénél, amelybe a bevezetett darab az említett legnagyobb szélességével befekszik. Hogy azonban a darab szélesedésére mégis tekintettel legyünk, az üregeknek nagy nyitást adunk.

**A csúcsszög tompítása.** A készüreg csúcsszögét  $90^\circ$ -nak vesszük. A kész-előttit nem vehetjük nagyobbra  $93\text{—}94^\circ$ -nál, mert itt a vas már nem nagyon képlékeny. A többi üregben a csúcsszöget üregről-üregre növekvő mértékben nagyobbítjuk. Az utolsó üreg csúcsszöge annál nagyobb, minél nagyobb a szelvény, tehát minél nagyobb a szűrásszám. Az 5 szűrásban hengerelt szelvényeknél az utolsó üreg csúcsszöge nem lehet oly nagy, mint a 7-szűrásos szelvénynél, mert különben az egyes üregek csúcsszögei között nagy ugrások lennének. A többi üregben a csúcsszög nagyobbítását a következő fokozatokban végezhetjük:

5 szűrás mellett:

2. és 3. üreg között kb.	$6^\circ$
3. " 4. " " "	$18^\circ$
4. " 5. " " "	$18\text{—}28^\circ$



## 7. szúrás mellett:

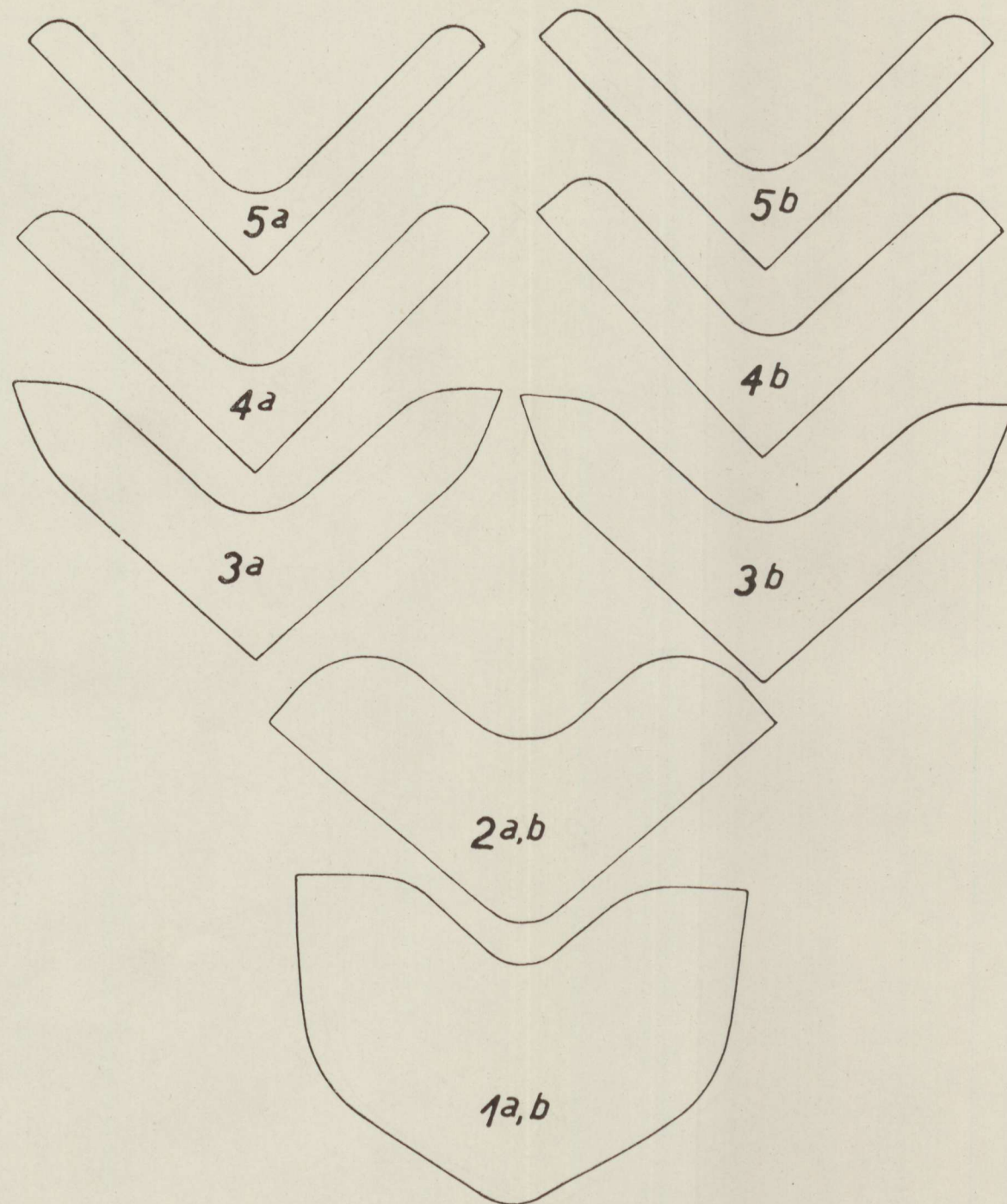
2. és 3. üreg között kb.	4—7°
3. „ 4. „ „ „	6—10°
4. „ 5. „ „ „	10—14°
5. „ 6. „ „ „	18—20°
6. „ 7. „ „ „	20—26°

*Görbületek.* A két szárat összekötő körív sugarát üregről-üregre arányosan nagyobbitjuk; ez szükséges, hogy a hajlatban levő anyag ugyanolyan mértékű megdolgozást kapjon, mint a szárak. Az üregvégek és oldalak legömbölyítését szintén növekvő sugarú körívvel végezzük. (L. az 59. ábra sarokvas-üregezését.)

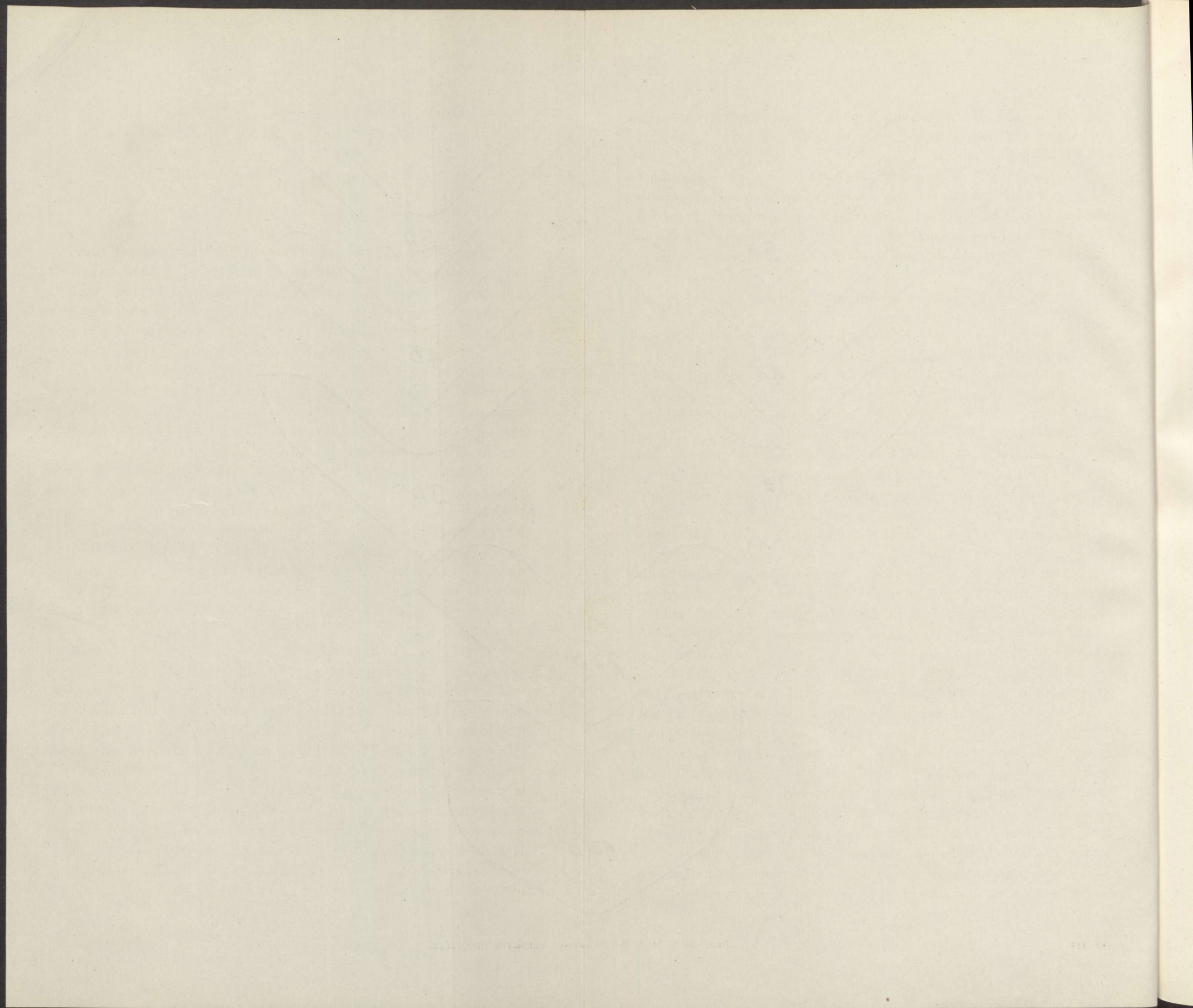
*Szúrásszám és az üregek elrendezése.* Az egészen kis finom-sori sarokvasakat rendszeren 3, a közepes méretűeket 5 s a legnagyobbakat 7—9 szúrásban üregezzük. Ez természetesen nem általános szabály, mert a szúrásszám a hengervonó-gép erősségétől, a hengerlendő sarokvas szárvastagságától és a hengermű egyéb viszonyaitól is függ.

A sarokvasakat ugyanolyan szárhosszuság mellett többféle vastagságban kell előállítanunk. A kész üreg hengereinek emelésével a vastagságot szabályozhatjuk, de ez csak  $\pm 1$  mm-ig helyes, vagyis a 10 mm-es üregből legfeljebb csak 9—11 mm vastagságú sarokvasakat hengerelhetünk. Ha ugyanebből az üregből vastagabb méreteket akarunk hengerelni, akkor a szár-hossz is meg fog változni. Éppen ezért a készüregeket külön hengerpárba, a kész duóba vágjuk be 2 mm-es vastagsági fokozatokkal.

Az a sok helyen alkalmazott eljárás, amely szerint a vastagabb méret készüregé a vékonyabb méret előüregéül szolgál, szintén elvetendő, mert az így hengerelt sarokvasak szárvégei mindig tökéletlenek lesznek. A legcélszerűbb, ha minden két-két készüregnek egy-egy előüreget szerkesztünk, sőt ha a gyártandó szárvastagságok tág határok között mozognak, úgy még a harmadik üreget is kétféle vastagságban vágjuk be. (L. az 59. ábrát.) A közbeeső készméreteknek megfelelő előüregvastagságok a hengerek emelése vagy zárása által állíttatnak elő. E szempontból a legelőnyösebb, ha trióknál az 5 szurásos sarokvasak hengereit 2, a 7—9 szurásosakét pedig 3 állványban helyezzük el. Ez az elrendezés igen pontos hengerállítást biztosít. *A készüregek sohase legyenek közös állványban az előüregekkel.* Kettős duó esetén







meg kell elégednünk azzal, hogy csak a kész üregeket tesszük egy külön duó-hengerpárba, míg a kettős duóban az összes többi üreg foglal helyet.

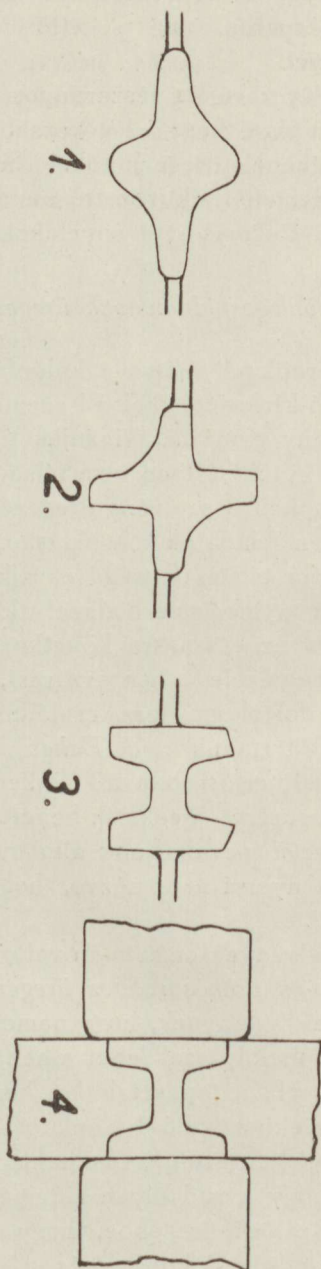
A sarokvasak egyszerű és részarányos szelvényalakjuknál fogva igen alkalmasak arra, hogy a leggyorsabb és legegyszerűbb *grafikus* eljárással legyenek üregezhethők. Nálunk ezt a módot *Regéczy-Nagy* Imre kohómérnök vezette be a sarokvasaknál és fokozatosan kiterjesztette más szelvényalakok üregezésére is.

### 5. Különleges idomvasak üregezése.

A hengerész-mérnök pályáján a legkülönbélebb, néha egészen fantasztikusnak látszó kívánságokkal áll szemben. S kétségtelen, hogy ha olyan szelvény gyártását kívánják tőle, amely hasznot hoz s gyártása műszaki tekintetben nem túlságosan körülményes, akkor igenis vállalnia kell a szelvény üregezését és gyártásának bevezetését. Az ilyen feladatok megoldásánál nyilatkozik meg aztán a mérnök egyéni találékonysága és alkotó-képessége. Ha ebben a munkájában a megismert alapelvektől nem tér el és jól meggondolja, hogy az egymásra következő üregekben mely üregrészekben kell elhelyeznie a hengerzárast, akkor csak ritkán és csak lényegtelen dolgokban lesz csalódása. Igen alkalmas idevágó gyűjteményt tartalmaz: *J. Dehez* „Walzenkalibrierungen” című műve, amely elsősorban a különleges és összetettebb alakú szelvények üregezését igyekszik bemutatni. De jól jegyezzük meg, hogy *Deheztől* ne akarjunk általános elveket tanulni, hanem csak példákat nyerni arra nézve, hogy mire lehet kellő reménnyel vállalkozni.

A különleges szelvények számtalan változatából a 60. ábrán bemutatjuk a 16 mm-es *patkósarokvas üregezését*, amelyik igen érdekes példája annak a ténynek, hogy nemcsak az alak, hanem a méret is igen nagy befolyással lehet a hengerlés, helyesebben az üregezés módjára. Ha a tapasztalatlan hengerész ezt a szelvényt a tartószelvényekhez való hasonlatossága alapján a már ismert tartóüregezéssel hengerelné, csakhamar arra a kellemetlen tapasztalatra jutna, hogy a rúd olyan hideg és merev állapotban kerül a kész és készelőtti üregekbe, hogy ezek *egy-két órán belül* a használhatatlanságig kikopnak és a rúd szelvénye már alig hasonlít a tervezett kész szelvényhez. Éppen ezért kell ebben az esetben az előüregeknek olyan — a 60. ábrán bemutatott —





60. ábra. A 16 mm-es pályó-sarokvas üregeztése.

zömök alakot adni, amelynek lehülése jóval kisebb, mint hasonló méretű kis tartószelvényeké lenne. A kész üreg megfelelő tartóssága még az ábrázolt üregezés mellett is csak abban az esetben biztosítható, ha a kész üreg számára az universal-henger rendszerét választjuk és ezeket a készhengereket keménykéregöntésből készítjük. Ennek a kitűnően bevált üregezésnek *Mercáder Jenő* igen tisztelt kartársam a szerzője.

---



## IX. A hengerlés erő-(munka-)fogyasztása.

Hengerművek létesítése alkalmával nemcsak pénzügyi, hanem üzembiztossági szempontból is elsőrangú fontosságú kérdés az erőszükséglet kérdése, vagyis a hengerhajtó-gép erejének, a hengerlési munka (Walzarbeit) nagyságának meghatározása. Ha a gép megválasztásánál úgy járunk el, hogy más hasonló sorozat elegendőnek bizonyult hajtóerejét vesszük alapul, eljárásunk csak akkor lesz helyes, ha a két sorozatnak nemcsak programja, hanem munkamenete és üregezése is majdnem teljesen azonos. Mivel pedig ilyen esetek a valóságban alig fordulnak elő, a szakemberek régóta fáradoznak a hengerlési munka problémájának egyszerű és biztos megoldásán.

Sok kísérlet történt a hengerlési munkának spekulatív uton, számítással való meghatározására olyan céllal, hogy a felállítandó képlet — legalább bizonyos mértékben — általános érvényű legyen. Nálunk főleg *Herrmann Miksa*<sup>1</sup> és *Láng Károly*<sup>2</sup> fejtettek ki ezen a téren kiváló munkásságot, de — bár sok érdekes tételt tisztáztak — a hengerlési munka problémáját nem oldhatták meg a kívánatos módon. Ennek pedig az az oka, hogy számításra alapuló munkájuk közben — ami egészen természetes is — nem vehették tekintetbe a különböző üregfajok erőfogyasztási értékeinek lényeges eltéréseit s hogy sok mindenfélét csak feltételezniök kellett, lévén a hengerlés a spekulatív, számítási munkához túlságosan bonyolult művelet, melynek nem minden jelensége s nem is minden pillanatban mérhető. Az egészen szabatos számításnak egyébként még az alapja is teljesen hiányzik.<sup>3</sup> Szerző ezt a nézetét a „St. u. Eisen” 1918. évi 16. számában szögezte le<sup>4</sup> s azóta ezt a nézetet a német hen-

<sup>1</sup> Walzarbeit u. Walzdruck. „St. u. Eisen” 1911. 1706. oldal

<sup>2</sup> Vashengerművek munkaszükséglete. „B. és K. Lapok” 1917. VIII—XII. 15.

<sup>3</sup> Lásd az V. fejezet bevezető részét.

<sup>4</sup> Cotel, Zur Frage der Walzarbeit.



gerészek is hangoztatták ugyanannak a szaklapnak hasábjain. Így legújabbban többek között a „Walzwerksausschuss“ 27-ik számú jelentésében 1922. június 24-én ezt írja Dr. Ing. Fr. Riedel: Der Vollständigkeit wegen seien noch die Arbeiten von Herrmann, Meyer, Láng usw. erwähnt. „Man kann sagen, dass diese Formeln den Fortschritt nicht besonders fördern. Einmal aufgestellt, ist man erfreut, dass sie innerhalb eines gewissen Bereiches ihre Schuldigkeit tun, und vergisst dann vollständig, das Wesen des Vorganges selbst zu klären!“ Legutóbb pedig Dr. Ing. K. Hübers írja a St. u. E. 1923. évi 1. számának 14. oldalán a következőket: „Die bisherige Entwicklung der Walztheorie zeigt, dass die spekulative Forschung ohne exakte Versuchsgrundlagen völlig in der Luft hängt.“

Kirchberg mutatott rá először a hengerlési munka megállapítására szolgáló helyes alapra, a *kiszorított térfogatra*, amelynek összefüggését a hengerlési munka nagyságával „Grundzüge der Walzenkalibrierung“<sup>1</sup> című művében ismerteti. De Kirchberg megállapításai se nem elég szabatosak, (pl. hiányzanak belőle a hőmérsékleti adatok), se nem elég gyakorlatiasak, aminek az lett a következménye, hogy a Kirchberg felfogása nem terjedt el eléggé a szakkörökben annak ellenére, hogy logikussabb kiindulási alapra senki se tudott rámutatni.

Mikor J. Puppe egyszerre híressé lett munkája<sup>2</sup> 1909-ben megjelent, mindenki azt hitte, hogy e klasszikus szabatoságú kísérlettömegben Puppe magával hozta a hengerlési munka problémájának a megoldását. Pedig nem úgy volt, annak dacára, hogy Puppenek ezen (és utána következett több hasonló) kísérlet-sorozata a hengerészet tudományos haladásának mindig örökbecsű kutfeje, forrása marad. Puppe nem tudott logikus összefüggést találni a megmért hengerlési munkák és a szintén megmért különféle tényezők között. Szerzőt sokáig foglalkoztatta az a meggyőződés, hogy Puppe kiválóan szabatos kísérleti adataiban meg lehet, meg kell találni a hengerlési munka nagysága és a megmért maradandó alakváltozás mértéke közötti logikus, törvényszerű összefüggést. S mikor aztán az anyagelmozdulásoknak az egyes üregfajokban tapasztalható különféle módjaira, illetőleg ezen egymástól eltérő módoknak az erőfogyasztásra gyakorolt

<sup>1</sup> 1905-ben jelent meg.

<sup>2</sup> „Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken“, Düsseldorf, Stahleisen.



lényeges befolyására fektettem a fösúlyt és az üregek erőfogyasztását üreg-fajok szerint elkülönítve vettem vizsgálat alá, kitünt, hogy Puppe adatai alapján ez a szabályos összefüggés tényleg meg is található! Szerző idevonatkozó megállapításait több szaklapban közölte<sup>1</sup> s megállapításainak helyességét úgy a német, mint a magyar szakirodalom megerősítette.<sup>2</sup> Az alábbiakban szerző gondolatmenetét, illetőleg a hengerlési munkának és a másodpercenként kiszorított vastömeg (vagy térfogat) nagyságának ezt a szabályszerű összefüggését részletesen ismertetjük.

Tekintve, hogy a hengerlési munka a művelet céljából és természetéből folyólag nem lehet más, mint egy bizonyos mennyiségű vastömeg kiszorításának, illetőleg elszorításának munkája, kétségtelennek kell tartanunk, hogy a *különböző nagyságú, de egyfajtajú* (azonos szelvényalakú) *üregeknek azonos hőfokon egy másodperc alatt végzett és a kiszorított vas egy kg-jára vonatkoztatott hengerlési munkája* — gyakorlatilag véve — *állandó érték*. Ez az érték az úgynevezett *fajlagos hengerlési munka értéke*. Hogy ez az érték gyakorlatilag csakugyan állandó, arról úgy győződhetünk meg, hogy a Puppe említett nagy művének összes kísérleti táblázataiból kiszámítjuk ezt az értéket olyan képen, hogy az egyes áteresztéseknek lóerőkben kifejezett másodpercnyi munkaértékeit elosztjuk az illető üregben 1" alatt kiszorított vastömegnek kg-ban kifejezett értékeivel. Az így nyert számértékek lóerőszámok és azt jelentik, hogy *hány lóerő kell egy kg vasnak 1" alatt történő kiszorításához a kérdéses fajtajú kaliberben és az adott rúdhőmérséklet mellett*. Ezek a számok tehát a vas tömegegységének másodpercnyi hengerlési munkáját jelentik.

A Puppe-féle kísérleti eredményekből ezeket a fajlagos munkaeredményeket így kiszámítván, tanulságos táblázatokat kapunk.<sup>3</sup> Legfontosabbak lévén e helyütt ennek a fajlagos hengerlési munkának *minimális* és *maximális* értékei, az alábbi IX. sz. táblázatban csupán ezeket foglaltuk össze:

<sup>1</sup> St. u. E. 1918. évi 16. sz., Mont. Rundschau 1920. évi 20. sz., Mérnök-egyl. közl. 1921. évi 10. sz., The iron age, Newyork 1921. aug. 18.

<sup>2</sup> Lásd A. Schöpf cikkét a St. u. E. 1918. évi 27. számában és Rejtő S. Mech. technológia II. kötetét. Mind a két munka — szerzőik tapasztalata és számítása alapján — számszerűleg igazolja e sorok írójának munkafogyasztási adatait.

<sup>3</sup> Lásd szerző előbb idézett munkáit.

IX. számú táblázat.

**A fajlagos hengerlési munka legkisebb és legnagyobb értékei.**

Az üregfajta neve	fajlagos hengerlési munka			
	minimálisan lóerőkben	ha a hőfok legalább C°	maximálisan lóerőkben	ha a hőfok legalább C°
Csúcsíves . . . .	11	1320	30	1150
Szekrény . . . .	20	1264	40	1070
Kész gömbvas- üreg . . . . .	—	—	40	1060
Rauta . . . . .	30	1183	60	1030
Simítóóvál . . . .	—	—	60	1070
Zárt lapos . . . .	33	1145	65	990
Fényező-szúrás .	50	1156	110	1070
Sín . . . . .	32	1210	112	984
Talpvas . . . . .	41	1183	124	937
U-vas . . . . .	55	1139	130	908
T-vas . . . . .	40	1133	195	1037
Tartó . . . . .	30	1139	230	951

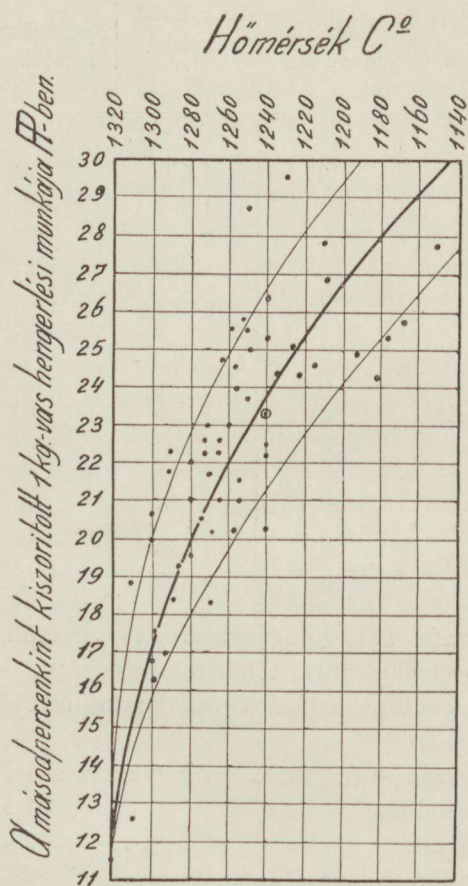
Ha a *maximális* erőfogyasztásokat vesszük szemügyre s azokat — mint legkisebbre, tehát mint egysége — a csúcsíves-üreg maximális erőfogyasztására vonatkoztatjuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy

a szekrény-üreg max. erőfogyasztása	1'3-szor
a készgömb " " "	1'3 "
a rauta- " " "	2'— "
a simítóóvál " " "	2'— "
a zártlapos " " "	2'2 "
a simító " " "	3'7 "
a talpvas " " "	4'1 "
az U-vas " " "	4'3 "
a T-vas " " "	6'5 "
a tartó " " "	7'6 "

akkora, mint a csúcsíves-üreg maximális erőfogyasztása.



Ha már most elegendő ilyen adatunk, helyesebben elég kiterjedt ilyen munkafogyasztási statisztikánk van, akkor alapul bízvást elfogadhatjuk azt a *maximális* fajlagos munkaértéket, amelyik egy-egy üregfajta rovatában szerepel. Egy ilyen statisztika birtokában tehát a hajtó-gép erősségét azon az alapon fogjuk meghatározni, hogy a munka- és üregtervek szerint *milyen faj-*



61. ábra. Csúcsíves üregek munkafogyasztásának ábrája.

tájú üregben és körülbelül milyen hőfokon fog történni a legtöbb munkát fogyasztó áteresztés. A hengerátmérők és a kerületi sebességek ismereteseek lévén, a fajlagos munkaértékek statisztikája alapján tehát az üregezési tervből könnyen és gyorsan rátalálunk azokra az üregekre, amelyek a legtöbb munkát

fogyasztják, s így döntöek a géperősség megválasztása tekintetében. Természetesen az egyidejű szűrésok fogyasztását összegezni kell, éppen úgy az egyazon géppel hajtott többi sorok munkafogyasztását is. A hengerlő-berendezés üresjárási munkájával természetesen még meg kell növelni az így nyert értéket s viszont az egyes üregek táblázati munkaértékéből a lendítő tömeg munkarészesedését le kell vonni. Úgy az üresjárási, mint a lendítő munkaértékek Puppe táblázataiból elegendő biztonsággal olvashatók ki.

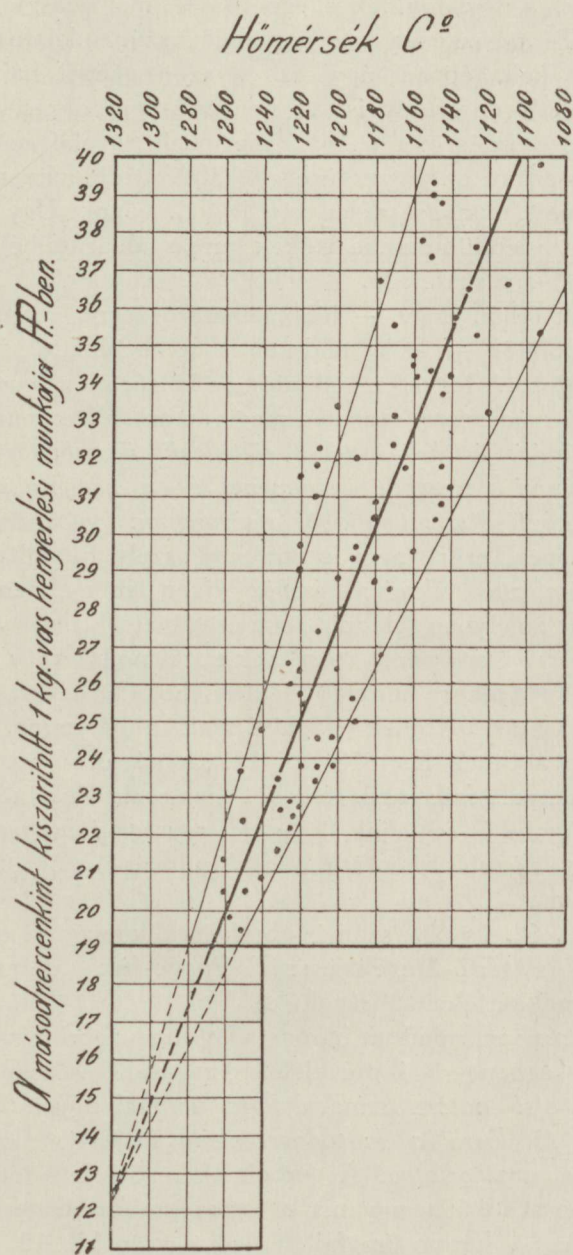
Látjuk tehát, hogy — több, elhatározásunk szerint változó tényezője folytán — ez a módszer is távol áll attól, hogy egészen szabatosnak legyen mondható, de kétségtelen, hogy minden más eddigi módszerrel szemben meg van az az igen nagy előnye, hogy *maximális értékeket, tehát föltétlenül üzembiztos adatokat szolgáltat, ami a nyugodt üzemmenet és a hengermű esetleges későbbi fejlesztése szempontjából elsőrangúan fontos dolog*. Módszerünk éppen ezért nem is annyira „szabatos eljárás”, mint inkább *üzembiztos ellenőrző eszköz* kíván lenni ebben a fontos kérdésben, amelyben eleddig ennyire biztos alap sem állott rendelkezésre. Hogy pedig szerzőnek ez a módszere a valóságos üzemi eredményekhez tényleg legközelebb áll, azt az üregezés munkafogyasztási részének világhírű szaktekintélye *Ing. A. Schöpf* erősíti meg a St. u. E. 1918. évi 27. számában.

Ha a nyert fajlagos értékeket nemcsak táblázatokba, hanem grafikonba is foglaljuk, úgy az *egységnyi hengerlési munkának még teljesebb képe* tárul elibénk s további megállapításokra nyújt alkalmat.

A 61., 62. és 63. számú ábrák grafikonjain a csúcsíves-, szekrény- és tartó-üregek összes Puppe-féle áteresztéseinek fajlagos munkaértékeit ábrázoltuk.

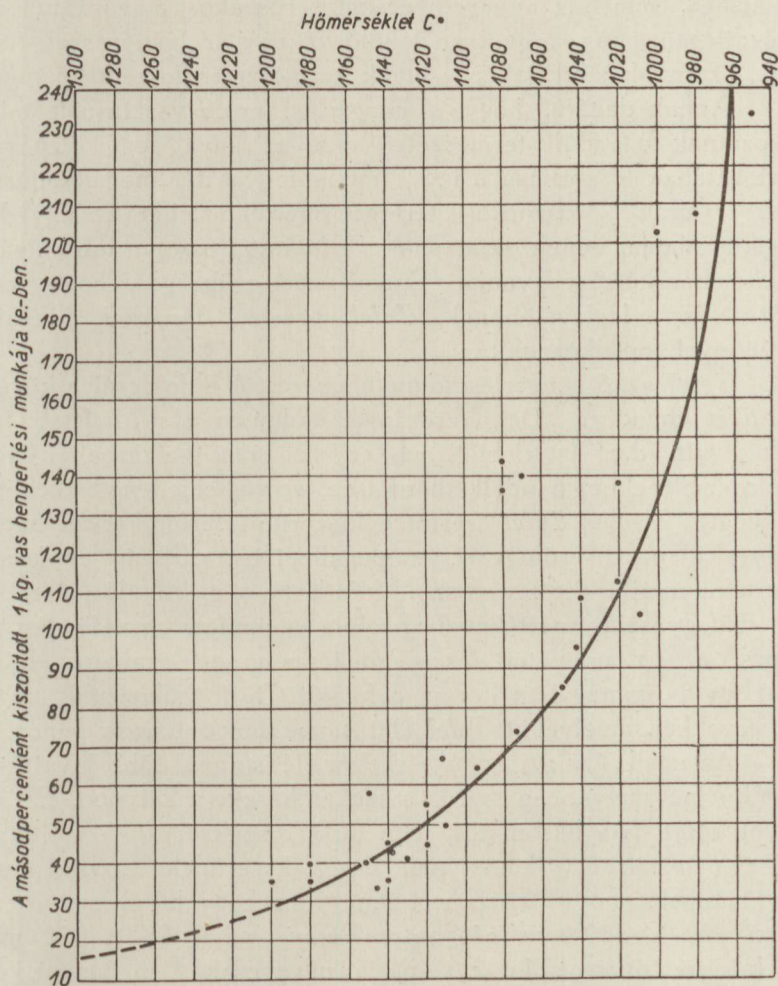
Érdekes és mind a három diagramm görbéjével igazolt tény, hogy a hengerlési művelet legmagasabb hőfokán az *erőszükséglet alsó határa minden fajta üregnél ugyanaz és pedig körülbelül 15 lóerő a másodpercenként kiszorított egy kg-nyi vastömegre vonatkoztatva*. A görbéknek a kísérleti területen túl való meghosszabítása ugyanis a legmagasabb hengerlési hőfok vonalát mind a három üregfajtánál egyformán kb. 15 Le magasságában metszi. Ez gyakorlati szempontból azt jelenti, hogy az *alkalmazható legnagyobb hengerlési hőmérsékleten nincs lényeges erőfogyasztásbeli különbség a különböző üregfajok között*.





62. ábra. Szekrényüregek munkafogyasztásának ábrája.

A súlyedő hőmérséklettel persze rögtön növekszik az erőfogyasztás, de míg a csúcsíves- és szekrény-üregeknél ez a növekvés mérsékelt és maga a maximum sem jelentékeny, addig az idomvasaknál az erőfogyasztás sokkal rohamosabban növekszik és a maximum ezeknél egyenesen sokszorosa a csúcsíves- és szekrény-üregek maximális egységnyi erőfogyasztásának. Amíg a csúcsíves üregnél  $20^{\circ}$ -nyi hőfokszüledésnek körülbelül



63. ábra. Tartóüregek munkafogyasztásának ábrája.

szik és a maximum ezeknél egyenesen sokszorosa a csúcsíves- és szekrény-üregek maximális egységnyi erőfogyasztásának. Amíg a csúcsíves üregnél  $20^{\circ}$ -nyi hőfokszüledésnek körülbelül



1,25—2,5 Le, a négyszögesnél pedig 2,5 Le munkafogyasztási növekedés felel meg, addig ugyanannyi (20<sup>0</sup>) hőfokszűledés a tartó-üregeknél már a kezdő idomító-szurásokban is 8—10 Le, a befejező szurásokban pedig 30—45 Le munkafogyasztás-növekedéssel jár! Ez éppen az idomvas-üregeknek fontos fajtabeli sajátága, mint az anyagrészecskék erőszakos oldalirányú elmozdításának és a gyorsan lehülő vékony szelvényrészek (talpak, szárnyak stb.) kiképzéseinek természetes következménye!

Annak dacára, hogy a hengerlési erőfogyasztásnak mint okozatnak egyedüli természetes oka az anyag egy bizonyos térfogatának kiszorítása s így a munkafogyasztás megállapításának is csak a kiszorított térfogat mértéke lehet az egyedül logikus alapja, ennek az alapnak *korlátlan jogosságát* több kiváló szakember kétségbe vonja. Éppen ezért szükséges, hogy ezek között is a legkiválóbbnak, *Tafel*, breslaui tanárnak idevágó nézeteivel foglalkozzunk.

*Tafel* az ő hengerlési könyvében<sup>1</sup> erről a dologról a következőket mondja: „Das verdrängte Volumen als Maßstab für den Kraftbedarf ist richtig, wo es sich um Walzarbeiten von gleicher Streckung handelt, aber falsch, wo verschiedene Streckung vorliegt“. Vagyis *Tafel* szerint a kiszorított térfogat csak addig helyes alap az erőfogyasztás megállapítására, amíg egyforma mértékű nyújtásokról van szó. Minthogy a megnyúlás mértéke az erőfogyasztás mértékével absolute semmiféle összefüggésben nincs, ez az odavetett és semmiképpen sem szabatos állítás már így is önmagában hordja cáfolatát. De foglalkozzunk mégis az érvekkel, amelyeket *Tafel* állításának bizonyítására felhoz.

Az egyik érv az, hogy a szekér elé is annál több lovat kell fogni, minél mélyebben merült a szekér kereke a kátyuba. Ezt az érvet, mint naiv hasonlatot, nem tartjuk szükségesnek méltatni.

A másik érv komolynak és szakszerűnek látszik, mert azzal áll elő, hogy „közismert tény“ az, hogy ha 1 m hosszúságú  $100 \times 100$  mm négyzetszelvényű rudat  $98 \times 100$  mm szelvényre nyomok le, egy másik ugyancsak 1 m hosszú, de  $100 \times 3$  méretű *abroncsvasat* szintén 2 mm-rel alacsonyabbra, tehát  $100 \times 1$  mm méretűre nyomunk, akkor az első esetben a kifejlesztett hengerlési munkát a hajtó-gép úgyszólván észre sem veszi, a második esetben pedig igen nagy megerőltetéssel fog a gép járni.

<sup>1</sup> „Walzen und Walzenkalibrieren“ 148—9. oldal.



Ez a második érv olyan, hogy az sok szakembert meg-  
téveszthet. Aki azonban alaposabban szemügyre veszi a jelen-  
ségeket, az hamar rájön a Tafel teljesen tarthatatlan, alapjában  
hibás felfogására. Már a beállítás is célzatos, sőt lehetetlen. A  
vasiparban egy  $100 \times 100$  mm méretű rúdnak további feldol-  
gozásánál ugyanis mindig 25—35—40 mm-es (és soha nem 2 mm!)  
nyomást szoktunk adni, a  $100 \times 3$  mm-es abroncsvas pedig  
készárú, melynek további lenyomása egyáltalában nem tartozik  
a vasipar, vagy legalább is a meleghengerlés körébe. Azonkívül  
a  $100 \times 100$  méret mindig valamelyik nagyobb és erős gépű  
sorozaton készül, a  $100 \times 3$  pedig egy gyengébb sorozaton, s  
így az összehasonlítás ez oknál fogva is hamis uton jár; ille-  
tőleg ez az eltérés máris éppen eleget mond. Általában jellemző,  
hogy a kiszorított térfogat elvének ellenzői mindig és kivétel  
nélkül elméleti, a gyakorlatban elő nem forduló, sőt lehetetlen  
példákkal állanak elő, ami már maga a legnagyobb bizonyíték  
ellenük, minthogy ezzel hallgatólag elismerni kénytelenek, hogy  
a hengerlésnek milliónyi üzemi esetéből egyetlen egy sem támo-  
gatja álláspontjukat.

Am ha mégis hajlandók vagyunk Tafel érvét a gyakorlat  
szempontjából bírálni, úgy nem szabad elfelejtenünk, hogy egy  
 $100 \times 3$  mm méretű acélabroncsot fizikailag sem lehetséges  
olyan magas hőfokon juttatni a hengerhez, mint a vaskos  
 $100 \times 100$  mm méretű acélrudat. A vékony abroncsból a levegő  
is oly sok hőt von el, (minthogy az abroncs tömege a felületé-  
hez képest igen kicsiny!), hogy az abroncs a hengertest gyors  
és nagyfokú hőelvonása következtében azonnal sötét színű lesz,  
képlékenységeinek legnagyobb részét azonnal elveszíti s így az  
anyagelmozdítási igénybevétel ellen óriási ellenállást fejt ki.  
Minden hengerész egészen biztosan tudja, hogy a fentebb említett  
kétféle szelvény fajlagos (1 kg-nyi kiszorítás 1" alatt) hengerlési  
munkája teljesen egyforma, ha valaki biztosítani tudja, hogy a  
 $100 \times 1$  mm-re lenyomott kész rúd éppen olyan hőmérsékletű  
legyen, mint a  $100 \times 98$ -ra lenyomott kész rúd volt. Az erő-  
fogyasztás szempontjából csak azonos hőfokról, tehát csakis  
azonos képlékenységi fokról lehet beszélni, illetőleg a jelen-  
ségeket csakis erről az álláspontból lehet megítélni. Még ebben  
az esetben is csupán a fajlagos munkaértékek hasonlíthatók  
össze egymással.



## X. A hengerelt áruk járatos fajai.

1. *Gömbölyűvas* (Rundeisen). A teljes körszelvénnel bíró „gömbölyű“-vasat a magyar vasgyárak 5 mm és 160 mm közötti átmérőmérettel gyártják különféle hosszakban. Legjáratosabb hosszuk 5—7 m, amiért is ilyenben a kelendő vastagságok készleten is tarthatók 0,08—0,12 C-tartalmú folytacélból.

2. *Négyzetvas, rácsvas* (Quadratereisen, Gittereisen). Ezekre a teljes négyzetszelvényű éles élű vasakra a gömbölyűvasnál mondottak érvényesek.

3. *Félgömbölyűvas* (Halbrundeisen). Nem nagyon kelendő szelvények s rendszeren csak 10 és 35 mm közötti átmérővel gyártatnak.

4. *Laposvas* (Flacheisen). Derékszögű, hosszukás négyszög-szelvényű vasak, amelyek a legváltozatosabb szélességi és vastagsági arányokban gyártatnak tetszésszerű hosszakban. A gyárak 10—150 mm szélességi méretre és minimálisan 3 mm-es vastagságra szoktak vállalkozni. A szelvényt addig szokták laposvasnak nevezni, míg vastagsága alatta marad a szélességi méretnek.

5. *Keréktalpvas, kerékráf, ráf, kocsiráf* (Stegreife). Egyszerű laposvasszelvény bizonyos mérethatárok között és mindig pontosan 50 kg-os csomókba kötve, körülbelül 3,5 m-es szállhosszúsággal. A magyar vaskereskedelemben a kerékráfok 26 és 70 mm közötti szélességi mérettel vannak forgalomban. A megrendelés a ráfokat rendszerint a szélességi méret és a csomóban kívánt szálszám megadásával jelöli, amiáltal a szálak vastagsága is meg van határozva, minthogy a csomósúly (a kötőkarikákkal együtt) állandóan 50 kg. Ha pl. 100 kötés 4-es (4 szál egy csomóban) 46-os ráfot rendeltek, akkor tudjuk, hogy egy 5000 kg-os laposvastétellel van dolgunk amelynek szelvénymérete

$$46 \times 10 \text{ mm.}$$

6. *Rendezett keréktalpvas* (Büschelreife). Szintén egyszerű laposvasszelvény 30—52 mm szélességben, de azzal a jellemző



előírással, hogy a kötegben mindig csak 4 szál van (a kocsikerekek száma és nagysága szerint „rendezett” ráf) és pedig 2 szál a 2,85 m hosszú (az elülső kisebb kerékpár számára) és 2 szál a 3,5 m (a hátsó nagyobb kerékpár számára). A vastagságok (7—17 mm között) itt külön szintén elő lévén írva, a csomósúly nem lehet pontos, hanem változik körülbelül 21 és 87 kg között.

7. *Tompított, vagy lehúzott szélű ráfvas* (Abgekantete Radreife). Ezeket könnyebb városi kocsik kerekeihez alkalmazzák s ezért sok helyütt *fiáker-ráfoknak* is hívják ezt a fajtát. Szintén a rendezett (4 szál egy kötegben, külön előírt vastagsággal és 23—100 kg-os csomósúllyal) kocsiráfok csoportjába tartozik. Fontos dolog, hogy *minden fajta kocsiráfnak forrasztható anyagból kell lennie.*

8. *Falkapocs- vagy falkötő-vas* (Schliesseneisen). Egyszerű laposvasszelvény körülbelül 2,85 m hosszú szálakban pontosan 50 kg-os csomókba kötegelve; tehát szintén *számmal* (szálszámmal) szokták rendelni. Rendesen 2—10 számút gyártanak körülbelül 33—65 mm szélességben és körülbelül 5—18 mm vastagságban, *forrasztható anyagból.*

9. *Patkóvas* (Hufstabeisen). Egyszerű laposvasszelvény, vöröstörésmentes, lágy folytvasból körülbelül 2,85 m-es szálhosszakban, pontosan 50 kg-os csomókban. Szélességi mérete rendesen 19—23 mm között szokott váltakozni, vastagsága pedig körülbelül 7—14 mm között.

10. *Kerékvás, spáringvas* (Speichringeisen). A szekerek fából való kerékagyának összeszerítésére használják. Egyszerű laposvasszelvény (kb. 2,85 m szálhossz, pontos 50 kg-os csomó) 4—50-es számozásban, 10—39 mm szélességi és 4,5—14,6 mm vastagsági mérethatárok között. Vöröstörésmentes, forrasztható, lágy anyagból készül.

11. *Szélesvas, universálvas* (Breiteisen, Universaleisen). Rend szerint csak universálhengerben készíthető ez az igen nagy szélességű laposvasszelvény s innen származik a neve is. Szélessége körülbelül 150—600 mm között szokott lenni, 3—25 mm vastagság mellett.

12. *Abroncvas, szalagvas* (Bandeisen). Szintén laposvasszelvény, igen kis vastagsági méretekben, rendesen 10—100 mm között változó szélességgel, 30 mm szélességig pontosan 10, azonfelül pontosan 25 kg-os csomókba motólálva. A vastagság



0,75—4,0 mm között mozog. Nem szapora munka s éppen ezért a forgalmi ára jóval nagyobb a többi szelvény áránál.

13. *Szögvas, szögletvas, sarokvas* (Winkeleisen). Szerkezeti vas, melynek rendszeren csak kisebb (80 mm-ig) méreteit tartja a vaskereskedő raktáron, a nagyobb szárhosszúságukat a gépgyárak és szerkezeti műhelyek közvetlenül szokták rendelni. Az *egyenlő szárú szögvas* nagyon járatos, az *egyenlőtlen szárú* kevésbé. (Gleich- und ungleichschenkliges Winkeleisen.) A szárhosszúság 20 és 150 mm között szokott változni, a szárvastagság 3 és 20 mm között. Egy-egy szárhosszúság többféle vastagságban is gyártható egy-két mm-rel a normális vastagság felett. Normálisnak rendszeren azt a vastagsági méretet tekintjük, amelyik a szárhosszúság  $\frac{1}{10}$  részével egyenlő. Tehát pl. a 80 mm-es szögvasnak 8 mm a normális vastagsága.

14. *T-vas* (T-Eisen). A gyengébb járatosságú szerkezeti vasak közé tartozik s rendszeren csak néhány különleges méret van belőle forgalomban. Pl. a  $100 \times 68 \times \frac{9}{8}$  mm-es és még egy néhány.

15. *Vasgerenda* (Träger). Építkezési anyag, amelynek járatossága a legnagyobb s a vasbeton-építkezések divatjának mai kora előtt a vasgerendák hengerlése adta a vasgyárak munkájának legtekintélyesebb részét. A vasgerendák magassága: 80, 100, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 350, 400 és néha 500 mm. A gerendákat a magassági méretükkel szoktuk megnevezni s azzal is szokás azokat megrendelni. A gerendák 120 és 260 méret között a legjáratosabbak s normális viszonyok mellett ezekből a számokból nagy készlet tartható 12—16 m-es hosszakban. A *vaskereskedelem*ben megkívánják, hogy a gerendák *tényleges folyóméter-súlya sohasem lépje túl a szabványok szerinti folyóméter-súlyt!* Inkább valamivel alatta maradjon.

16. *U-vas* (U-Eisen). Igen járatos szerkezeti vas, amelyekből különösen a vaggongyárak szoktak jelentékeny mennyiséget fogyasztani. Magassági méretük 40 és 300 mm között változik pontos, szabványok szerinti fokozatokban. Gyártásuk a gerendákénál szabatosabb kell hogy legyen, mert a méreteik is, folyóméter-súlyuk is az átvételi előírások elég szűk határai közé van szorítva.

17. *Vasuti-sín* (Eisenbahnschienen). Egyike a vasgyárak legfontosabb és legkényesebb gyártmányainak, amelyekből gyakran igen nagy mennyiséget szoktak rendelni.



Míg az 1.—16. alatti hengerelt árúk legtöbbnyire lágy anyagból készülnek s komolyabb átadási, illetőleg átvételi feltételekkel csakis a szerkezeti vasaknál találkozunk (itt is rendszeren csak szakítási próbákról s néhány vasuti anyagnak — különleges anyagú lapos- és gömbvasak — kovácsolási, duzzasztási, forrasztási próbájáról van szó), addig a sínek igen kemény 0,40—0,55 C-tartalmú 65—80 kg/mm<sup>2</sup> szilárdságú folytacélból készülnek, a gyárban *darabonként* vétetnek át, amikor is a legszigorubb próbákat kell kiállaniok s még ezenfelül a gyárnak 5 évi szavatosságot kell vállalnia a sín teljes épségben való maradása tekintetében.

A sínekből az átvételkor nemcsak szakítási, hanem ütési, hajlítási próbák is vétetnek (mind az illető vasuti intézet szabványos feltételei alapján), hanem az átvevő mérnöknek az acélmű adag-könyvébe is betekintése van, sőt a sínadagok analysisét írásban is követelheti. Ezekre a tényezőkre tehát már a hengerléskor, sőt az acélanyagnak a hengerműbe való befogadásakor tekintettel kell lenni, mert mindezekért a felelősséget a hengermű vezetője tartozik viselni. Ez az a pont, ahol a hengerésmérnöknek legtöbb alkalma nyílik arra, hogy a gyár jóhírnevének szolgálatot tegyen. Ha egy gyár hengerelt árúiban a vasuti intézetek soha számbavehetően nem csalódnak, az a gyárnak erkölcsi és anyagi hasznot jelent s egyben a hengerésmérnöknek is elvitathatatlan érdeme. De viszont viseli is a hengerész minden ódiumát annak, ha az ilyen dologban esetleg felületesen jár el.

A magyar vasuti sínek főtypusai a következők:

23,6	kg-os folyómétersúlyú,	107,5	mm magas sínszelvény			
33,0	"	"	125,0	"	"	"
34,5	"	"	128,0	"	"	"
42,8	"	"	139,0	"	"	"

A folyóméter-súly és méretbeli pontosság is igen fontos dolgok a vasuti sínek gyártásánál, minthogy eltérést csak igen szűk határok között tűrnek meg az átvételi feltételek. A fölös súlytöbbletet nem fizeti meg a vasut, nagyobb eltérés esetén pedig a gyártott tételt egészen visszautasíthatja.

18. *Bányasin* (Grubenschienen). Ugyanolyan szelvényalak, mint a vasuti sín, de kis (körülbelül 5—15 kg) folyómétersúly-lyal és közép kemény anyagból (0,20—0,35 C) gyártva. Átvételi feltételek csak igen ritkán köttetnek ki.



19. *Villamos és közuti sínek* (Strassenbahnschienen). Ezeknek különleges (orros, hornyos) szelvényalakjuk szokott lenni, rendszeren nagyobb hosszban gyártatnak, mint a vasuti sínek, de hasonló átvételi feltételek mellett. Kikészítésük, adjusztálásuk a sok különleges lyukasztás folytán sokkal körülményesebb, mint a Vignol-síneké.

Van ezeken kívül még igen sok hengerelt szelvény (ablakvas, borkvas, vasuti talpvas, csúcssín, kötélpályasín, patkószegvas, patkósarokvas stb. stb.), de ezek gazdasági jelentősége távolról sem olyan, mint a felsoroltaké s ezeket a gyakorló mérnök a gyakorlatban is idejében megismerheti.

---

## XI. A hengerművek üzemének alapelvei.

Bizonyára lesznek, akik csodálkozni fognak azon, hogy ebben a kis munkában üzemviteli elvekről is szó esik. Szerzőnek azonban szilárd meggyőződése, hogy ez a néhány felvilágosítás meg fogja könnyíteni a hengermű üzemébe belépő kezdő mérnök tájékozódását, felébreszti és megerősíti benne a tudatot, hogy a vasipari mérnökök között a hengerész az, akinek működése már az eleven vaskereskedelem üzleti területére is átnyúlik. Szerző tökéletesen egyetért az amerikai életfelfogásnak azzal az elvével, hogy amint a jó kereskedő sohasem tudhat eleget a készárú gyártási dolgaiból, viszont a készárút gyártó mérnök is minél tájékozottabb kell hogy legyen a készárú-kereskedelem szokásai, igényei és helyzete tekintetében.<sup>1</sup>

A hengerművek szorosan vett üzemi és műszaki teendőin túl főleg a következő üzemviteli, adminisztrációs feladatai vannak a hengermű vezetőjének és a hozzá beosztott mérnököknek.

1. A *beérkező kereskedelmi rendelések nyilvántartása*. Ezt a nyilvántartást nagyobb üzemekben a nem-mérnöki képesítésű személyzet állítja össze; de csak a kézi munkát végzi ez, a *naponkénti tájékozódás* — ennek a nyilvántartásnak az alapján — már a mérnök dolga.

A vállalat kereskedelmi szervezete szerzi a rendeléseket s az küldi át a gyárhoz, illetőleg ennek útján a hengerműhöz. A rendelés célszerűen három egyenlő példányban érkezik, melyek első példányát a szállítási osztály, második példányát a hengermű, harmadik példányát pedig a hengermű kikészítő-műhelye (*adjustage, appretura*) tartja meg és rendezí cégek, gyárak, kereskedők, vasutak stb. szerint. Ezekre a példányokra minden

<sup>1</sup> A magyar vasművek és gépgyárak orsz. egyesületének 1928-ban megjelent évkönyve (138—142. old.) nyomtatékosan utal a kezdő mérnök üzemi tájékozottságának fontosságára.



osztály rájegyzí az ígért határidőt és az ügyre vonatkozó levelezésnek az illető osztályt érintő lényeges pontjait.

2. *A rendelésből fajták szerinti, illetőleg hengergarnitúrákenti kivonat készítendő* olyan célból, hogy a készleten nem lévő, tehát gyártandó fajtákkal és ezek mennyiségeivel állandóan tisztában legyünk.

Az előbbi pontból következik, hogy a hengerelt készárú készletkimutatása is kéznél kell hogy legyen, bizonyos szokásos időközökben (pl. havonként) lezárva és kiigazítva.

4. Célszerű külön határidőnaplót is tartani, hogy az esedékességek idejét állandóan szemmel tarthassuk, programunkat és intézkedéseinket ahhoz képest irányítsuk.

5. *A havi és heti hengerlési program összeállítása az 1—4. pontok alatt sorolt tényezők alapján.* Ez a hengermű első mérnökének legfontosabb feladata, amely áttekintést, gyakorlatot igényel s következményei révén felelősséggel is jár. Első szempont itt természetesen a kereskedelmi érdek, illetőleg a már vállalt kötelezettség. Ezen felül azonban a leggondosabban kell figyelni a gazdaságos beosztásra, vagyis minél kevesebbszer legyen hengercsere; idő, szén, vas és munkabér minél jobban kihasználtsanak s a nem járatos vasfajták készlete ne szaporíttassék, a járatosak készlete is csak szükség szerint és módjával.

6. *A hengerlési program lebonyolításához szükséges szén, féltermény (ingot, buga) és egyéb anyagok előírányzata.* Ezt a hengermű addigi fogyasztási számai alapján állapítjuk meg kellő biztonsággal a szándékolt munkamenetnek, fajtáknak, műszakszámoknak s az elérni remélt legnagyobb termelésnek megfelelően. Bár minden hengerműben a helyi tapasztalat az egyedül mérvadó ezen a téren, kezdőnek igen alkalmas tájékozási eszköz a Hüttéből<sup>1</sup> vett alábbi (X. sz.) anyag táblázat.

Az anyagszükségleti előírányzatnak természetesen olyan időben kell készülnie, amikor a fedezetlen mennyiségek a saját üzemektől, vagy idegen cégektől a jövő hónapra még idejében biztosíthatók.

7. *A napi termelések mennyiségi és minőségi ellenőrzése, teljesítmény, kihozatal, hulladék- és selejtarány, valamint méret és kikészítés (appretálás) tekintetében.* táblázat.

<sup>1</sup> II. kiadás, 792. oldal.

X. számú táblázat.

**Hengerelt áruk acélanyagszükséglete.**

A hengerelt árú faja	1000 kg ingotból gyártható árú kg-ban	1000 kg árúhoz szükséges ingotmennyiség kg-ban
<b>1. Féltermény</b>		
Előnyújtott blokk . . . . .	895	1117
Buga négyzetes . . . . .	880	1136
„ lapos . . . . .	870	1150
Lemezlapka (plattina) . . . . .	865	1156
Szélesvas . . . . .	855	1169
<b>2. Vasuti felépítményi anyag</b>		
Sín 15 kg/fm fölött . . . . .	855	1169
„ 15 „ alatt . . . . .	830	1205
Talpvas 15 kg/fm fölött . . . . .	850	1176
„ 15 „ alatt . . . . .	825	1212
Hevederek . . . . .	650—700	1430—1530
Talplemezek . . . . .	815	1227
<b>3. Idomvasak</b>		
Tartó- és U-vasak 20 kg/fm alatt.	827	1209
„ „ „ 20—100 kg/fm }	857	1166
„ „ „ 100 kg/fm fölött }		1166
<b>4. Rúdvasak</b>		
Rúdvas 30 kg/fm-ig . . . . .	815	1226
„ 30 „ fölött . . . . .	860	1163
<b>5. Drót . . . . .</b>	815	1227
<b>6. Lemez</b>		
Durva . . . . .	650—730	1538—1369
Finom . . . . .	670—765	1493—1307



8. *Naponkénti ellenőrzése* annak, hogy a 7. alatti szám-adatok helyesen vezették be a termelési naplókba. Még fokozottabb ellenőrzés a heti és havi adatok megállapításánál.

9. *Havi és évi termelési eredményekről világosan szemléltető grafikon készítendő*, amely pillanatok alatt mutatja, hogy üzemünkben haladás, stagnáció, vagy visszaesés van-e. A feltűnő változások okait rövid megjegyzéssel fel kell tüntetni az illető helyen.

10. *A hengerparkot* legalább hetenként, a hengerek *rajztárát* havonként alaposan meg kell nézni és meg kell állapítani, hogy mi szorul pótlásra, kiegészítésre, módosításra.

Az üzemben történt minden lényegesebb esemény (átépítés, módosítás, új eljárás, vagy új szelvény bevezetése, hengertörés a törés okával együtt stb. stb.) az *üzemi feljegyzések naplószerű könyvébe* vezetendők a hengermű főnöke által. Ezt a naplót annak megkezdéséig visszamenőleg olvassa el és tanulmányozza végig a kezdő-mérnök is és innentől kezdve vezessen saját feljegyzéseket megfigyeléseiről, vizsgálódásairól. Ezek a feljegyzések és önálló vizsgálódások fogják üzemi tapasztalatának legbecsesebb anyagát képezni.

---

## IRODALOM.

### I. A hengerlés irodalma a Bányászati és Kohászati Lapokban.

#### A) *Eredeti közlemények.*

**Barlai Béla dr.**, Rombach, 1904. évf. II. kötet, 81. old.

— Kneuttingen, 1905. I. 24.

— Amerikai tanulmányutam, V. A hengerlés, 1907. I. 432.

**Benczenleitner Jenő**, A vasnak viselkedése nyújtóhengerek üregeiben, 1909. II. 148.

— A kereskedelmi lapos rúdvas és nyújtóhengerei, 1910. I. 15.

— Nyújtóhengerek munkája, 1910. I. 273.

— Fal-kapocsvasakat gyártó kombinált hengertrió, 1911. I. 84.

— Állandó szélességi méretre beállítható laposvasak nyújtó hengerei, 1911. II. 353.

— Melegen járó finomlemez-hengerek, 1917. I. 246.

— Finom-lemezek hengerlése, 1918. 391.

— Hengersorok ellenőrzése, 1918. 4.

— Alakos laposvas hengerlése, 1922. 65.

— Dobverőlécek hengerlése, 1922. 149.

— Idomítás hengerekkel, 1922. 17, 33.

**Clement Béla**, Finom lemezek maratása, 1908. II. 464.

**Cotel Ernő**, Néhány szó a „különleges lemezek gyártása” általános részéhez, 1904. I. 328.

— Tanulmányút porosz-sziléziai és orosz-lengyelországi vasművekben, 1904. II. 244.

— A hengerlés alatt álló vasrúd előrecsúszása, 1910. I. 439.

— A hengerlési munka problémája, 1918. 189, 260.

— A hengerlési munka problémájához, 1918. 18. szám.

— A hengerlés Tafel-féle elmélete, 1923. 245.

— Az acél kovácsolhatóságának határa, 1925. 237.



- Déhrer M.**, A zólyomi lemezgyár, 1876. 4.
- Dombrowszky Lajos**, Különleges finom-lemezek gyártása, 1903. II. 293, 365, 714, 787.
- Finkey József**, Nyújtóhengerek munkája, 1910. I. 500.  
— A nyújtóhengerlés mechanikai elmélete, 1911. I. 608.
- Glós A.**, Jegyzetek a vasipar teréről, 1869. 45, 57.
- Hámori**, Acélhengerek öntése, 1906. I. 633.
- Jónásch Antal**, A vashengerlés elmélete és a vashengerlésnél felhasznált munka meghatározása, 1911. I. 400.  
— „A vashengerlés elmélete és a vashengerlésnél felhasznált munka meghatározása” című cikkhez, 1911. I. 516.  
— A vashengerlésnél föllépő szélesedésnek kiszámítása, 1912. II. 1, 65.
- K. L.**, Vasuti baleseteket okozó sintörések okai, 1917. I. 76.  
— Tapasztalatok az elektromosan hajtott hengerek üzeméről, 1909. I. 95.  
— A vasuti sínanyag újabb módszerű előkészítése, 1915. I. 148.  
— Sínhengerlés statisztikája, 1906. II. 188.  
— Készülék gömbvasaknak vezetékből való hengerlésére (W. Tafel nyomán), 1907. I. 227.
- Katona Lajos**, A keménykérű hengerekről, 1905. II. 95.  
— Üreges hengerek öntése, 1905. II. 137.
- Kerpely Antal**, Egyetemes pályasín-hengermű, 1869. 29.  
— Függő-pálya hengerművekben, 1871. 155.  
— Magyarország vaskohászatának jelene és jövője, 1871. 92, 97, 108, 124, 143, 166, 181, 193.  
— Angolország vasipara (Utazási jelentés), 1873. 9, 17, 28, 37, 41, 53, 59, 70, 102, 112, 118, 129.  
— Hengercsapágnyomó készülékkel, 1875. 38.  
— Vaspályasínek főbb tulajdonságairól, 1877. 129, 145, 161, 177, 188, és 1878. 5.  
— Reflexiók a m. kir. vasművek fölött, 1881. 118.  
— Magyar vasipar jövője, 1884. 51.  
— Magyarország vasipara az országos kiállítás idején, 1885. (154, 168,) 176, 182.
- Kunszt János**, A hengerelt vas szelvényeiről, 1905. 732.  
— A javított osztrák I-vasszelvények, 1906. I. 556.  
— Észrevételek az új német szabvány-szelvényssorozathoz, 1906. I. 176.  
— Válasz: 1907. II. 234.

- Láng Károly**, Vashengerművek munkaszükséglete, 1917. II. 549, 853, 912.
- Megjegyzések Cotel Ernő „A hengerlési munka problémája” című cikkhez, 1918. 230.
- Lts**, Gőzgép és vaskohászat, 1907. I. 715.
- Széles övű vastartók, 1914. I. 714.
- Lázár Zoltán**, Vasnyújtó hengerek kalibrálása, 1893. évf. 14. és 15. sz.
- Használat folytán formájukat veszített sinek ujjahengerlése, 1901. 384.
- Regéczy Nagy Imre**, Széles abroncsok, 1925. 223.
- Scheld Ernő**, A szélesedés mértékének meghatározása a hengerlésnél, 1910. I. 632.
- Sóltz Vilmos**, Drótgéártásra való rudacsok és bugák öntése Kurzwehnard szerint, 1887. 161.
- Staudner** (később **Sobó**) **Jenő**, Magyar vaspályasinek minősége és tartóssága, 1878. 115, 127, 133.
- Martin-acél és acélsíngéártás Brezován, 1880. 13, 17, 25.
- Terény János**, Lemez-izzító lángpest új rekuperátor-fűtéssel, 1896. 8.
- Valkó Vilmos**, A nikelezett vaslemezek és edények géártása, 1883. 67.
- Zorkóczy Samu**, Acélgyári berendezések Németországban, 1903. I. 646.

#### *B) Szemle-közlemények.*

- Acél-ingotok kihengerléséről eredeti melegségük felhasználásával (John Gjers előadása) 1883. 8, 18.
- Acélsinek géártása, (F. Braune nyomán) 1880. 117.
- Acélsinek géártása Amerikában, (K.) 1878. 65.
- Acélsinek (ócskák) áthengerlése, (K.) 1906. I. 774.
- Akkumulátortelepek alkalmazása acélhengerművekben (Sz.) 1909. II. 507.
- Amerikai hengerlők munkaképessége (K.), 1875. 8.
- „Amerikan Tube and Stamping Co” új acélgyára (O. A.) 1903. II. 104. és 1904. I. 313.
- „Burbacher Hütte” egyetemes hengersora (N.) 1904. I. 407.
- Calmoterie (lemezgéártás) 1874. 181.
- Charlottenhütte új lemezhengerműve, (N.) 1904. II. 612.



- Compound-páncél-táblák előállítása, 1883. 87.  
 Creusoti új páncéllemez-gyár (N.), 1903. II. 195.  
 Dróthengersorok összehasonlítása egymással (N.), 1904. II. 72.  
 Egyetemes hengerművek (Dinglers polyt. J. nyomán), 1881. 146.  
 Elektromosan hajtott emelőkészülékek (B. J.), 1905. I. 47.  
 Elektromosan hajtott reverzáló hengerversor (B. J.), 1907. I. 320.  
 Eljárás és berendezés varrat nélküli csövek előállítására, 1914. II. 111.  
 Fehérbádog gyártása, 1883. 132.  
 Gutehoffnungshütte új durvalemez-hengerműve (K.), 1903. I. 342.  
 Hengerdék előre s vissza forgó hengerekkel (Engineeringből), 1868. 6.  
 Hengerek üregeztése (Daalen. R. munkájából), 1871. 14.  
 Hengerelt vas előállítása, Comtoise módszere szerint (K), 1878. 88.  
 Hengermű, 1912. I. 430.  
 Hengerműüzem (Sch.), 1925. 281.  
 Hengerművek súlykerék nélkül, (Polyt. Centr.) 1868. 94.  
 Hengerművek, melyekkel drótot egyszerű izzítással lehet kihengerelni, 1892. 272.  
 Horzsolóasztal előnyújtóhengerek számára (B. J.), 1904. II. 318.  
 Nyújtóhengerek kapcsoló-csapja (B. J.), 1909. II. 173.  
 „Illinois Steel Company” chicagói új acél- és hengerműtelepei (B. J.), 1905. II. 109.  
 Javított csőhengerlő berendezés, 1914. II. 45.  
 Kalibrálások kiszámítására való új eljárások, 1909. II. 641.  
 Krompachi vasmű társaság új kohótelepeinek tervei (K.), 1896. 63.  
 Mossend Steel Works lemezhengerműve, 1909. II. 169.  
 Nem forrasztott láncok hengerlése (K.), 1896. 95.  
 Pályasínek gyártása Angolhonban, 1874. 95.  
 Resicai vas- és acélművek jelenlegi állapotának ismertetése, 1889. 77.  
 Vas és acél hengerlése megömlött állapotban (H. Bessemer előadása), 1892. 70, 77, 87.  
 Vaskohászati újdonságok, 1874. 185.

## II. A hengerlés külföldi irodalmának újabb, vagy éppen a munkában érintett cikkei.

**Altpeter H.**, Die Herstellung der Flusseisen- u. Stahldrähte, St. u. E. 1925. évf. 16, 17. sz.

**Bardenheuer P.**, Eigenspannungen in Walzstäben unter besonderer Berücksichtigung der Schienen, St. u. E. 1925. évf. 28. sz.

**Bulle G.**, Untersuchung und Überwachungsverfahren der Walzwerke, Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1928. évf. 2. sz.

**Cotel E.**, Les principes du laminage moderne, L'usine, Paris, 1921. évf. 51. sz.

— Principles of modern rolling practice, The iron age, New-York, 1921. évf. II. köt. 7. sz.

— Über die Begleiterscheinungen des Walzvorganges, Montan. Rundschau Wien-Berlin, 1924. évf. 22. sz.

— Über die Grundsätze der modernen Walztechnik, Montan. Rundschau, Wien-Berlin, 1920. évf. 20. sz.

— Über die Streckung beim Walzen, St. u. E. 1908. évf. 5. sz.

— Zur Frage der Walzarbeit, St. u. E. 1918. évf. 16. sz.

**Cramer H.**, Kalibrierung der Vorwalztrios, St. u. E. 1927. évf. 18. sz.

— Walzenschärfen, St. u. E. 1927. évf. 14. sz.

— Zur Berechnung der Schienenkalibrierung, St. u. E. 1925. évf. 21. sz.

**Döderlein M.**, Herstellung nahtloser Rohre, St. u. E. 1925. évf. 39. sz.

**Fey H.**, Die Entwicklung der Walzwerke für breite Streifen, St. u. E. 1928. évf. 20. sz.

— Neue Walzwerksanlagen, St. u. E. 1928. évf. 24. sz.

**Fink K.**, Theorie der Walzarbeit, Zeitschr. f. d. Berg-Hütten- u. Salinenwesen, Berlin 1874. évi kötétében.

**Hahn H.**, Neues Universal-Walzwerk von Trägern, Rillenschienen usw. St. u. E. 1928. évf. 34. sz.

**Hencky H.**, Über einige Fälle des Gleichgewichts in plastischen Körpern, Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech. 1923. évf. 241. o.

**Herrmann M.**, Walzarbeit u. Walzdruck, St. u. E. 1911. évf. 1706.

**Hollenberg**, Bemerkungen zu den Vorgängen beim Walzen, St. u. E. 1883. évf. I. köt. 2. sz.

**Holzweiler.**, Das Kalibrieren der Profilwalzen für Träger, St. u. E. 1905. évf. 450. old.



- Kármán-Nádai**, Beitrag zur Theorie des Walzvorgangs, St. u. E. 1925. évf. 27. sz.
- Kocks F.**, Das Schrägwalzen, St. u. E. 1927. évf. 11. sz.
- Körber F. és Siebel E.**, Über die Beanspruchungsverhältnisse beim Schmieden und Walzen, Mitteil. a. d. K. W. Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, 1928. évf. X. köt.
- Krämer W.**, Das Brechen der Blechwarmwalzen, St. u. E. 1927. évf. 34. sz.
- Láng K.**, Arbeitsbedarf beim Walzen, St. u. E. 1915. évf. 10. o.
- Ludwig P.**, Vergleichende Zug-, Druck- und Walzenversuche, St. u. E. 1925. évf. 11. sz.
- Metz N.**, Experimentelle Untersuchungen des Materialflusses beim Walzen von Trägern, St. u. E. 1926. évf. 1577—82. o.
- Experimentelle Untersuchungen über den Walzvorgang, St. u. E. 1926. évf. 476—478. old.
- Recherches experimentales sur le laminage du fer, Revue de métallurgie, Paris, 1925. évf. 1. és 2. sz.
- Meyer H. és Nehl F.**, Die grundlegenden Vorgänge der bildsamen Verformung St. u. E. 1925. évf. 48. sz.
- Moritz W.**, Kraftverbrauch beim Schrägwalzen, St. u. E. 1928, évf. 34. sz.
- Noleppa H.**, Verminderung der Erzeugungskosten im Kaltwalzwerksbetrieb, St. u. E. 1927. évf. 32. sz.
- Pomp A.**, Aus Theorie u. Praxis der Stahldraht-Herstellung, St. u. E. 1925. évf. 21. sz.
- Ritz- und Brinellhärte stark kaltgewalzter Metalle, St. u. E. 1925. évf. 37. sz.
- Über den Kraftbedarf beim Rohrziehen, St. u. E. 1927. évf. 11. szám.
- Prandtl L.**, Anwendungsbeispiele zu einem Henky'schen Satz über das plastische Gleichgewicht, Zeitschr. f. ang. Math. u. Mech. 1923. évf. 401. old.
- Preussler H.**, Zur Frage der bildsamen Formänderung, St. u. E. 1925. 34. sz.
- Puppe J.**, Über das Voreilen beim Walzen, St. u. E. 1909. évf. 5. szám.
- Röber E.**, Die Herstellung von Stahlrohren, St. u. E. 1928. évf. 33. szám.
- Rummel K.**, Vergleichende Zeitstudien an Walzwerken, St. u. E. 1926. évf. 47. sz.

- Schmitz K.**, Blockstrassen und Blockstrassenbetrieb, St. u. E. 1925. évf. 47. sz.
- Vergleichende Untersuchungen auf Kraftbedarf und Leistung an Blockstrassen, St. u. E. 1926. évf. 23. sz.
- Sedlacek H.**, Vorschläge zur Vermeidung des Rauhens der Walzen, St. u. E. 1927. évf. 26. sz.
- Siebel E.**, Kräfte- und Materialfuss bei der bildsamen Formänderung, St. u. E. 1925. évf. 37. sz.
- Tafel W.**, Neue Methoden zur Berechnung von Kalibrierungen, St. u. E. 1909. évf. 18. sz.
- és **Sedlacek H.**, Das Breiten beim Walzen, St. u. E. 1925. évf. 190. old.
- Torkar F.**, Über Kalibrierung von Trägern, Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 1928. évf. 3. sz.
- Walzwerksausschuss** d. Ver. d. Eisenhüttenl. füzetel.
- Weissenberg B.**, Walzenbetrieb und Kalibrierung in grafischer Darstellung, St. u. E. 1911. évf. 1653. old.
- Winterhoff F.**, Bau und Betrieb von Bandeisenstrassen, St. u. E. 1928. évf. 27. sz.

### III. Önéllő művek.

- Brovot A.**, Das Kalibrieren der Walzen, Verlag A. Felix, Leipzig, 1902.
- Daelen R.**, Die Kalibrierung der Eisenwalzen.  
— Die Konstruktion der Walzenkaliber, Berlin 1870.
- Dehez I.**, Walzenkalibrierungen, Verl. Stahleisen, Düsseldorf, 1919.
- Geuze L.**, Laminage du fer et de l'acier Ch. Béranger, Paris 1900.
- Holverscheid A.**, Die Walzwerke, Einrichtung und Betrieb. Sammlung Göschen, Berlin 1912.
- Kirchberg E.**, Grundzüge der Walzenkalibrierung, W. Ruhfus, Dortmund, 1905.
- Maringer P.**, Les théories du laminage a chaud, Liège, 1919.
- Puppe J.**, Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken, Düsseldorf 1909.
- Rejtő Sándor**, Mechanikai technológia II. kötet, Budapest, 1918.
- Tafel W.**, Walzen und Walzenkalibrieren, II. kiad. W. Ruhfus, Dortmund 1923.



## NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ.

### A

abroncsvas 97  
acél 6  
acélhengerek 14, 15  
alsó nyomás 25, 26  
anyagfelesleg (üregben) 61, 62, 64  
    " hiány " 61, 62, 64  
    " feszültség 10, 42  
    " kitérítő hatás 41, 38, 68  
    " ritkulás 4  
    " tömörülés 4, 42  
    " vándorlás 73  
áteresztések száma tartóknál 104  
    " " sarokvasaknál 111—112  
átmérőcsökkenés 62  
    " különbség hatása 26, 66

### B

bányamérnöki és erdőmérnöki főiskola  
    32, 38  
Bány. és koh. lapok 5, 33, 34, 45, 50, 116  
behúzás feltétele 64, 65  
Bencenleitner 31, 34, 46  
Blass 50  
blokkhengerek 20, 25  
bordák 19, 21, 22, 23  
bordaméreték 23

### C

cementit 5

### Cs

csucsives üregek 85—86  
csuszási ékek 50—54  
    " síkok 35—39  
    " vonalak 35—39

### D

Dehez 73, 113  
duzzadás 43

### E

egyenlőtlen nyomáelosztás 41—43  
elcsavarodás 69  
ellenlábak 99, 105  
elmozdulási ábrák 30, 33, 34  
előnyújtó üregek 82—88  
előrecsuszás (előresietés) 50—59  
    " értékei 56, 57  
Esch 47

### F

fajlagos hengerlési munka 118—121  
félkemény henger 15  
felső nyomás 25, 26  
fényező henger 55—58, 97  
feszültség (anyag-) 9, 42  
Fink 3, 4  
Finkey 33  
fogás 38  
fogáseloszlás 41  
fogási terv 61, 76  
folytvas 6  
fordítás 66, 67  
Fry-féle maratás 29, 36, 37, 38  
futósín-üregezés 106

### G

gerendahenger 22  
gerendaüregezés 100—105  
Geuze 2, 10, 45, 48, 65  
gömbölyűvas üregzése 88—96  
grafikus üregezés 103—105, 113

### H

harapóművelet 2  
Hencky 29, 35, 36  
henger 13  
hengeranyag 14  
hengerelhetőség 5, 11  
hengerelt anyagok minősége 7

hengerelt anyagok táblázata 7  
 " " fajai 126—130  
 hengeresztérge-műhely 16, 19  
 hengerjárat 19  
 hengerköz 24  
 hengerlés anyaga 5  
 " célja 1  
 " erőfogyasztása 9, 116—125  
 " fogalma 1—4  
 " hőfoka 9, 10, 119—125  
 hengerlési művelet 1—4, 29—34  
 " munka 116—125  
 " nyomás 29—39  
 " próba 81  
 " vonal 25  
 hengerméretek 17, 18  
 hengermű anyagellátása 132—133  
 hengerpark 17  
 hengerrajz 19—28  
 hengertörzskönyv 16  
 Hirst 65  
 Herrmann 116  
 Hollenberg 29, 30, 31, 45  
 Holzweiler 104  
 húzás 4, 42  
 Hübers 117  
 Hütte (Eisenhütte) 6, 17, 60, 132  
 I, J  
 idomvasüregek 98—115  
 igénybevételi sebesség 6  
 Jónasch 45, 46  
 K  
 kaliber 11  
 kavartvas hengerlése 86  
 képlékeny alakítás 5  
 kéregöntésű henger 15  
 készelőtti üreg 61  
 Kirchberg 76, 102, 103, 104, 117  
 kísérő elemek hatása 6—8  
 kísérő jelenségek 40—59  
 Korompa 9, 18  
 Körber 29, 35, 36  
 kovácsolás művelete 2, 34  
 kovácsolhatóság 5  
 L  
 Láng 116  
 laposvas-üregezés 96—98  
 lépcsős henger 97

M  
 Maringer 1  
 Mars 5  
 matrichenger 4  
 meghosszabbodás 40—43, 71  
 melegprofil (-szelvény) 61  
 Mercader 87—88, 115  
 Metz 47—50, 101  
 mikroszövet 4  
 munkafogyasztási diagramm 120, 122, 123

N  
 négyzet-ovál rendszere 86—88  
 négyzetvas-üregek 88—93  
 Nehl 38—39  
 Nöll 73  
 nyitás (üreg-nyitás) 24, 66  
 nyomáelosztás 41, 67—69  
 nyomás függőleges terjedése 34, 35  
 nyomás nélküli nyújtás 42, 43  
 nyúlványok üregezése 78—80

O, Ö  
 Oberhoffer 5  
 oldalnyomás 23, 55, 57  
 Osann 15  
 ovál-négyzet rendszere 86—88  
 oválüreg 86—88, 91—92  
 öntöttvas-hengerek 14, 15  
 őrlőművelet 3  
 ötvözetdusulások 101

P  
 parabola (üregezési) 77, 96, 105, 108  
 partiális nyomás 41  
 patkósarokvas üregezése 113  
 patrichenger 4  
 perlit 5  
 Phönix-sin 12  
 Prandtl 29, 35, 36  
 profil 11  
 profilvázlat 62  
 Puppe 53—55, 58, 117

R  
 rauta (rhombus)-üreg 86, 90  
 Regéczy-Nagy 113  
 Rejtő 2, 118  
 repedések 42  
 reve nyomai 67  
 revehullás 37  
 Riedel 10, 117  
 rugalmas alakváltozás 29, 44



## S

sablonrajz 25  
sajtolás 4  
sarokvasüregezés 109—113  
Schöpf 118  
Schwarz M. von 5  
Sedlaczek 47  
segédhenger 12  
Siebel 29, 35, 36  
sinüreg 106—109  
sinüreg parabolája 109  
sodor 64, 106

## Sz

szabadkézi hengerlés 88, 89  
szalagvas 97  
szelvény felosztása 69, 71, 73  
szekrényüreg 83—84  
szerkezeti vas 105  
szerkesztési vonal 25  
szélesedés 40—50, 66  
" grafikonja 46, 47  
" képletei 45, 47  
" kísérletei 49—50  
szilárdsági grafikon 8  
szilárdság izzó állapotban 10  
szilárd oldat 5  
szomszédrészek egymáshatása 37,  
41—43, 45  
szögletvas üregezése 109—113  
szűrőszám sarokvasaknál 111—112  
" tartóknál 104

## T

Tafel 3, 31, 45—47, 71, 98, 124  
torlás 97, 107

torlódás 43  
töltés (üreg-) 61, 62, 64, 68  
tömöttség (anyag-) 42

## U, Ü

U-vas üregek 105, 106  
üreg 11  
üregek erőfogyasztása 64, 116—125  
üregek súlypontvonala 27  
üregezés 60—115  
üreg kettéosztása 81  
" letompítása 64  
" magassága 64  
" nyitása 24  
" sablonja 67  
" szélesedése 24  
üregterv 25, 60—74  
" vázlat 62  
üzemi alapelvek 131—134  
" feljegyzések 134

## V

vályussin 12  
vastagsági fokozat 96  
vastagságnövekedés 76  
vezetékbeli való hengerlés 88—89  
visszacsapás 27  
vöröstörés 6

## W

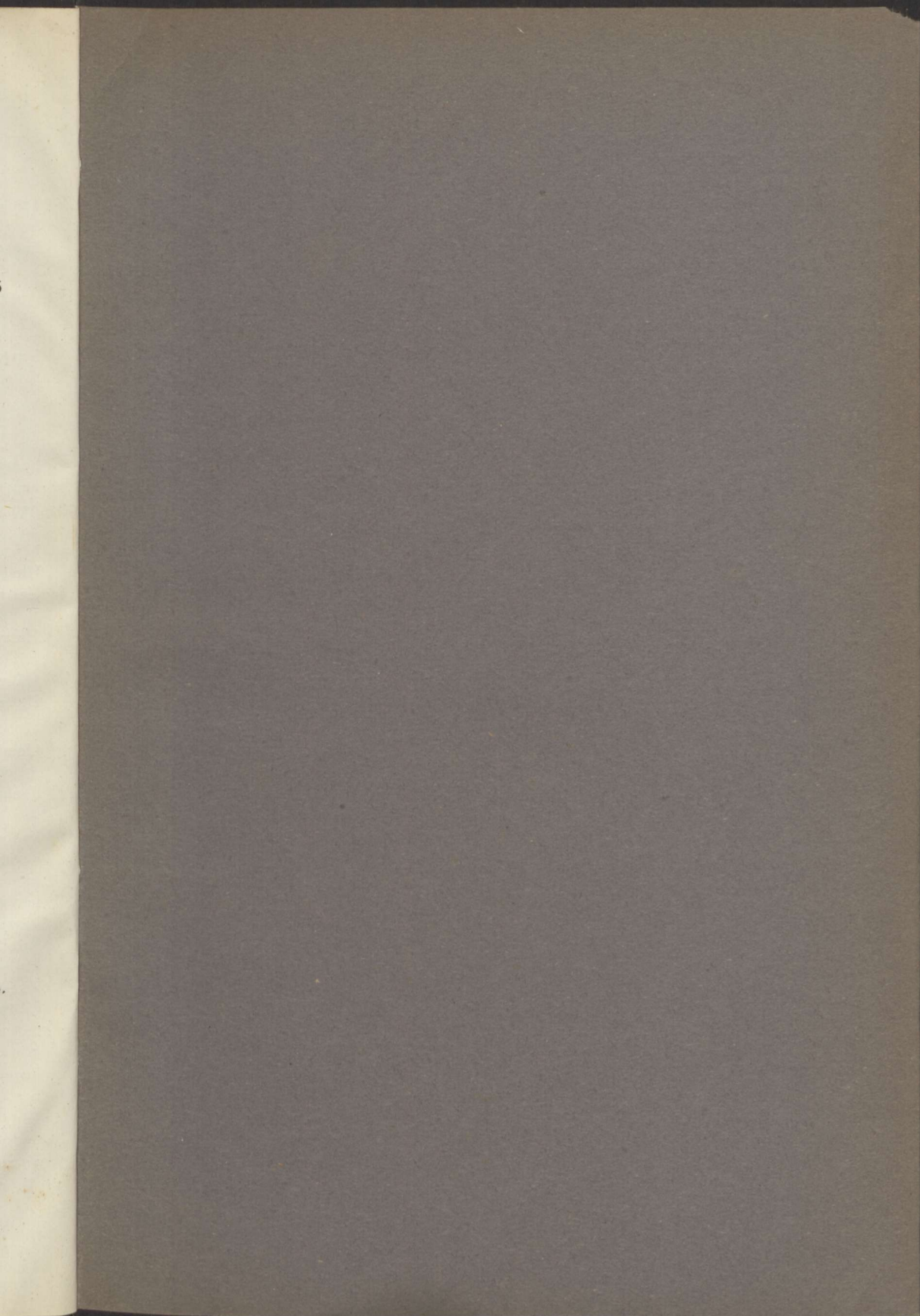
Walzwerksausschuss 52, 53, 117  
Weissenberg 104  
Werkstoffhandbuch 6

## Z

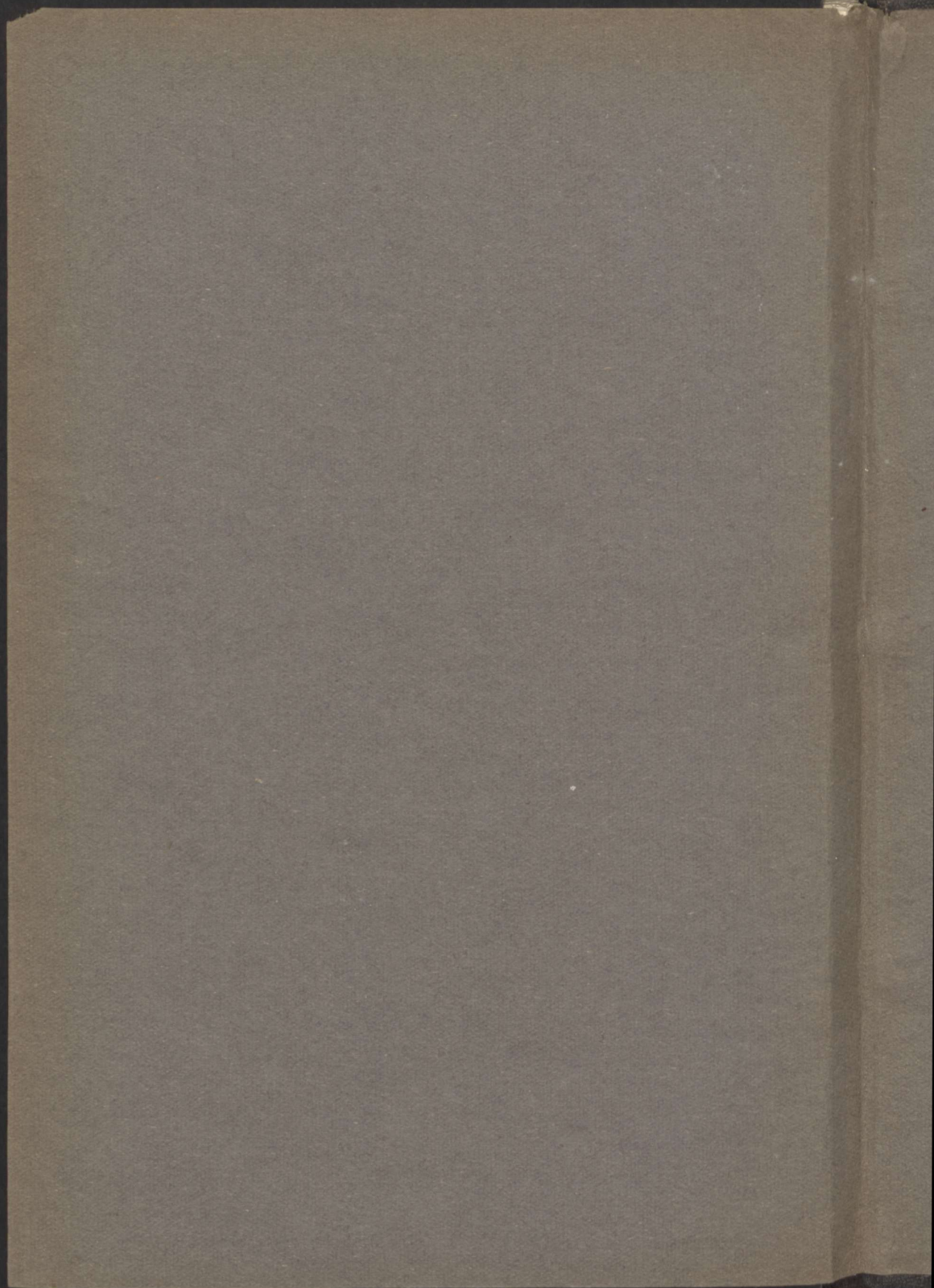
zárt üreg 25

## Sajtóhibák.

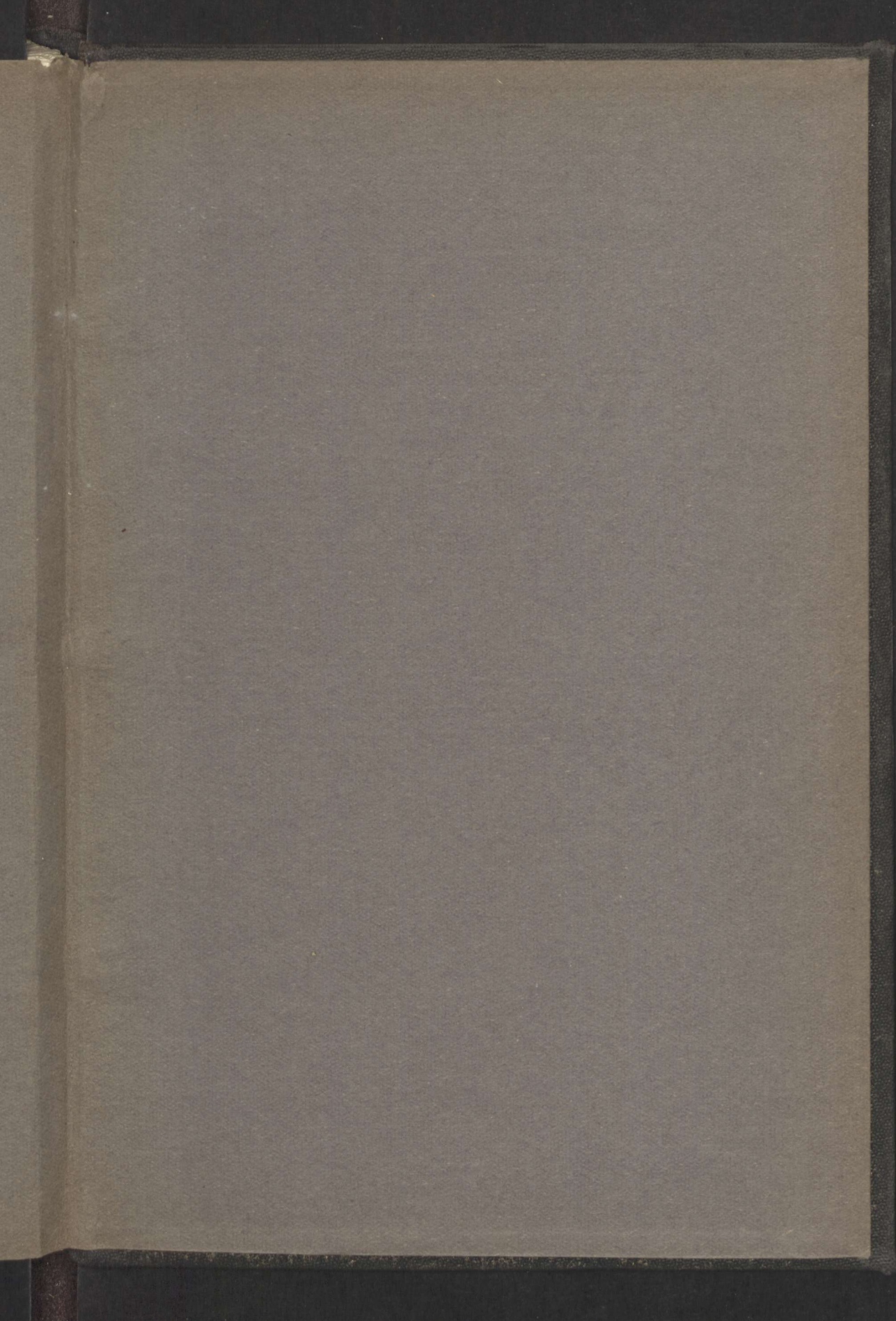
A 2. oldalon felülről 21. sorban *technológia* helyett *technológia* olvasandó.  
Az 5. " " 16. " *legnagobb* " *legnagyobb* "  
A 6. " alulról 4. " *kisérőelem* " *kisérőelem* "  
A 26. " " 2. " *csapódó* " *csapódó* "  
A 33. " " 6. " *ábrák* " *ábrán* "  
A 37. " négyszer előforduló *csúszási* " *csúszási* "  
A 63. " alulról 7. sorban *hengerrészek* " *hengerészek* "  
A 66. " felülről 4. " *nagobb* " *nagyobb* "  
A 96. " " 3. " *gombölyű* " *gömbölyű* "













Budapest Szél

Cotel Ernő: A hengerdés alapelvei