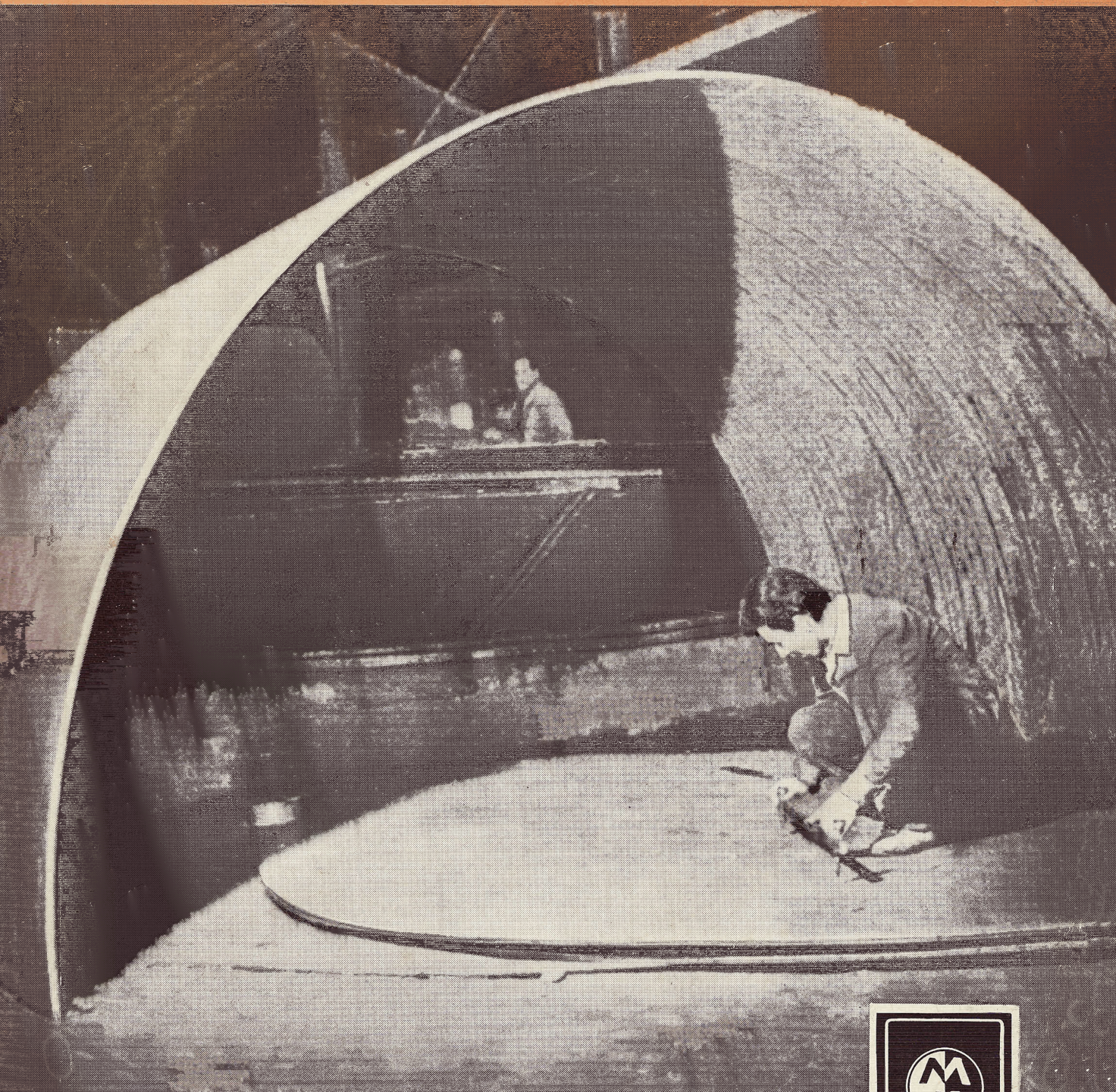


IPARI SZAKKÖNYVTÁR



Laskowski — John

LEMEZSZABÁS

LASKOWSKI--JOHN

LEMEZSZABÁS

IPARI SZAKKÖNYVTÁR

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

HONT LÁSZLÓ

IZSÁK SÁNDOR

MOLNÁR JÁNOS

SZENTKÚTI KÁROLY



MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1973

LASKOWSKI—JOHN

LEMEZSZABÁS

KAZÁN-, TARTÁLY- ÉS VEGYIKÉSZÜLÉKGYÁRTÓK, BÁDOGOSOK,
RÉZMŰVESEK ÉS ROKONSZAKMÁJÚ SZAKMUNKÁSOK,
ELŐRAJZOLÓK RÉSZÉRE

Ötödik kiadás

FÜGGELÉKKEL

a politechnikai oktatás számára

Fordította, átdolgozta és bővítette:
ORDÓDY JÁNOS



MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1973

A mű eredeti címe:
PRAKTISCHE BLECHABWICKLUNGEN
Ein Fachbuch für Kessel-, Behälter- und Apparatebauer, Blechschlosser
und Kupferschmiede, Anreisser und verwandte Berufe. Von Max Laskowski
und Georg John. Fachbuchverlag, Leipzig.

Szakszempontból ellenőrizte:

Gyulai Zoltán

Gyakorlati kiegészítési javaslatokat tett:

Soós József

Az ábrákat rajzolta:

Kiss Gyuláné

Ez a könyv több száz gyakorlati példa részletes kidolgozásával rávezeti a magát továbbképezni kívánó szakmunkást arra, hogy hogyan lehet lemezalkatrészek szabását megszerkeszteni az adott műhelyrajzokból. A mértani alapfogalmak és szerkesztések egyszerű átismétlése után fokról fokra, szinte észrevétlenül vezet be nemcsak a kiteríthető (henger-, kúp- stb.), hanem a kiteríthetetlen (gömb-, csavar-) felületek szabásszerkesztési fogásaiba. A cím alatt jelzett szakmák dolgozói kívül a szakrajz és az ábrázoló mértan tanulói és oktatói is jó hasznát veszik ennek a könyvnek mint gyakorlati példatárnak. Megértése semmi különös előképzettséget sem igényel.

ETO: 515.004; 621.751; 621.772.002; 672.4.002; 673.1.002

© Hungarian translation. Műszaki Könyvkiadó, 1973

Felelős kiadó: Solt Sándor igazgató

Felelős szerkesztő: Makk Attila okl. gépészmérnök

TARTALOMJEGYZÉK

A német kiadás előszavából	7
A magyar kiadás	8
BEVEZETÉS	
AZ ELŐRAJZOLÁS	11
ELSŐ FEJEZET	
ALAPFOGALMAK, ALAPSZERKESZTÉSEK	13
Elmélet és gyakorlat	13
Mértani jelek	13
Idomelemző jelek	13
Ábrázolási jelek	14
A szimmetria fogalomköre	14
Merőlegesek szerkesztése	15
Derékszög rajzolása derékszögvonallal és derékszögű háromszögvonallal	16
Párhuzamosok szerkesztése	17
Szakaszok osztása	18
Szögszerkesztés, szögosztás	18
Derékszög ellenőrzése Pythagoras-tétellel	20
Szabályos sokszögek szerkesztése	20
Körosztás a sokszögtáblával	21
1. táblázat. Az egység sugarú körbe írt szabályos n -szög oldalhossza	21
Középpontkeresés	21
Félakkora és kétakkora területű kör	21
A legfontosabb görbék	22
a) Ellipszis	22
b) Tojásvonal	22
c) Kosárgörbe	23
d) Parabola	23
e) Hiperbola	24
(Gépies szerkesztés)	24
(A vonalak térbeli magyarázata)	25
(A szabás fogalma)	25
(Elfordítás)	26
f) A hiperbola másik ága	26
g) Az ellipszis meg a parabola mint kúpszelet	26
h) A közösleges parabolakeresztés térbeli magyarázata	27
A kör kerülete	27
Az ellipszis kerülete	28
2. táblázat. Ellipsziskerület-számító tényező	28
A kör és az ellipszis területe	29
Derékszögű lemeztábla pontos előrajzolása	29
A mérőkerék	30
A rajzlemez	30
MÁSODIK FEJEZET	
HENGERES ÉS PRIZMATIKUS TESTEK	
(néhány kazányártási példával)	31
Lemezhenger kerületének kiszámítása. A semleges szál	31
Több-öves lemezhengerek szabása	31
Példák a kazán- és tartánygyártásból	32

1. pl. Egy meghibásodott lánccsövet újjal kell kicserélni	32
2. pl. Egy hosszúkás tartány	32
3. pl. Gömbölyített sarkú négyszögletes tartány	32
4. pl. Hengeres tartány	33
5. pl. Mekkora lyukat kell készíteni a nyakperem elkészítése előtt	33
L-karikák hajlítása	34
Lemezalkatrészek összekötése	35
Hasáb (pl. egy doboz) szabása	35
Ferdén csonkított négylapú hasáb	36
Ötlapú ferde hasáb	37
(Gördülési segédvonalak)	37
Ferde véglapú hasáb	38
(Nézetváltás)	38
Ferde véglapú henger (szalámiszelet)	39
(Egy takarékos szabály: \emptyset)	39
(Egy gyakorlati fogás: <i>meszes víz</i>)	40
Két különböző irányban dőlő véglappal elvágott egyenes körhenger	40
Az egyenes körhenger ferde véglapja	40
Ferde választófal egy lemezcsőben (pl. ütközőlemez) ..	41
(Nézetváltás)	42
(Befordítás)	42
Hasáb alakú csonk hengeres csövön	42
(Áthátás)	43
(Számolás)	44
(Kiegészítés)	44
Könyökídom	44
Két gömbölyített sarok éle	45
(A gömbölyítés)	45
(Az érintési vonal ábrázolása)	45
Kettős könyökídom	46
Nadrágcső	46
Gerezdes ívdarab	47
(Megj.: <i>körharántszelvény</i>)	47
Egyenlőszárú T-idom	47
(Fontos megfigyelés: <i>Egybevágó hullámvonalak</i>)	47
Szűkebb szárú T-idom	49
(Gépies „alkalmazás”)	49
(A hiba elemzése)	49
(A helyes áthatásszerkesztés)	51
A síkbeli és a térbeli görbe fogalma	52
Karimás csonk (gőzdóm)	52
Féloldalas csőcsonk	53
Érintő csonk	54
Ferde csőelágazás	54
Ferde csonk	55
Féloldalas ferde csonk	55
Segédgömbös áthatásszerkesztés	57
Ferde érintő csonk	58
Átmenetes vápájú egyenlő szárú T-idom	59
Átmeneti darabbal megtámasztott ferde elágazó csonk ..	60
Csőcsős fazék	61
Hasábot lezáró ferde körhenger	62
Csatornakönyök	63
Garatos sisak	64

Versenypálya-szelvényű csomk	65	Kúpos csőrű hengeres edény	112
Ellipszisszelvényű csomk	65	Kúpos edény hengeres csomkja	113
Ellipszisszelvényű T-idom	66	Csöcsös kúpos edény	114
Félfordított szárú ellipszisszelvényű T-idom	67	a) A segédsíkok a hengeralkotókkal párhuzamosak és az elülnézet síkjára merőlegesek	114
Forgási hengerével egyszélességű ellipszisszelvényű csomk	68	b) A segédsíkok a kúp tengelyére merőlegesek	115
Belső keresztcső	69	c) A segédsíkok a kúp csúcsára illeszkednek és a henger alkotóival párhuzamosak	115
Egy négy keresztcsöves kazán lángtér-köpenyének szabása	70	Kúpos csőrű edény	116
Egy egylángcsövű hajókazán füstszekrényé	70	Tölcséres ferde csomk	117
Példa egy lokomotívkazán tűzszekrény körüli külső és belső köpenyének kiterítésére	71	Kúposan szűkülő könyök	119
Egy hajókazán füstszekrényé	71	Szűkített kettős könyök	120
Ferde helyzetű kitérő tengelyű hengerek áthatása	72	(Miért van a szabás áthúzza? — tanulságos hiba)	120
(Kitérő egyenesek távolsága)	72	Kúpos gerezdes ívdarab	120
Különböző síkú két könyök egy csövön	75	Kúpos nadrágcső	122
(Nézetváltás)	76	Hármas szűkítő elágazás	122
(Befordítás)	76	Ferde-körkúpos nadrágcső	123
		Szűkülő csomk	125
		Elrajzolt szűkülő csomk	126
		Átmeneti felület körszelvény és szögletes szelvény között ferde körkúppal	128
		Átmeneti felület körszelvény és szögletes szelvény között, ferde körhengerekkel	130
		Átmeneti felület gömbölyített élű téglalapszelvény és körszelvény között	132
		Átmeneti felület versenypálya alakú szelvény és körszelvény között	134
		Körszelvényű csomk egy hengeres test négyszögletes kivágásán	134
		Hengeres test, versenypálya vetületű kivágásához csatlakozó körszelvényű csomk	136
		Papucs alakú csomk	136
		Szögletes szárú, kör derekú nadrágcső	138
		Szögletes derekú, kerek szárú nadrágcső	138
HÁRMADIK FEJEZET		NEGYEDIK FEJEZET	
KÚPOS ÉS MÁS SZÜKÜLŐ-TÁGULÓ IDOMOK	77	KITERÍTHETETLEN FELÜLETEK	140
Csonka gúla	77	(Papírpróba)	140
(Elfordítás)	77	(Az alakítás módja...)	140
(Változatok)	77	Félgömb	140
Csonka tetőidom	78	Ferdén levágott félgömb	141
Ferde síkkal metszett gúla	79	Gömbszabás csupa egybevágó lapból	142
Ferde gúla	80	Csúcsgömbölyítő gömbháromszög	143
Ferde csonka gúla	80	Negyedgyűrű-ív negyede	144
(A váltakozó csúcsú háromszögmérés)	81	90°-os ívcső	145
Egy tölcser szabása	82	Gömbbe átmenő kúpos köpeny	145
(Meglepetés. Hol a hiba?)	82	Parabolaív-tengelyszelvényű forgási felület	146
(A rajz határozatlan)	84	Gömbhöz csatlakozó hasáb	146
Prizmatoid	84	Gömbhöz csatlakozó henger	147
(Nyeregfelület)	84	Gömbhöz csatlakozó kúp	147
Lemezfordél	86	Íves csődarab hengeres csomkja	149
(Lejtővonal—szintvonal)	86	Íves csomkú cső	149
Négyoldalú kagyló	87	Íves nadrágcső	150
Négyoldalú kupola	87	Domborúfenékhez csatlakozó csomk	151
Görbe fenékű teknő	88	A csavarfelületek alapfogalmai	152
Átmenet körszelvényből négyszög-szelvénybe közös tengelyű henger és gúla segítségével	89	Lapos csavarfelület	152
Átmenet körszelvény és négyszög-szelvény között, metsződő tengelyű henger- és gúlafelületekkel	90	(A csavarodás iránya)	153
Metsződő tengelyű henger- és gúlafelületek általánosabb esete	90	A kiteríthető csavarfelület	155
A lapszög meghatározása (pl. egy gúla két lapjához illő L-acél számára)	91	(A csavarvonal görbületi sugara)	156
Csonka kúp szabása	93	(Mi különbség a lapos és a kiteríthető csavarfelület között?)	157
Ferde alapú egyenes körkúp	94	(A laposcsavar-szalag szabásából az adott belső hengerre készíthető legnagyobb emelkedésű kiteríthető csavarfelület)	157
Ferdén csomkított egyenes körkúp	95	(Adott kiteríthető csavarfelület szabása)	158
Egy alkotóra merőleges síkú kúpszelet	95	(A kiteríthető csavarfelület homlokszelvényének szabása)	158
(A kúpszeg)	95	(A teljes kiteríthető csavarfelület)	158
Lelapolt kúp megközelítő szabása	96	Laposcsavar fenékű lefolyócsatorna	158
Lelapolt kúp pontos szabása	97	Kúpra tett laposcsavar-szalag	159
Majdnem hengeres övdarab szabása	98	Az éles csavarfelület	160
Körív pontjainak szerkesztése	99	(... egy fajtája a kiteríthető csavarfelület)	160
Ferdén elvágott, enyhén kúpos idom szabása	100	Általános éles csavarfelület helyettesítése kiteríthetővel	161
Egy különös ferde csonka kúp	101	(Adott két hullámvonalra illeszkedő kiteríthető csavarfelület képhatáralkotója)	161
Csonka kúp szabása közös végpontú alkotóméréssel és váltakozó csúcsú háromszögméréssel	101	Zárószo	163
Egy mérlegtányér szabása	102	Függelék	164
(A kiteríthető felület alkotói)	102		
A váltakozó csúcsú háromszögmérés gyakorlása ferde körkúpon	103		
Átmenet nem párhuzamos síkú körök között	103		
(Csúcskeresés)	103		
Átmenet merőleges síkú körök között	105		
(Alkotószekeresztés)	105		
Elliptikus kúp	107		
(... egy vezérkörét...)	107		
Átmeneti felület körszelvény és kosárgörbeszelvény között	108		
(Az általános kosárgörbe)	108		
Kád	109		
Segédgömbös áthatásszerkesztés	110		
Hengeres test kúpos csomkja	111		

A NÉMET KIADÁS ELŐSZAVÁBÓL

E könyv kiadására az a tapasztalat készítetett, hogy a lemezidomok szabását sokszor rajzolják fel pontatlanul, sőt egész hibásan, és a „kész” darab utólagos toldása-foldása számos esetben okoz többletköltséget. A tapasztalt szakember tudja, hogy lemezszerkezeteket is csak teljes hozzáértéssel, szigorú gondossággal és csak tudományosan megalapozott munkamódszerekkel lehet úgy gyártani, hogy az anyag, idő és energia leggazdaságosabb felhasználásában, az önköltség csökkentésében és a minőség javításában megfeleljenek népgazdasági terveink fokozott követelményeinek. Ezért a szerzők sok példát gyűjtöttek össze a kazángyártásból, bádogosmunkákból és csővezetékgyártásból. Bemutatják a gyakorlatban előforduló hengeres és kúpos idomok kiterítését, sőt egyéb forgási és csavarfelületek szabását is. Az ismertetett szabástervezések általában kielégítik a gyakorlat szükségleteit; ha kivételesen mégis előfordulna olyan idom, amelyre közvetlenül alkalmazható példa ezek között nincsen, a sok szerkesztés elvégzése képessé tesz arra, hogy az ilyen kivételes idom szabástervezését magunk okoskodjunk ki. Nagyon gyakori, hogy bonyolult alakzatokban egyszerű alapidomok kombinációját fedezhetjük fel. Könyvünk bőségesen dolgoz fel ilyen eseteket.

Az egész könyvet a szerzőknek az a törekvése jellemzi, hogy a szerényebb műszaki előképzettségű gyakorlati üzemi dolgozóknak is módot nyújtson magasabb szakmai képesítés megszerzésére. Az összeválogatott példák bevezetéseként tehát megtárgyalják azokat az általános műszaki és mértani alapfogalmakat is, amelyeket azután a szerkesztések magyarázatához használnak. Arra is vigyáztak, hogy fejtegetéseik könnyen érthetők legyenek. A mennyiségtan és a műszaki rajz terén általában csak elemi fokú ismereteket és ügyességet feltételeztek. Az előadottakat sokatmondó rajzokkal teszik szemléletessé. Mivel a rajzok elég nagyok és pontosak, a szerkesztések közvetlen ellenőrzésére is alkalmasak. (A szerkesztést természetesen nem a könyvbe rajzolva hanem az ábrára tett pauszpapíron követjük. A f o r d.)

Ezt a könyvet — mely a szerzők sok-sok évi gyakorlati tapasztalatait tartalmazza — elsősorban kézikönyvnek szántuk, kazán-, tartány- és csővezetékgyárak, valamint a bádogosipar szakmunkásainak, szerelőinek, előrajzolóinak, művezetőinek és szerkesztőinek kezébe. De szolgálnia kell egyúttal a szakmai utánképzést is az iparostanuló- és szakiskolákban, tanfolyamokon és a magántanulásban is.

Lipce, 1955 nyarán.

A szerzők és a német kiadó

ELŐSZÓ AZ ÖTÖDIK MAGYAR KIADÁSHOZ

A geometriával kezdődött a tudományos gondolkodás jó kétezer évvel ezelőtt, s annak eredményei, tételei azóta sem változtak.

A fejlődés itt inkább a módszerekben jelentkezik. Ma már a mértani felületek áthatásait és szabásait számítógéppel határozzák meg. Nálunk dr. Szilágyi Miklós, a Budapesti Műszaki Egyetem adjunktusa, a kúpok és hengerek merőleges és ferde áthatásaira ki is dolgozott számítópogramokat. Sajnos, a változó lemezvastagságú készülékeknek és csöveknek nem a számításba veendő középátmérőit, hanem vagy a külső, vagy a belső átmérőit lehetnek csak szabványosak; ezért a gyakorlat változatos igényeinek megfelelő táblázatok igen terjedelmesek lesznek, kiadni egyelőre nem érdemes őket.

Emellett a táblázatból való méretfelrakás, ha így is kézi rajzeszközökkel szerkesztjük a szabást, nem jelent lényeges időmegtakarítást. Más a helyzet, ahol a rajzolás, sőt a kiszabást is számítógéppelvezérlésű szerszámgépek végzik. Ezekre azonban csak nagysorozatok gyártásakor érdemes berendezkedni.

Fejlődött a géprajzi ábrázolásnak jelölési része is, a nemzetközi (KGST) egységesítések révén. Szerencsénkre a lemezszabás jelölései nem változtak annyira, hogy Kiss Gyuláné kitűnő rajzait meg kellene változtatni miattuk. Az éles hajlítás három ponttal megszaggatott vonala (82. ábra, stb.) m á r nem szabványos ugyan, de magyarázattal a szabvány szerint is alkalmazható.

A rajzolás egyik fő nehézségének, az érintkezés jelöletlenségének kiküszöbölésére szolgáló eredeti újításunk, a keresztvonalkás szaggatott vonal, (106. ábra, stb.) pedig m é g nem szabványos. De az oktatásban bevált.

Az, hogy időközben a rajz magyar terminológiája is fejlődött, pl. a bevonalmazott terület neve v o n a l k á z á s helyett v o n a l z á t lett, éppen a mi szövegünk érthetőségét egyáltalán nem befolyásolja.

Érdeklődőbb részük számára megjegyezzük még, hogy a pontokkal és érintőkkel adott görbék köríves megközelítésére, azaz rádiuszos kótázására egy szabatos módszert dolgoztunk ki, kb. a 4. kiadás idején. Levezetése a Szabványügyi Közlemények 18. évfolyamában (1966) az M52...M56 oldalakon jelent meg, s a könyvtárakban megtalálható.

Ordódy János

A MAGYAR KIADÁS

az eredeténél is bővebb. A legfontosabb többlete az a sok kis szabadkézi vázlat, amelyek az olvasót a szabásszerkesztés legnagyobb veszedelmétől, a *gépies vonalhúzótagástól* óvják meg azáltal, hogy eleinte megkönnyítik, később szokássá gyökereztetik a *térbeli viszonyok* világos elképzelését.

A műszaki rajz pusztá elolvasása is egészen különös fajta szellemi munka, amelynek lényege könnyen elsikkad, ha avatatlanok fognak hozzá. Van ugyanis bőven olyan „olvasnivaló” is a rajzon, amit rajzi szakképzettség nélkül is elég jól meg lehet érteni. Ilyenek a különféle feliratok, szabványos jelek és főként a méretszámok. A rajz igazi mondanivalója azonban — amit más módon ki sem lehet fejezni — a *tárgy alakjának teljes meghatározása*. Ezt megérteni csak a rajzolás alapfogalmaival, a különféle technológiák (meleg, hideg, forgácsoló, sajtoló, kivágó stb. megmunkálás) által előállítható *mértani idomokkal*, és főként meg kell szerezni egy nem velünk született, de mindenkiben ki-fejleszthető képességet: a *térszemléletet* vagy más néven *idomérzékelést*.

Ábrázolási ismeretek és idomérzékelő képesség nélkül a műszaki rajz távlattalan, lapos, síkszerű képeit egyáltalán nem nézné az ember testeknek, térbeli idomoknak. A műszaki rajz ugyanis — a méretek tökéletes megadása kedvéért — kénytelen teljesen feláldozni a *szemléletességet*. A pusztá rajzolásához is szükség van tehát *távlatos* vázlatokra, amelyek nem a *mérőeszközökkel*, hanem a *szemünkkel* szerzhető tapasztalatoknak felelnek meg.

Mégfontosabb a térbeli viszonyok teljes ismerete a szabásszerkesztéshez. A rajzon ábrázolt új, ismeretlen tárgy alakját pontosan elképzelni nem tudó betanított munkás *némi segítséggel* aránylag sok hasznát veszi az általa készí-tendő munkadarabok rajzának. Minden esetre megtalálja rajta az ő önállóan munkájához is minduntalan szükséges legfontosabb adatokat: a *méreteket*, és ha a darabot nem is tudja a rajz szerint *előre* elképzelni vagy szabatosan ellen-őrizni, még kifogástalan részletmunkát végezhet. A *szabásszerkesztésnek is igen sok olyan fogása van, amit — sajnos — be lehet tanulni a térbeli viszonyok szabatos ismerete nélkül*. Az erre „betanított” előrajzoló hasznavehetősége azonban egészen más, mint a betanított gépmunkásé vagy pl. a rajzot csak tökéletlenül olvasó, de tömegmunkát végző szerelőé.

A betanított munkás irányítása és ellenőrzése minden üzemben szervezetszerűen biztosítva van. Tömeggyártás-ban a „rajzolvasási selejtet” már a gyártás előkészítése is szinte lehetetlenné teszi. Az előrajzolás szabásszerkesztési része azonban jellegzetesen *egyedi* munka. Az itt elkövetett hiba feltétlenül selejtet okoz. A szabásszerkesztő külön, állandó ellenőriztetése jó 100%-os többletköltséget jelentene. Bajos volna olyan üzemet elképzelni, ahol gépiesen dolgozó, te-hát minden új feladathoz segítséget és ellenőrzést kívánó szabásszerkesztő alkalmazása kifizetődne.

A szabásszerkesztés önálló, felelős munka.

Gyakran megkívánja az üzem, hogy kész szabásrajzot is kapjon az alkatrészrajzhoz. Ilyenkor tehát a szabás-szerkesztést a műszaki, esetleg a szerkesztési irodák rajzolóí végzik. (Ezért még természetesen nem minősül „gépszer-kesztői” munkának, hiszen az alkatrészrajz a szabást meghatározza.) A műhelyben azonban ilyenkor is kellenek az olyan szakmunkások, akik a szabáshoz jól értenek.

Célszerű ugyanis a kapott szabásrajz néhány jellegzetes méretét ellenőrizni, már csak azért is, mert a rajztáblán, kicsinyített arányban rendszerint nem lehet olyan pontosan dolgozni, mint a műhelyben természetes nagyságban. Többnyire nem gondolnak a szerkesztők azzal sem, hogy a rajzlap a levegő viszonylagos nedvessége — vagyis az idő-járás meg a szobahőmérséklet — szerint milyen nagyot terjeszkedik vagy zsugorodik húzamosabb ideig tartó szer-kesztés közben.

A mértannak ezt az érdekes fejezetét azonban nemcsak ahhoz kell jól ismerni, hogy a műhelyrajz méretei által meghatározott szabást megszerkeszthessük, hanem már ahhoz is, hogy a készen kapott szabásrajzot a legcélszerűbben alkalmazzuk (pl. a legkevesebb hulladékkal gyártsunk). Azt nem várhatjuk a szerkesztő irodától, hogy ha történetesen más méretű anyagból, maradékból vagy hulladékból szabunk ki valamit, ahhoz a *szabás lehetséges változatait* is előre megadja. De még a kiszabott darabok *pusztá összeállításához* is jól kell ismerni a műszaki rajzot meg a szabásszerkesz-tést. A lemez munkák leggyakoribb rajzolvasási selejtje pl. a *tükörkép szerinti* hajlítás vagy összehegesztés.

Ezekre a szempontokra és hazai viszonyainkra való tekintettel úgy egészítettük ki a német könyv magyar kiadá-sát, hogy minél kevesebb előképzettséggel, még egészen kezdetleges rajzolvasási ismeretekkel is könnyen és eredmé-nyesen lehessen használni.

A nélkülözhetetlen alapismereteknek: az ábrázolás elemeinek és a lemezből előállítható mértani idomoknak

tárgyalására nem iktattunk közbe egy külön „elméleti” fejezetet, hanem — a német kiadó szíves engedelmével — egy kis *elemzéssel* kezdjük minden példa megbeszélését.

Ezáltal azután sok helyen egyszerűbbé vált a szerkesztés megbeszélése is, úgyhogy *a fordítás* természetesen többé nem a szöveghez, hanem csupán a problémák lényegéhez maradhatott hű.

Viszont nemcsak a szabásszerkesztést, hanem a rajzolás lényegét is meg lehet tanulni belőle. Természetesen *nem egyszeri átolvasással*, hanem a feladatok és változataik *előzetes és utólagos önálló végiggondolásával* és legalábbis nagy részüknek türelmes, *sajátkezű végigszerkesztésével*. Erre különösen a kezdőnek *néhány évet* sem szabad sokallania. Tökéletes térszemléletet fejleszt, ha *a rajzoló távlatos vázolást* is állandóan gyakoroljuk, eleinte jól ismert, lehetőleg magunk készítette munkadarabokról, később pedig mindjárt az adott műhelyrajzokról.

Az idomok fokozatosabb megismertetése kedvéért helyenként a német könyv anyagának *sorrendjét* is tökéletesíteniünk kellett, bár eredeti felépítésében is érdekesen példázza a nálunk kezdeményezett idomtani rajzoktatási módszer helyességét.

Egy-két, újat nem mondó példát *elhagytunk* a túl bőven illusztrált tárgykörökből, közlünk viszont *eredeti* példákat is (253., 350., 379. és 403. ábra) a hazai gyakorlatból, és igen sok helyen rámutatunk a megoldás lehetséges *változataira*. A változatok egy részét teljesen kidolgoztuk, más részére csak vázlatosan utalunk, hogy az olvasót minél önállóbb gondolkodásra készítsük. Több példával bemutatjuk a térszemlélet nélküli, gépies „szerkesztés” veszedelmét is¹.

Reméljük, hogy ezzel a főként könyvszerkesztői jellegű kiegészítő munkánkkal hozzájárultunk ahhoz, hogy ez a páratlanul gazdag és érdekes gyakorlati példagyűjtemény a szerzők elgondolásának szellemében mégjobban szolgálhassa a dolgozók szakképzettségének fejlesztését.

Budapest, 1956 őszén.

*A fordító
és a magyar kiadás munkatársai*

¹ Kérjük az Olvasót, írja meg a kiadónak, bármilyen hibát talál, akár a szöveg érthetősége, akár az ábrák kivitele, betűzése stb. tekintetében.

BEVEZETÉS

AZ ELŐRAJZOLÁS

Előrajzoláshoz edzett acélhegyű szerszámot (rajzolóút) használunk, amelyet vonalzó vagy derékszög, vagy valamilyen más simaszélű tárgy mentén húzunk végig. Ezáltal bemélyedést, karcot hozunk létre az alatta levő acél- vagy más fémfelületen.

Ha pl. lemezcsovet akarunk készíteni, akkor a kész cső alakjának megfelelően *ki* kell *teríteni* a cső palástját és rá kell rajzolnunk a *szabását*. (A régi ábrázoló mértan ezt a képzeletbeli legöngyölítést „kifejtés”-nek nevezte, a szabást pedig „kifejtett palást”-nak, sőt néha a palást „háló”-jának vagy „hálózat”-ának.) A kiterítéshez ki kell számítani a cső kerületét. Ha a kész alkatrész palástját szegecsléssel vagy csavarozással zárjuk, akkor már az előrajzoláskor törődnünk kell a szabás egymásra lapolódó darabjaival, és elő kell rajzolnunk a szegecsek vagy csavarok számára a lyukakat is.

Nyilvánvaló tehát a következő:

Az előrajzoláshoz különös ismeretekre és ügyességre van szükség. Ezért ezt jobban is fizetik, mint sok más munkát az üzemben. Azokat a műszaki ismereteket, melyeket egy jó előrajzolóól megkövetelhetnek, mindenki megszerezheti valamilyen műszaki iskola megfelelő tanfolyamán, de szorgalmas magántanulás által, e könyv feladatainak végig-szerkesztése által is.

ELSŐ FEJEZET

ALAPFOGALMAK, ALAPSZERKESZTÉSEK

Elmélet és gyakorlat

Ebben a könyvben nem foglalkozunk a mértan elméletével. Csupa gyakorlati feladattal mutatjuk be még az alapismereteket is.

Ez azonban nem jelenti azt, hogy megtakaríthatjuk az „elmélkedést”, a gyakorlati munka előzetes és utólagos *végig gondolását*. Viszont az sem elég, ha tisztán gondolatban követjük a könyvet: a szerkesztéseket el is kell végezni. Előbb a könyv szerint, azután önállóan.

Végül pedig minden szerkesztést ellenőrizni kell, lehetőleg más módszerrel. *Az ellenőrizetlen munka nincsen kész!*

Betűzés, számozás és annak olvasása

Rajzokat magyarázó szöveg olvasása, amíg bele nem szokunk, riasztóan *lassú*, bogarászó munka. Amikor azonban rájövünk, hogy a rajz milyen nagyon sokkal többet mond, mint az ugyanakkora területet betöltő szöveg, ezt az olvasási tempót — bármennyire ellenkezik is a regényolvasók betűfalásával — nem fogjuk többé csigalassúnak érezni, mert bizony a gondolatainknak szárnyat kell eresztenuik, hogy minden tudnivalót jól megfoghassanak.

A rajz és a szöveg közötti ide-oda csapongás, sajnos, mindig fárasztóbb marad, mint egy jó előadás vagy oktatófilm követése. Az előadó *mutogatását* a könyvekben alkalmazott jelek és betűk is csak részben pótolják.

A szöveg mutogató betűin sohasem szabad átsiklani, mindig meg kell keresni őket a rajzban is, akárhányszor kell is emiatt újrakezdeni egy-egy mondat olvasását. Rendszerint megkönnyíti ezt a komoly munkát, ha a rajzokat a rájuk vonatkozó szövegrész *előtt* tanulmányozzuk át, a feladatot a könyvből mindjárt pauszra másoljuk, és a *szöveget szerkesztéssel követjük!* S amíg valamely szerkesztésfajtát önállóan, könyv nélkül el nem tudunk végezni, nem megyünk tovább más fajtájú szerkesztésekre.

A betűzés követésének megkönnyítése végett a magyar szakirodalom szokása szerint *nagybetűvel* (*A*, *B*...) csak pontot (esetleg felületet) jelölünk, *kisbetűvel* pedig csak vonalat (vagy vonalszakaszt).

Az áttekinthetőség fokozása kedvéért a hasonló jellegű helyeken többnyire nem különféle betűket, hanem ugyanazt a betűt használjuk: *mutatószámmal* (indexszel) kiegészítve. Pl.: $v_1 \dots v_5, f_1 \dots f_5$ stb. (Olvasd: *Első vé* vagy *egyik vé, ötödik vé, első ef* stb.)

A szabásszerkesztést néha az tehetí áttekinthetőbbé, ha elhagyjuk a megkülönböztető betűket, és a különböző felületek vonalait, pontjait egyformán *számozzuk* (mert egy segédsíkba esnek stb.) Ilyen célra helyenként megtartottuk a német könyv *római* számozását is.

Hasonló könnyítést szolgál az egymással valamilyen összefüggésben levő (tükrözött helyzetben, közös alkotón, fedésben levő) pontok vagy vonalak azonos betűjének *csillagos* megkülönböztetése is: $1, 1^* \dots A, A^*$ stb. Ezek olvasásában sem a jelek *sorrendjét*, hanem az *értelmes beszéd* szabályait követjük, hiszen az egész jelet *egy* pillantással olvassuk el, még akkor is, ha pl. ábrázolási vesszőzés is tetézi: az 5^{***} nem „ötcsillagháromvessző”, hanem *a csillagos ötös oldalnézete!*

A szöveget a néhány általánosan ismert *görög* betűvel jelöljük. Akit érdekel, az MSZ 5-65-ösben megtalálhatja valamennyi görög betűnek a műszaki rajzokon használandó szabványos alakját. Mi csak a következőket használjuk: α alfa, β béta, γ gamma, φ fi, ω ómega. Nem szög-méretnek, hanem egy igen fontos tizedestörtnek a jelölésére szolgál az π pi betű (27/28. old.).

Mértani jelek

- \overline{AB} A vízszintes vonás két betű fölött a megbetűzött pontok távolságát, a közöttük húzható *egyenesszaksz* hosszúságát jelenti.
- \widehat{AB} A betűk fölötti ív a két megbetűzött pont közötti *ívszakasz* hosszát jelenti.
- \perp A fölfordított nagy T betű a *merőlegesség* jele. Pl.: $a \perp b$ így olvasandó: Az a egyenes merőleges a b -re.
- \parallel A föllállított egyenlőségjel a *párhuzamosság* jele. Pl. $a \parallel b$ olvasása: Az a párhuzamos a b egyenessel.
- \sphericalangle Ez a *szög* jele. Pl. $ABC \sphericalangle$ olvasása: ABC szög. Középre mindig a szög csúcsához rajzolt betűt kell tenni. A fenti szög csúcsa tehát a B pont, az A meg a C a két szárának egy-egy pontja.
- \curvearrowright A körívbe tett pont nem a szövegben, hanem a rajzokon használt rövidítés. Azt jelenti, hogy a szög 90° -os, vagyis derékszög, a szárai egymásra merőlegesek.

Idomelemző jelek

- $G \times K$ A gömb *metszi* a kúpfelületet (pl. 293. ábra).
- $T \simeq H$ A gyűrű (törusz) *vonalt mentén érinti* a hengerfelületet (pl. 385. ábra).

$^1H \asymp ^2H$ Az egyik hengerfelület *pontban érinti* a másikat (pl. 134. ábra).

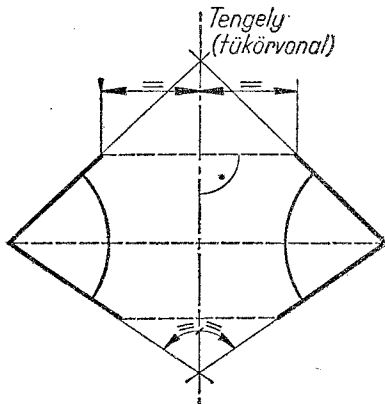
Ábrázolási jelek

- A' Az A pont *fölnézete* (első képe, alaprajza).
 a' Az a egyenes *fölnézete* (első képe, alaprajza).
 b'' A b vonal *elülnézete* (második képe).
 C''' A C pont *oldalnézete* (harmadik képe).
 P^u A P pont *új képe* (nézetváltáskor).

Az ábrázolási jeleket, amikor már nem fokozzák a mondanivaló érthetőségét, el is hagyjuk a betűk mellől. Ahol azonban ki vannak téve, ne olvassuk „a-vessző”-nek, „bé-kétvesszős”-nek stb., még csak a magyaros *vesszős a*, *kétvesszős bé* olvasással se elégedjünk meg, hanem mondjuk ki a betű mellé a *fölnézete* (vagy *első képe*) stb. szavakat. Ezzel kényszerítjük magunkat a térbeli viszonyok teljes elképzelésére; úgyhogy később, amikor már nem tesszük ki a vesszőket, akkor is mindig világosan lássuk, hogy a rajz csak *vetület*; a pontok, vonalak, a rajztól különböző távolságban, a *térben* vannak.

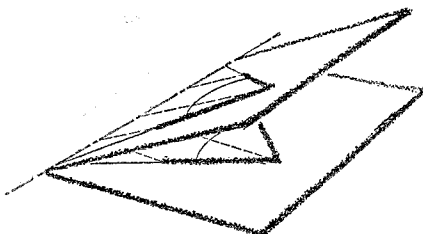
A szimmetria fogalomköre

A *síkbeli* szimmetria feltételeit leolvashatjuk az 1. ábráról. Annak alapján, hogy a szimmetriatengely a szimmetrikus pontok összekötő vonalára merőleges és azt felezi,



1. ábra. Egyenesekből és körívekből álló két alakzat szimmetrikus helyzetben

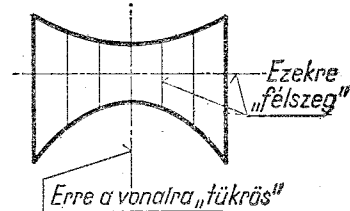
bármely adott alakzat *tükröképét* meg is tudjuk szerkeszteni. (Sok méregetést megtakarítunk, ha észre vesszük, hogy a szimmetrikus helyzetű egyenesek a tengelyben metszik egymást.) A síkbeli szimmetria lényegét azonban jobban megmutatja a 2. ábra. A szimmetriatengely körül egymásra fordítva a szimmetrikus két alakzat *egybe yág*.



2. ábra. Ha a szimmetriatengely mentén félbehajítjuk a rajzot, a két szimmetrikus alakzat pontosan egymásra illik

Két alakzat (pontok, vonalak együttese) akkor szimmetrikus, ha egymásnak *tükröképe*, és *tükrözött helyzetben* van.

Egy alakzat önmagában akkor szimmetrikus, ha az egyik fele *tükröképe* a másiknak (3. ábra). A szimmetrikust tehát *tükrősnek* is mondhatjuk. (A régi könyvekben előforduló *részarányos* szó azonban hibás magyarosítás volt.) Ami *nem* tükrös, az *aszimmetrikus*. A *majdnem* tükrös idomokra rendszerint jól illik a *félszeg* szavunk.

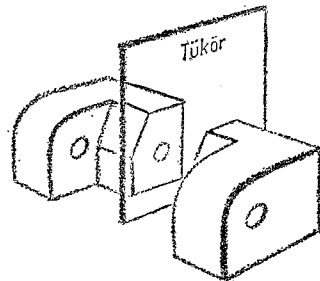


3. ábra. Egyszeresen szimmetrikus szabásdarab (a 153. ábrából)

A *térbeli* szimmetria még a síkbelinél is fontosabb a műszaki gyakorlatban. A leggyakoribb rajzolásai sejt ugyanis az, hogy a lemezalkatrészek rajz szerinti alakja helyett annak *tükröképe* készül el. A két *tükrökép-idomot*, más szóval a *jobbos* és a *balos* kivitelt az jellemzi, hogy *minden* méretük megegyezik, az alakjuk *mégsem* ugyanaz.

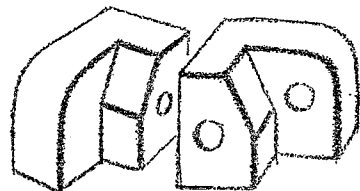
A baj az, hogy a térbeli *tükröképeket* nem lehet a 2. ábrához hasonlóan egymásba fordítani. Hiszen a *síkidomot* is ki kellett emelni a síkjából, hogy a *tükröképével* egybevégtően tehesük vissza. A térből nincs hová kiemelni a fordítva sikerült darabot. Igen ritka az olyan tárgy, mint a gumikesztyű, mely sértetlenül fordítható ki a *tükröképévé*.

A szimmetriatengelyt a térben szimmetriasík, *tükrősík* váltja fel (4. ábra). A fontos — mint láttuk — az, hogy a *jobbos* és *balos* idomok egymásnak *tükröképei* maradnak



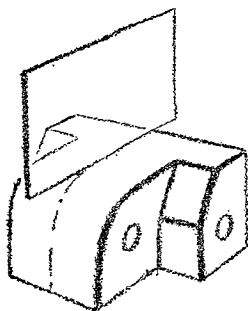
4. ábra. Hégeszfett fogaskerékházak tükrözött helyzetben

akkor is, ha *nincsenek tükrözött helyzetben* (5. ábra). Egyébként két *tükrökép-idomot* végtelen sokféleképpen állíthatunk tükrözött helyzetbe.



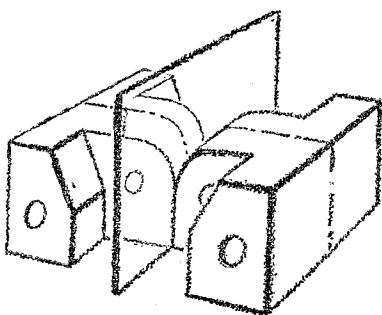
5. ábra. „Jobbos” és „balos” darab nem tükrözött helyzetben

A szimmetrikus test (6. ábra) „önmagának” *tükröképe*, vagyis a *tükröképe* (7. ábra) *egybevégtő vele*. Az ilyen tárgy *tükrökép szerinti összehegesztése* tehát *nem selejt*.



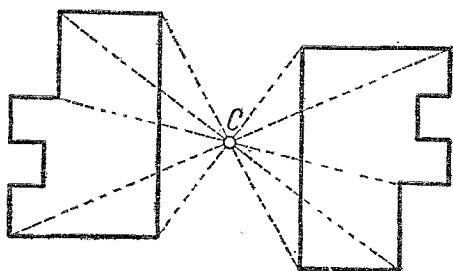
6. ábra. Szimmetrikus tárgy

pontra szimmetrikus síkidomok (8. ábra) meg a tengelyszimmetriába helyezhető testek (9. ábra) egybevágóak, a

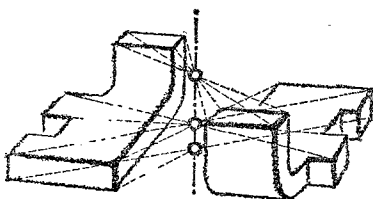


7. ábra. A szimmetrikus tárgy „önmagának” tükörképe

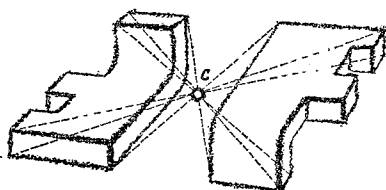
térbeli középpontos szimmetria azonban ugyanolyan jobbos és balos alakzatokat határoz meg, mint a tükörkép (10. ábra).



8. ábra. Középpontos (centrális) szimmetria



9. ábra. Két egybevágó test térbeli tengelyszimmetrikus helyzetben



10. ábra. „Jobbos” és „balos” testek térbeli középpontos szimmetriában

Merőlegesek szerkesztése

1. Állítsunk egy g egyenesre merőleges n -et, („normális”-t) a g egyenes adott A pontjában.

Szerkesztés:

Az A pontba szúrjuk a körzőt (11. ábra) és tetszőleges körzőnyílással egy kört rajzoljunk köréje. Tulajdonképpen elég ebből a körből csak két rövid kis ívet meghúzni ott, ahol a g egyenest az A -tól egyenlő távolságra levő B és C pontokban metszi. Most egy másik, valamivel nagyobb körzőnyílással a B és a C pont körül húzunk egy-egy kört, illetve két egymást metsző kis ívecskét.

A körök (egyik) metszéspontja D . A D és az A pont összekötő egyenese a keresett merőleges, n ; ez a g -vel 90° -os szöget zár be.

2. Szerkesszük meg egy \overline{AB} egyenesdarab felező merőlegességét.

Szerkesztés:

Akkora körzőnyílással, amely nagyobb, mint az \overline{AB} szakasz fele (12. ábra), egy-egy kört húzunk az A körül is meg a B körül is, illetve e két körből most *mindkét* metszéspontjuk, a C és a D táján meghúzunk egy-egy kis ívecskét.

A C -n és a D -n át húzható egyenes az \overline{AB} -re merőleges, és azt a felező pontjában, M -ben metszi.

3. Húzzunk merőlegest egy g egyenesre, egy rajta kívül fekvő A ponton keresztül.

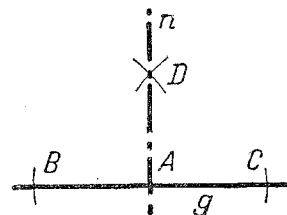
Szerkesztés:

Az A pont körül (13. ábra) tetszőleges, elég nagy körzőnyílással kört húzunk, amely a g egyenest a B és a C pontban metszi. E körül a két pont körül tetszőleges, de *egyenlő* sugarú köríveket húzunk, amelyek egymást a D pontban metszik. A keresett n merőleges az AD egyenes.

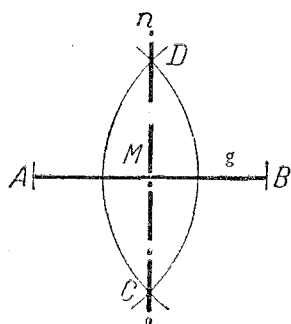
4. Egy \overline{AB} egyenesdarab egyik végébe, pl. A -ba kell merőlegest állítani.

Szerkesztés:

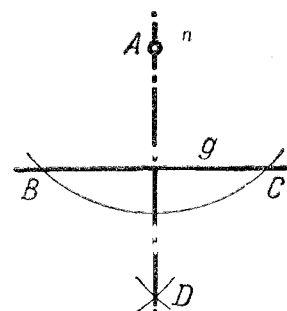
a) Ha egy tetszés szerinti M körül \overline{MA} körzőnyílással kört rajzolunk (14. ábra), ez keresztlümege az A ponton és az AB egyenest egy C pontban metszi. Ahol a C -n és az N -en keresztül húzható s segédegyenes a kört megegyezően metszi, ott, a D pontban metszi a kört az A -n keresztlümenő keresett n merőleges is. (Ez *Thálesz* tételének egy alkalmazása. Lásd a 412. ábránál.)



11. ábra. $n \perp g$ és n átmegy A -n is (A rajta van g -n)

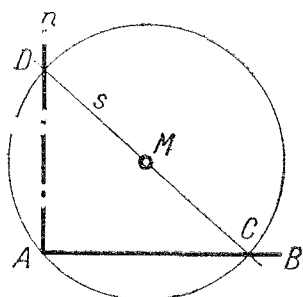


12. ábra. $n \perp g$ és $\overline{AM} = \overline{MB}$



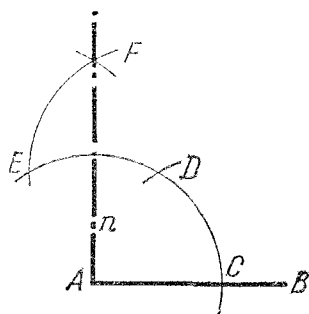
13. ábra. $n \perp g$ és n átmegy A -n

b) A „négykörös” szerkesztés (15. ábra) során először az A végpont körül húzunk egy elég hosszú körívet, és kapjuk az AB vonalon a C pontot. Most a C körül a vál-



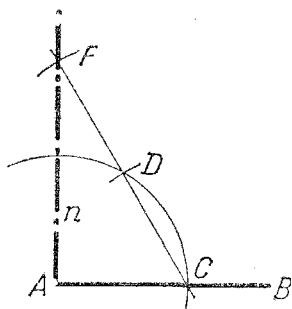
14. ábra. $n \perp AB$ és n átmegy A -n

tozatlan sugarú második körívvvel elmetsszük az első és kapjuk a D pontot; azután a D körül húzott, ugyanakkora sugarú harmadik körívvvel elmetsszük az A körül húzott előző körívet: E pont; végül az E körüli, még mindig változatlan körzőnyílású negyedik ívecske szolgáltatja az F pontot. A keresett n merőleges: az FA egyenes.



15. ábra. $n \perp AB$ és n átmegy A -n

c) Ugyanúgy kezdjük, mint a b) szerkesztést, de az E pontot megtakarítjuk: a CD segédegyenes meghosszabbítása metszi a D körüli ívet az F pontban (16. ábra).



16. ábra. $n \perp AB$ és n átmegy A -n

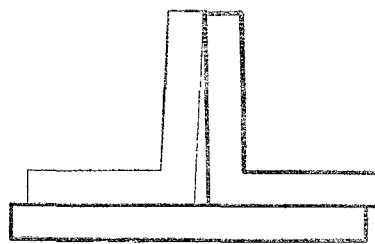
Derékszög rajzolása derékszögvonalzóval és derékszögű háromszögvonalzókkal.

Legpontosabb rajzeszközünk a körző. A vonalzók használata viszont rendszerint gyorsabb. Használat előtt a vonalzók pontosságát ellenőrizni kell.

Derékszögvonalzó ellenőrzése:

Vezető vonalzó mellé illesztve az egyik szárát, a másik mellett egy vonalat húzunk (17. ábra). E vonal a másik oldalán a változatlan helyzetben tartott egyenesvonalzó mellé illesztve derékszögvonalzót, a meghúzott vonalhoz

egészen közel (éppen csak hogy át ne ugorjon a meghúzott karcba a rajztűnk) húzunk még egy vonalat. A derékszög jó, ha a két vonal tökéletesen párhuzamos.



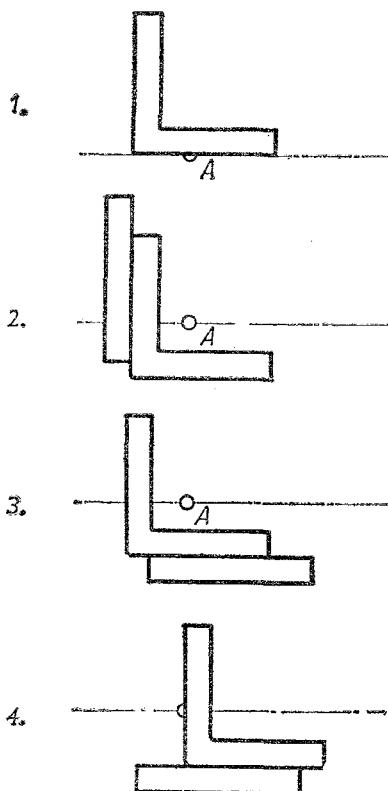
17. ábra. Hibás derékszögvonalzó

Megjegyzés: Vezető vonalzóul akár egyszerű egyenes, akár derékszögvonalzó is használható.

Sarokillesztés tilos! Adott ponton át két egymásra merőleges vonalat a vonalzó derékszögű sarkának egyszerű odaillesztésével nem húzunk, mert a vonalzó sarka mindig megbízhatatlan, az kopik el legelőször.

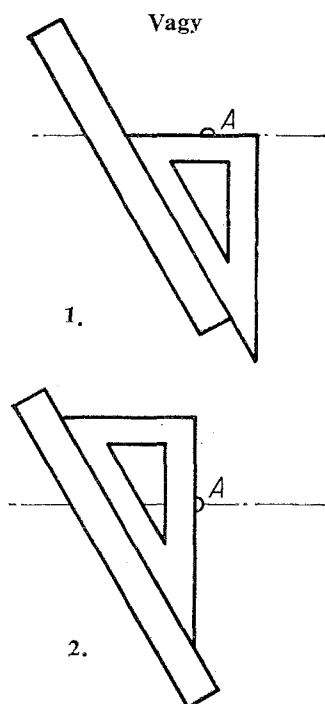
5. Derékszög rajzolása adott A pontban.

a) Derékszögvonalzóval (18. ábra). 1. A sarkától egy kis távolságban illesztjük a vonalzót az A ponthoz, és meg-



18. ábra. Derékszög rajzolása sarokillesztés nélkül

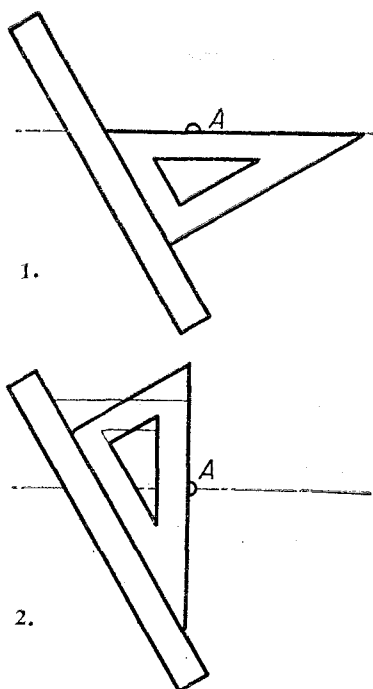
húzzuk a derékszög egyik szárát. 2. A vonalzó másik szárához egy másik vonalzót illesztünk vezetőnek. A vezető vonalzót erősen leszorítva egy kissé eltoljuk a derékszög-vonalzót mellette. 3. A derékszögvonalzót erősen fogva áttesszük a vezető vonalzót a másik szárához. 4. A vezető vonalzót fogjuk le és mellette csúsztatva illesztjük a derékszögvonalzó másik szárát az adott ponthoz, hogy a derékszög másik szárát meghúzhassuk mellette.



19. ábra. Derékszög rajzolása háromszög csúsztatásával

2. Vezető vonalzót illesztünk az átfogója mellé és mellette csúsztatva igazítjuk a másik befogóját az A ponthoz.

c) Háromszögvonalzóval, elfordítva (20. ábra). 1. Az átfogóját illesztjük az adott A ponthoz, és meghúzzuk a

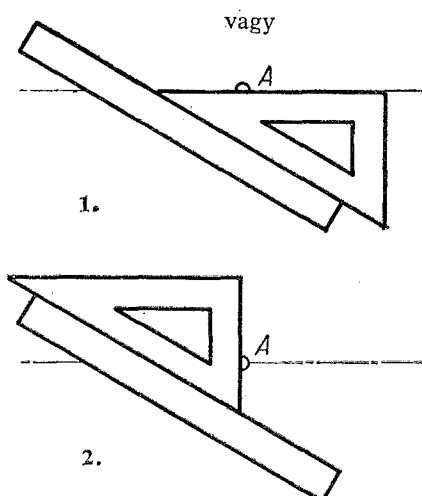


20. ábra. Derékszög rajzolása háromszög elfordításával

derékszög egyik szárát. 2. A hozzáillesztett vezető vonalzót lefogva elfordítjuk a háromszögvonalzót úgy, hogy a másik befogója fekszen neki a vezető vonalzóhoz. Ilyen helyzetben csúsztatva megint az átfogóját igazítjuk az A ponthoz, a derékszög másik szárának meghúzása végett.

d) Háromszögvonalzóval, átfordítva. A b) meg a c) eset kombinációja. A vonalzót közben fel kell emelni a

b) Háromszögvonalzóval, csúsztatva (19. ábra). 1. A sarkaitól egy kis távolságban illesztjük az A ponthoz az egyik befogóját, és meghúzzuk a derékszög egyik szárát.



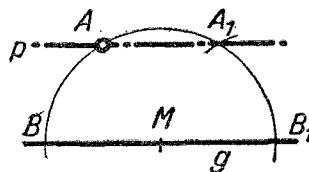
papírosról és a másik oldalára fektetve vissza kell tenni a vezető vonalzót mellé (20. ábra, vékony vonal).

Párhuzamosok szerkesztése

Egy adott g egyeneshez egy rajta kívül fekvő A ponton át kell párhuzamost szerkeszteni.

Szerkesztés:

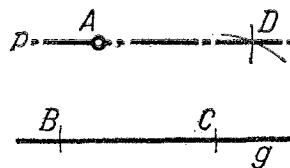
a) A g egyenes egy tetszőleges M pontja körül (21. ábra) olyan kört húzunk, amely keresztül megy az A -n. A g egyenest ez a kör a



21. ábra. Az A -n átmenő $p \parallel g$. (Ívmásolás)

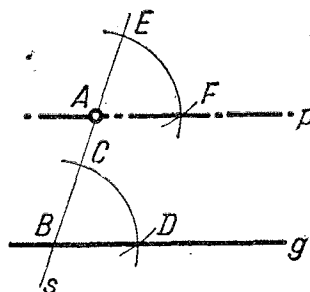
B és a B_1 pontban metszi. Körzöbe vesszük a BA szakaszt, és felrakjuk a körívre B_1 -ből: kapjuk az A_1 pontot. A keresett p párhuzamos: az AA_1 egyenes.

b) Választhatunk az adott g egyenesen két tetszőleges pontot, B -t és C -t (22. ábra); a C körül írt AB sugarú és az A körül írt BC sugarú körívek metszéspontja a D . $p = AD$.



22. ábra. Az A -n átmenő $p \parallel g$. (Paralelogramma)

c) Húzunk egy tetszőleges s segédegyenest az A -n keresztül (23. ábra), ez a g -t B -ben metszi. A körül is, B körül is körívet húzunk ugyanazzal a tetszőleges körzőnyílással, kapjuk a C , D és E metszéspontokat. Körzöbe vesz-



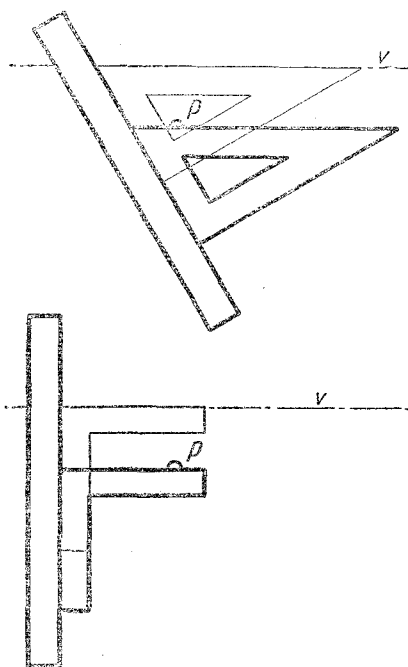
23. ábra. Az A -n átmenő $p \parallel g$. (Szögmásolás)

szük a CD hűrt és azzal E körül ívcskét húzva kapjuk F -et (szögmásolás, 1. a 27. ábrát is). A keresett p párhuzamos: az AF egyenes.

Párhuzamosok rajzolása vonalzócsúsztatással

d) Egy háromszögvonalzó egyik oldalát vagy egy derékszögvonalzó egyik szárát gondosan odafektetjük a mellé az adott v vonal mellé (24. ábra), amellyel párhuzamos vo-

nalakat kell szerkesztenünk. Egyik kezünkkel erősen le-szorítjuk, hogy el ne mozdulhasson, és a másikkal a rajz-szerint melléje illesztünk egy vezető vonalzót. Most ezt a melléje illesztett vezető vonalzót szorítjuk le erősen, és az



24. ábra. Párhuzamosrajzolás

előbbi ehhez könnyedén hozzátámasztva eltoljuk ahhoz a ponthoz, amelyen át az adott vonallal párhuzamos vonalat kell húznunk: P . Szükség esetén egy egész sereg párhuzamos vonalat húzhatunk így.

A párhuzamos meghúzása után mindig csúsztassuk vissza a vonalzónkat az adott egyeneshez! Szokjuk meg, hogy minden szerkesztésünket nyomban ellenőrizzük!

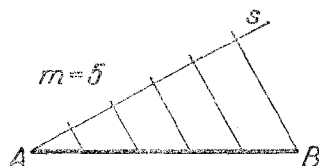
Szakaszok osztása

1. Felezés. Lásd: „Merőlegesek szerkesztése” alatt a 2. feladatot (12. ábra).

2. Egyenlő részekre osztás. Az adott szakasz: \overline{AB} ; az egyenlő részek száma: m .

Szerkesztés:

Az adott szakasz egyik végpontján, pl. az A -n keresztül egy tetszőleges irányú s segédegyenest húzunk (25. ábra), és egy tetszőleges szakaszt az A -ból kiindulva

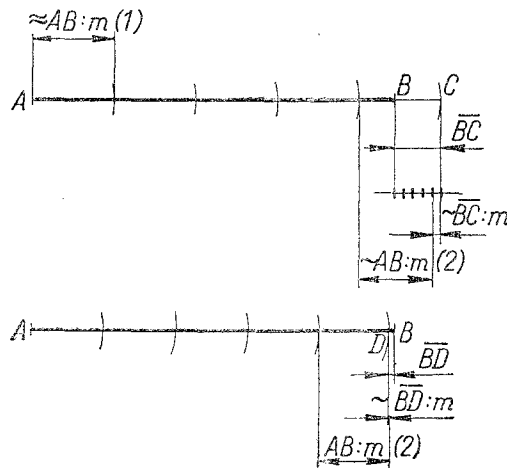


25. ábra. Egyenletes beosztás szerkesztése

egymás után m -szer felmérünk rá. Az utolsó, m -edik osztópontot összekötjük az adott szakasz másik végpontjával, a B -vel, és a többi osztóponton keresztül az összekötő vonallal párhuzamos egyeneseket húzunk: ezek az adott szakaszt a keresett osztópontokban metszik.

Próbálgatás:

Megbecsüljük és körzőbe vesszük az m -része osztható szakasz egy m -ed részét (pl. az 5 része osztható szakasz $\frac{1}{5}$ részét). Ezt a szakasz egyik végéből egymás után m -szer felrakva az adott szakasz egyenesére, vagy túljutunk a szakasz másik végén, B -n, vagy el sem jutunk odáig. Az utolsó, C osztópont és az adott szakasz B végpontja közti kis különbség-szakasznak is megbecsüljük az m -ed részét. Ha a végponton túljutottunk, akkor az először választott körzőnyílást ennyivel kisebbre változtatjuk, ha pedig a végpontot el sem értük, ennyivel megnöveljük (26. ábra).



26. ábra. Egyenletes beosztás fokozatos megközelítése

Egy kis gyakorlat után így, vagy legfeljebb mégegyszeri igazítás után eltaláljuk a keresett m -ed rész hosszát, úgy-hogy a próbálgatás gyorsabb lehet, mint a vonalzó men-tén elcsúsztatott háromszögvonalzóval vagy derékszöggel való párhuzamos húzogatás.

Fontos megjegyzés:

Ugyanilyen próbálgatással nemcsak szakaszt, vagyis egyenes vonalat, hanem *köríveket* is beoszthatunk egyenlő részekre.

Szögszerkesztés, szögosztás

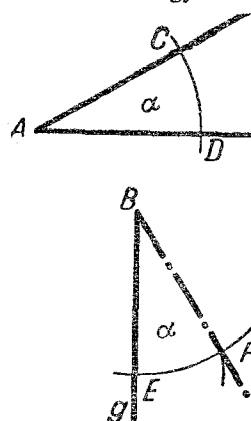
1. Szögmásolás

Egy adott g egyenes B pontjában fel kell rakni egy adott α (görög betű: *alfa*) szöget.

Szerkesztés:

Először is az adott szög A csúcsába szúrjuk a körzőt, és egy tetszőleges sugarú körívet húzunk úgy, hogy az adott szög mindkét szárát messe; így kapjuk a C és a D pontot (27. ábra). Ugyanezzel a $(\overline{AD} = \overline{AC})$ körzőnyílással a B pont körül körül húzott körív az E pontban metszi a g egyenest. A körzőbe vett DC sugarával az E pont körül húzott ívecske az F pontban metszi az előbb húzott körívet ($EF = DC$).

Az EBF szög = az átmásolandó szöggel.

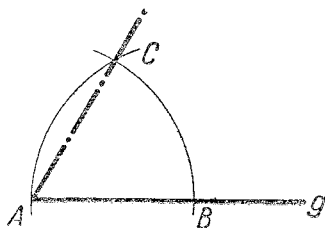


27. ábra

2. Szerkesztendő $\alpha = 60^\circ$ -os szög

Szerkesztés:

Egy tetszőleges \overline{AB} szakasz végpontjai körül \overline{AB} sugarú körívet húzunk, metszéspontjuk a C pont. Összeköthetjük a C -t az A -val (28. ábra).



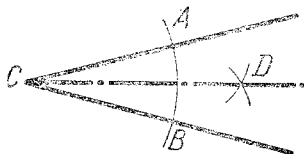
28. ábra. $\alpha = 60^\circ$

Az így keletkezett CAB szög éppen 60° -os.

3. Szögfelezés

Szerkesztés:

Az adott szög C csúcsa körül egy tetszőleges körzőnyílással húzott körív a szög szárait az A és a B pontban metszi (29. ábra).



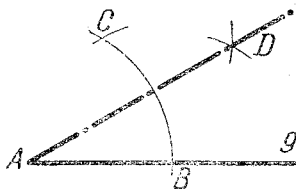
29. ábra. $\alpha/2$

Az A körül is meg a B körül is tetszőleges, de egymással egyenlő körzőnyílással húzott ívcsek a D pontban metszik egymást. A \overline{CD} egyenes az adott szög felező vonala.

4. Szerkesztendő $\alpha = 30^\circ$ -os szög

Szerkesztés:

A 2. feladat szerint megszerkesztett $\alpha = 60^\circ$ -os szöget (28. ábra) a 3. feladat szerint (29. ábra) megfeleltetjük. A szerkesztés menete tehát (30. ábra): A g egyenesen adott A



30. ábra. $\alpha = 30^\circ$

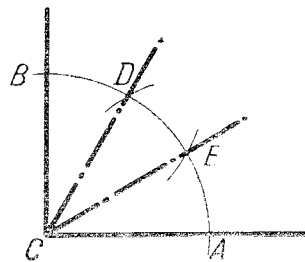
pont körül egy tetszőleges körívet húzunk, mely az egyenest egy B pontban metszi. A B körül még mindig ugyanazzal a körzőnyílással egy harmadik körívet húzunk, és ez az első a C pontban metszi. A C körül is húzunk egy ívcskét, és ez a másodikat — ha azt elég hosszúra húztuk — a D pontban metszi.

Ha összekötjük a D -t az A -val, akkor a $DAB \sphericalangle = 30^\circ$.

5. A derékszög (90°) harmadolása

Szerkesztés:

Húzzunk a derékszög C csúcsa körül egy tetszőleges sugarú körívet, amely a két szárát az A meg a B pontban metszi (31. ábra). Ugyanezzel a $CA = CB$ körzőnyílással



31. ábra. $90^\circ : 3 = 30^\circ$

A körül is, B körül is körívcskéket húzunk, amelyek az első körívet a D és az E pontban metszik. A CD meg a CE összekötő vonal három egyenlő részre osztja a derékszöveget.

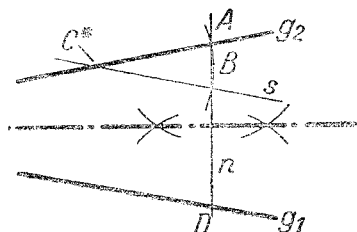
Megjegyzés a szögharmadoláshoz:

Körzővel és vonalzóval nem lehet akármekkora szöget három egyenlő részre osztani. Ez azonban csak a mértan-tudósoknak probléma, a mi gyakorlatunkban a próbálgatás (26. és 37. ábra) rendszerint elég pontos. Sőt: még a mértani szerkesztéssel felezett, harmadolt szöveget is mindig a húr körzöbevételével ellenőrizzük. (Egyenlő szögek egyenlő húrokat metszenek ki egy körívből, ha annak középpontja a szögek közös csúcsában van.)

6. Hozzáférhetetlen csúcsú szög felezése

Szerkesztés:

Legyen a szög két szára g_1 és g_2 . Metszéspontjuk, a C pont, kívül esik rajzunk területén (32. ábra). Rajzolunk egy olyan s segédegyenest, amely például a g_1 szögszárral párhuzamos (24. ábra). Ez az egyenes a másik szögszárral



32. ábra. $\frac{\alpha}{2} = ?$ Ha $C = ?$

egy C^* csúcsú szöget zár be, mely az el nem érhető csúcsú adott szöggel egyenlő.

A C^* körül húzott tetszőleges (de elég nagy sugarú) körív a C^* csúcsú szög szárait az A és a B pontban metszi. Meghúzzuk az $AB = n$ egyenest egészen a g_1 szögszárig: D . Az AD szakasz felező merőlegese az adott hozzáférhetetlen csúcsú szögfelezővonalára.

Ha a szög nagyon hegyes, akkor az n iránya nagyon bizonytalan, mert a C^* középi körív nagyon rövid. Pontosan megszerkeszthetjük azonban az AC^*B szög felezővonalát. Erre merőleges az n .

Derékszög ellenőrzése Pythagoras-tétellel

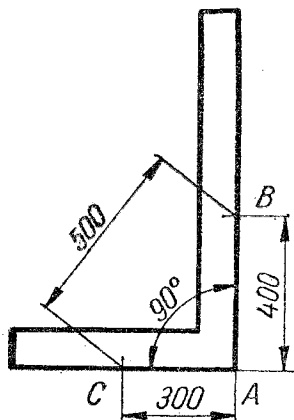
Tétel:

Minden derékszögű háromszögben a két befogó négyzetének összege egyenlő az átfogó négyzetével.

Példa:

Egy nagy derékszögűvonalzót — amilyent kovácsmunkákhoz, acélszerkezetekhez stb. használunk — kell ellenőriznünk.

Rajzolunk egy háromszöget (33. ábra), mégpedig úgy, hogy az AB befogója 400 mm, az AC pedig 300 mm legyen.



33. ábra. Derékszögellenőrzés Pythagorással

Ha a BAC szög pontosan derékszög, akkor a befogójának, BC -nek 500 mm-esnek kell lennie.

A számítás most áttekinthetőbb, ha mm helyett dm-ben végezzük.

A tétel szerint — tekintve, hogy egy szám négyzete annyi, mint az önmagával való szorzata — egyrészt:

$$4 \cdot 4 = 16 \text{ és } 3 \cdot 3 = 9,$$

másrészt:

$$5 \cdot 5 = 25 = 16 + 9.$$

Jegyezzük meg tehát: az oldalak *aránya* rendre

$$3 : 4 : 5.$$

Pontos derékszög szerkesztésére nagyon alkalmasak még a következő pythagorasi arányszámok is:

$$48 : 55 : 73$$

$$20 : 21 : 29$$

Mennél nagyobb távolságokat mérünk fel, annál pontosabb az ilyen szerkesztés.

Nagyobb méreteket úgy kapunk, hogy egy-egy arányhármas minden tagját megszorozzuk valamilyen (de ugyanazon) számmal. Pl.:

$$3 : 4 : 5 = 300 : 400 : 500 = 600 : 800 : 1000$$

$$20 : 21 : 29 = 600 : 630 : 870 \text{ stb.}$$

Szabályos sokszögek szerkesztése

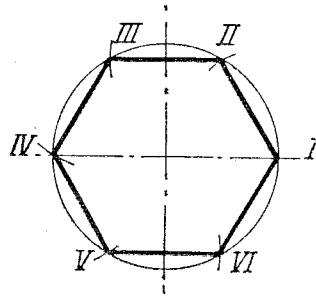
Szabályos az olyan sokszög, amelynek minden oldala és minden szöge egyenlő. A szabályos sokszög belsejében van egy pont, amelytől minden csúcsa egyforma messze van. Az oldalai is egyenlő messze vannak ettől a ponttól. Ez a pont a sokszög „köré írható”, vagyis a csúcsain átmenő kör középpontja, és egybeesik a szabályos sokszög oldalait érintő, vagyis a „bele írható” kör középpontjával.

1. Egy kör 6, ill. 3 részre való osztása

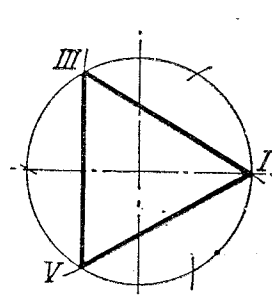
Szerkesztés:

Ha a kör sugarát vesszük körzőnyílásba, a I pontból rendre fölraakhatjuk a kör kerületére a II -től VI -ig számozott pontokat.

Ezeket a pontokat egyenes vonalakkal (a kör húrjaival) összekötve, *szabályos hatszöget* kapunk (34. ábra).



34. ábra. Szabályos hatszög



35. ábra. Szabályos háromszög

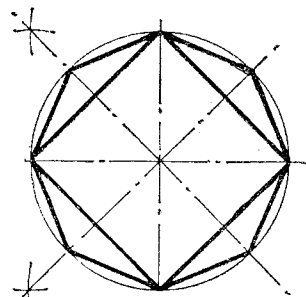
Ha a I , III és V pontokat kötjük össze, *szabályos háromszög* adódik (35. ábra).

2. Egy kör 4, ill. 8 részre való osztása

Szerkesztés:

Egymásra merőleges középvonalak 4 egyenlő részre osztják a kört. A körívvel való metszéspontjaikhoz tartozó húrok *szabályos négyszöget*, *négyszetet* alkotnak.

A négyzet oldalainak felező merőlegesei szabályos nyolcszög csúcsaiban metszik a négyzet köré írt kört (36. ábra).



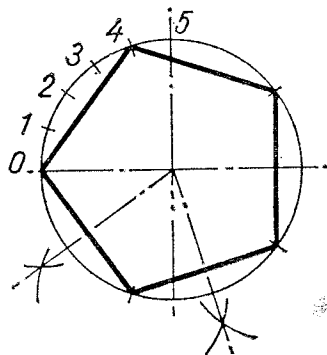
36. ábra. Négyzet és szabályos nyolcszög

3. Egy kör 5, ill. 10 részre való osztása

Szerkesztés:

A körkerület $\frac{1}{4}$ részét 5 egyenlő részre osztjuk ugyanolyan próbálgatással, mint ahogy az egyenest osztottuk egyenlő részekre (26. ábra). A 0-val és a 4-gyel számozott pont összekötő egyenese (a $0,4$ húr) a szabályos ötszög egyik oldala. Körzőbe véve e húr hosszát, felrakhatjuk a kör kerületére az ötszög többi csúcsát (37. ábra).

Az ötszögoldalak felező merőlegesei az ötszög köré írt kör kerületét a szabályos *tízszög* csúcspontjaiban metszik.



37. ábra. Szabályos sokszögek rajzolása

4. Általánosítás

Az ötszögoldal meghatározására bevált próbálgatást *akárhány oldalú* sokszöghöz használhatjuk. A körkerület negyed részét annyi egyenlő részre osztjuk, ahány oldalú a sokszög. A keresett sokszögoldal mindig a 0-s és a 4-es pont távolsága.

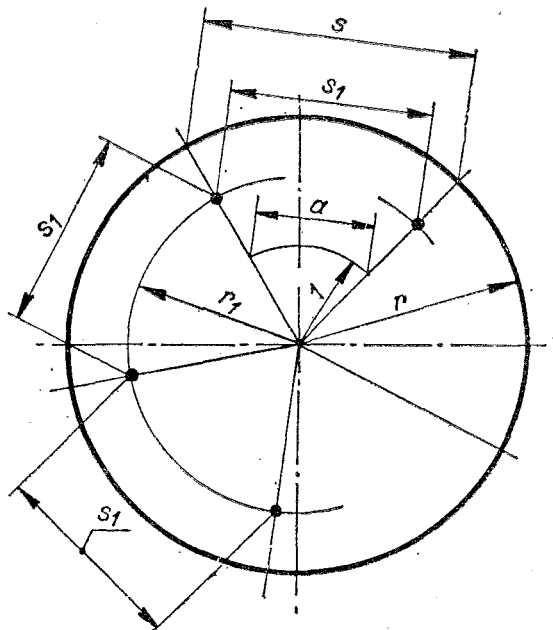
Körosztás a sokszögtáblázattal

Ha egy r sugarú körtárcsa kerületét n egyenlő részre kell osztani, kikeressük az 1. táblázatból az n -hez tartozó a tényezőt és a következő számítást végezzük:

$$r \cdot a = s.$$

Az s sokszögoldal a keresett körosztás húrja, ezt vészszük körzöbe és rakjuk föl a kör kerületére. Az n -edik osztópontnak a kezdőpontra kell esnie.

Kivágott, kész tárcsa kerületén nem lehet pontosan mérgetni. A számítást ilyenkor egy valamivel kisebb *segédkör* r_1 sugarával végezzük el (38. ábra). A segédkört pontosan a tárcsa középpontja köré rajzoljuk meg. (A középpont meghatározását lásd alább.)



38. ábra. Tárcsaosztó segédkör

1. táblázat
Az egységsugarú körbe írt szabályos n -szög oldalhossza

n	a	n	a	n	a
3	1,732	19	0,329	35	0,1793
4	1,414	20	0,313	36	0,1743
5	1,176	21	0,298	37	0,1696
6	1,000	22	0,285	38	0,1652
7	0,868	23	0,272	39	0,1609
8	0,765	24	0,261	40	0,1569
9	0,684	25	0,251	41	0,1531
10	0,618	26	0,241	42	0,1495
11	0,563	27	0,232	43	0,1460
12	0,518	28	0,224	44	0,1427
13	0,479	29	0,216	45	0,1395
14	0,445	30	0,209	46	0,1365
15	0,416	31	0,202	47	0,1336
16	0,390	32	0,1960	48	0,1308
17	0,368	33	0,1901	49	0,1281
18	0,347	34	0,1845	50	0,1256

A tárcsa kerületén úgy kapjuk meg a beosztást, hogy sugarakat húzunk a középpontból a segédkör osztópontjain át egészen a tárcsa kerületéig.

Példa. Osszuk egy 600 mm segédkör-átmérőjű tárcsa kerületét hét egyenlő részre.

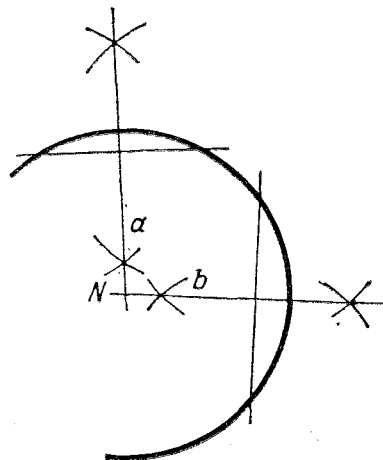
$r=300$ mm; s a táblázatból $a=0,868$; ezekkel:

$$300 \text{ mm} \cdot 0,868 = 260,4 \text{ mm} = s.$$

Ez a segédkör egy osztásához tartozó húr hossza (hét-szögoldal).

Középpontkeresés

Az ismeretlen középpontú adott kör vagy körív két tet-szőleges, de egymással nem párhuzamos húrját *merőlegesen*



39. ábra. Középpontkeresés

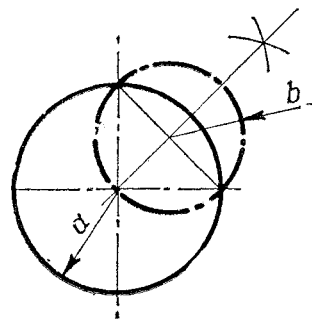
elfelezzük (12. ábra). Az a és b jelű felező merőlegesek N metszéspontja (39. ábra) a keresett középpont.

Félaakkora és kétakkora területű kör

1. Mekkora a sugara (b) annak a körnek, amelynek a területa félaakkora, mint az adott a sugarú kör területe?

Szerkesztés:

A keresett b sugár (40. ábra) az a sugarú körbe rajzolható *négyszeg* oldalának a fele. (Ugyanis, ha $\pi a^2 = 2\pi b^2$,



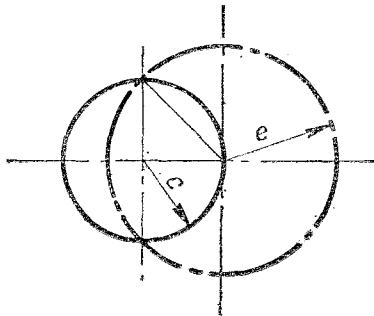
40. ábra. A félaakkora területű kör

akkor $a^2 = 2b^2$, ez pedig a 45° -os derékszögű háromszögre — az átlójával felezett négyzetre — felírt Pythagoras-tétel.)

2. Mekkora a sugara (e) annak a körnek, amelynek a területa kétszer akkora, mint az adott c sugarú kör területe?

Szerkesztés:

A keresett e sugarú (41. ábra) egyenlő a c sugarú körbe írt négyzet oldalhosszával. (Ez ugyanis az előző feladat egyszerű megfordítása.)



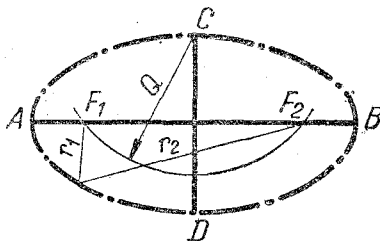
41. ábra. A dupla területű kör

A legfontosabb görbék

a) Ellipszis

1. Általában

Az ellipszis nagyságát és alakját meghatározza pl. a *nagytengele* ($AB=2a$) és *kistengely* ($CD=2b$). A nagytengeyen fekszik a kistengely végpontjaitól éppen fél nagytengeleynyi, vagyis a távolságban az ellipszis két *gyűjtőpontja*, *fókusza* (42. ábra: F_1, F_2).



42. ábra. Fókuszkeresés $Q = a = \frac{AB}{2}$

Az ellipszis egyik alapvető tulajdonsága, hogy akármelyik pontjának a fókuszról mért távolságait összeadva eredményül mindig a nagytengele hosszát kapjuk:

$$r_1 + r_2 = 2a.$$

Szemünk a *kör vetületeként* ismeri az ellipszist, és nagyon jól ismeri, mert a leggyakoribb görbe vonal a kör, s ezt — hacsak nem a forgási tengelyének valamelyik pontjából nézzük — mindig ellipszisnek látjuk. Kört ábrázoló ellipszisek pl. távlatos vázlatainkon találhatók.

Az ellipszisnek még sok más meghatározó tulajdonsága van. A szabáhszerkesztés gyakorlatában hengerek és kúpok ferde síkmetszeteként lesz vele dolgunk.

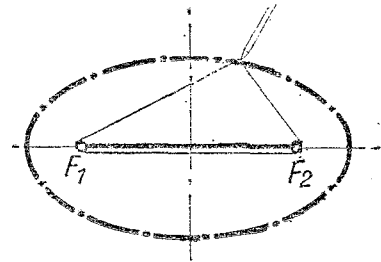
2. A fonalas ellipszis-szerkesztés

Kössük össze egy zsinag két végét úgy, hogy a teljes kerülete éppen akkora legyen, mint a nagytengele hosszának és a fókuszok távolságának összege. Vagyis:

$$\text{fonalhossz} := \overline{AB} + \overline{F_1F_2}.$$

Ha a fentebbiek szerint meghatározott két fókuszba egy-egy szeget verünk, akkor a fonalat kifeszítő rajztű

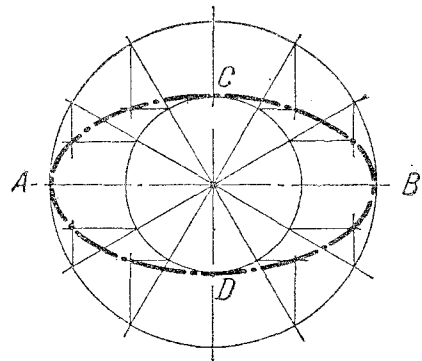
vagy ceruza az ellipszis kerületére jut, és akadálytalanul körülvezethető rajta. (43. ábra.) Ez a „szerkesztés” a zsinag rugalmassága miatt nem valami pontos.



43. ábra. Így rajzol ellipszist a kertész

3. Két körből metszhető ellipszis-szerkesztés

Az adott nagytengele és kistengely metszéspontja köröket megrajzoljuk azt a két egyközepű kört, melynek átmérője a nagytengele, illetve a kistengely (44. ábra). Ha felveszünk egy tetszőleges segédgyenest a körök közös közép-



44. ábra. Az ellipszis két körből metszhető szerkesztése

pontján át, s azután a segédvonal és a nagy kör metszéspontjaiból a kistengellyel, a segédvonal és a kis kör metszéspontjaiból pedig a nagytengelelel párhuzamosan egyeneseket húzunk, akkor ezek metszéspontjai a keresett ellipszis pontjai. A segédvonalat rendszerint a kör egyenes beosztásában vesszük fel.

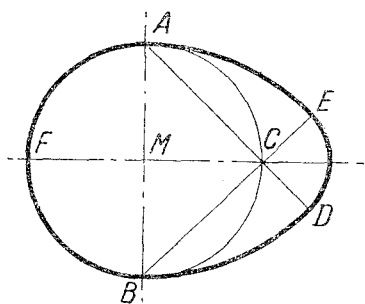
4. Az ellipszis sok egyéb szerkesztése

Közül eggyel az 56. ábrán fogunk találkozni. Előfordul néhányszor a ferde helyzetű kör vetületének megszerkesztése is (pl. 139., 141., 147. ábra), sőt arra is lesz példa, hogy nemcsak a ferdén beállított síkú körnek, hanem a részsítkos álló ellipszisnek is ellipszis a vetülete (90. ábrán a tárgy bal végén, 92. ábrán), egy különleges beállításban pedig — ami a műszaki gyakorlatban nem is ritka — az ellipszis vetülete éppen kör (90. ábra tárgyának jobb vége, 92., 95., 98. ábra).

b) Tojásvonal

Az \overline{AM} sugarú segédkörbe írt négyzet két oldalát a C csúcán túl meghosszabítjuk (45. ábra). Körzöbe vesszük a kör \overline{AB} átmérőjét, és az A pont körül is, meg a B pont kö-

rül is húzunk egy-egy körívet a meghosszabbított oldalakig, az így adódó E és D pontokig. Végül befejezzük a tojásvonalat a C körül rajzolt \overline{CE} sugarú körívvel.

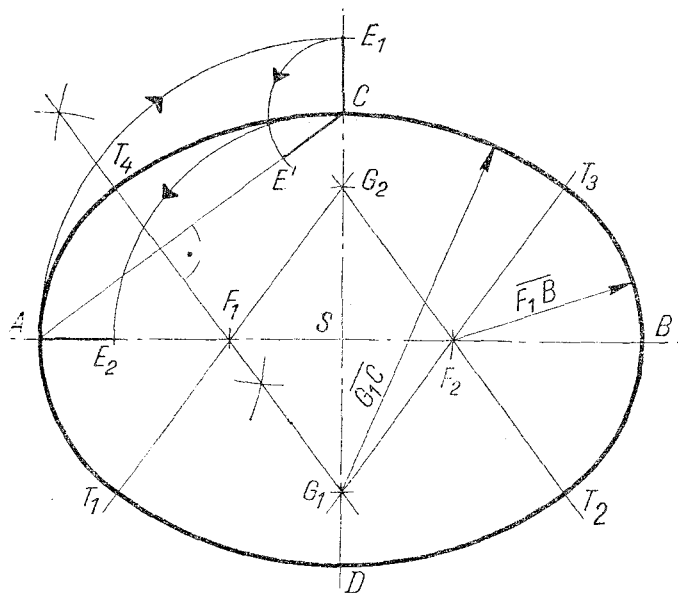


45. ábra. Érintkezve folytatódó körívek

Egyébként a C pontot nemcsak a kör kerületén, hanem *másutt is* megválaszthatjuk a tojásvonal szimmetriatengelyén, ha tompább vagy hegyesebb tojásvonalra van szükségünk. Az \overline{AE} ív középpontjának sem éppen a kör kerületén, a B pontban, hanem csak *valahol* az A és B ponton átmenő egyenesen kell lennie.

c) Kosárgörbe

Ha a tojásvonal AFB köríve helyett balra is ilyen $AEDB$ vonalat rajzolunk, akkor balra is hegyesedő, ha kell: az AB -re is szimmetrikus alakzatot kaphatunk. Az utóbbi az ellipszisre emlékeztet, de nem szabad azzal összetévesztetni. Az ellipszis görbülete pontról pontra folyton változik, úgyhogy *körzövel nem lehet ellipszist rajzolni*.



46. ábra. A kosárgörbe

Léteznek ugyan „ellipszisezők”, ellipsziszrajzoló szerkezetek, de a lemezszabáshoz még nem szokás ilyent használni.

Az ellipszist jól megközelítő négykörös alakzat a kosárgörbe.

Ha a négy körív *középpontját* vesszük fel a két egymásra merőleges szimmetriatengelyen, akkor már csak az egyik tengely *hosszát* választhatjuk szabadon, a másiké *kiadódik*.

A gyakorlatban rendszerint éppen *a tengelyek vannak adva*, és közöttük kell ellipszisre emlékeztető négykörös görbét szerkesztenünk. *Próbálgatással* csak úgy foghatunk hozzá, hogy felvesszük valamelyik körív középpontját, és keressük a másikat. Azt, hogy a körívek csakugyan érintkezve, simán folytatódjanak, próbálgatással bajos eltalálni. (Szerkesztése: 284. ábra.) Mégnehezebb szemre úgy megválasztani az első körívet, hogy a kosárgörbe jól megközelítse az ellipszist. Ezért a gyakorlat egy olyan szerkesztést használ, amelyből az *ellipszist legjobban megközelítő* kosárgörbe köríveinek középpontjait kapjuk meg.

(Ha az ellipszis *karcsú* ($a \geq 2b$), a kényes szemet nem elégíti ki a kosárgörbe, mert a nagytengely két végén az ellipszis görbülete *rohamosan változik*. Segít ezen, ha nem négy, hanem több körívből toldjuk össze a vonalat, de ennek szerkesztése hosszadalmasabb, ezért nem is ismertetjük.)

Szerkesztés:

Összekötjük az A -t a C -vel. Megállapítjuk az \overline{AS} és a \overline{CS} különbségét. Erre két körzömozdulat is kínálkozik: mindkettőhöz az S -be szúrjuk a körzőt, azután

1. az \overline{AS} távolságot felmérjük a C vonalára: E_1 ;
2. ha nincs elég hely a C fölött, akkor a \overline{CS} távolságot mérjük föl az A vonalára: E_2 pont.

A keresett különbség $\overline{E_1C} = \overline{AE_2}$. Ezt a C -ből rámérjük az AC vonalra: E' pont. Az $\overline{AE'}$ távolság *felező merőlegese* a kosárgörbe tengelyeit az F_1 és G_1 pontban metszi. Ezeket S -re *tükrözve* megvan a kosárgörbe négy körívének négy középpontja: F_1, F_2, G_1, G_2 . Két-két körív sugara egyenlő: $\overline{G_1C} = \overline{G_2D}$; $\overline{F_1A} = \overline{F_2B}$.

A körívek egymást érintik: $T_1 \dots T_4$. Két érintkező körnek az érintési ponthoz tartozó sugarai *egy egyenesbe esnek*. A kosárgörbe köríveit tehát a két-két középpont által meghatározott egyenesek határolják el egymástól.

Gyakorlati alkalmazása a kosárgörbének pl. a kazánok bűvönnyílása, amelynek szokásos méretei

$$\overline{AB} = 400 \text{ mm}; \quad \overline{CD} = 300 \text{ mm}.$$

Ennek a közismert szerkesztésnek egy újabb általánosítása kitűnően használható mindenféle görbe köríves megközelítésére, ha a görbét elég sok érintője és érintési pontja határozza meg. Lásd: SZABVÁNYÜGYI KÖZLEMÉNYEK 18. évf. M55/M56. old. (1966. febr.) 11–13. ábra a fordító következő cikkében: „A szabványos betűk alakja és a kosárgörbe-szerkesztés általánosítása”.

d) Parabola

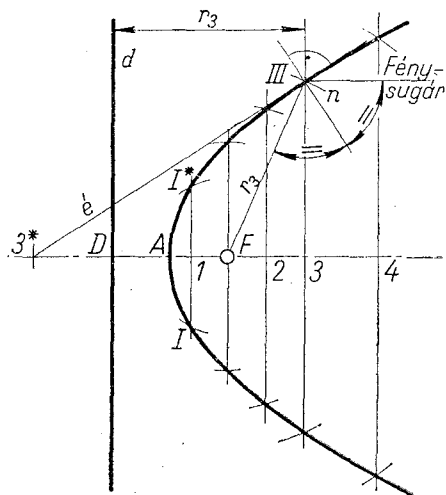
A parabolát forgási felületek (393. ábra, fényszórótükörök, 47. ábra stb.) tengelyszelvényének, továbbá kerekítő idomnak (48. ábra) szokták használni.

Meghatározható tulajdonsága a parabolának (többek között) az, hogy minden pontja ugyanolyan messze van a *gyűjtőpontjától*, mint egy bizonyos egyenestől, a parabolán kívül fekvő *irányítótól* (d , „direktrix”-től). A gyűjtőpont megszokott jele F („fókusz”).

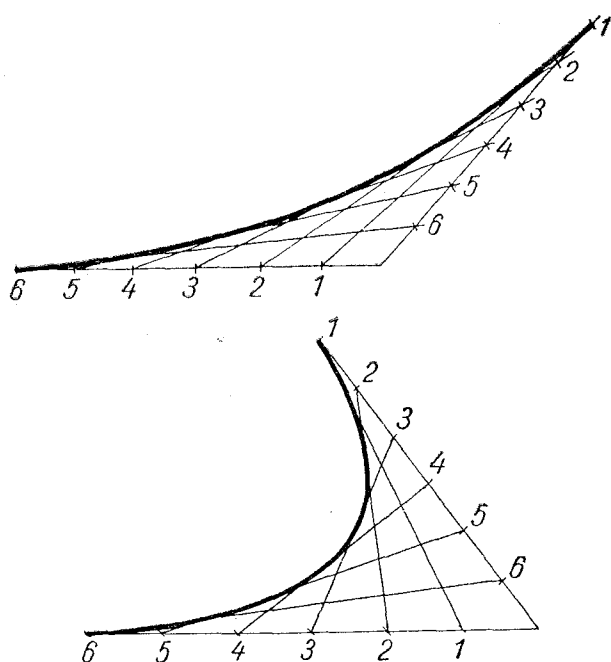
Szerkesztés:

A parabola tengelypontjától (A -tól, 47. ábra) egyenlő távolságban van a gyűjtőpont és az irányító D pontja: $\overline{AD} = \overline{AF}$. Az irányító, d , a tengelyre merőleges. További merőlegeseket húzunk a további pontok megszerkesztése

vége F -en és néhány ponton (1, 2, 3, 4...) keresztül. Egy-
más után körzőbe vesszük e segédegyeneseknek az irányí-



47. ábra. Parabola



48. ábra. Sarok-kerekítő parabolák.
A számozott vonalakat a parabolák az 1 ill. 6 pontokon túl
érintik egy osztással. (Alektor)

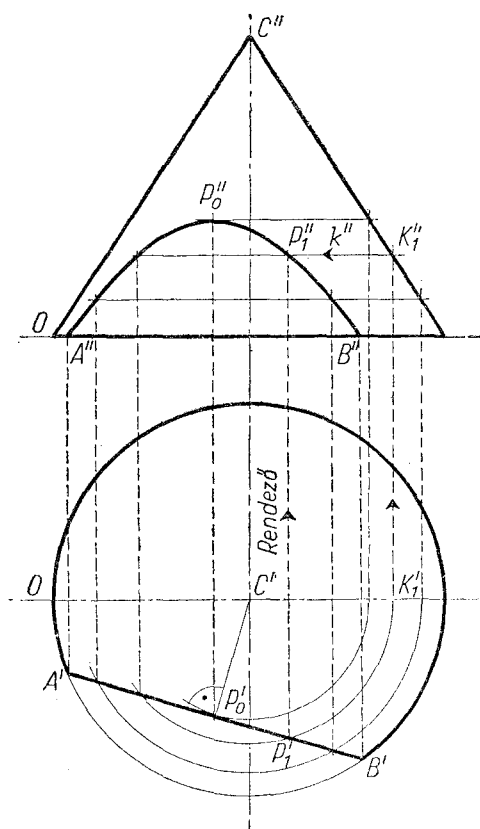
tótól való távolságát (\overline{DI} , \overline{DF} ,...) és az F körüli körívvel
elvetsszük az illető egyenest. A kapott két-két metszés-
pont a segédegyenesen levő parabolapont. E pontok meg-
felelő görbe összekötő vonala a parabola.

Megjegyzés. Ha parabolikus tükröt a tengelyével párhuzamos
fény sugarak érnek, a parabola valamennyit úgy veri
vissza, hogy az F ponton kell keresztül mennie. Ezért *gyűjtő*
pont az F . A parabola érintője a tengelyponttól ugyan-
olyan messze metszi a tengelyt, mint az érintési pont
szerkesztéséhez használt segédegyenes: $3^*A = A3$. Ez is
meghatározó tulajdonsága a parabolának.

Egyéb szerkesztések:

A mértani feladatokat rendszerint többféleképpen lehet
megoldani; a parabolának is igen sokféle szerkesztése van.
Sarokerítő alkalmazására való tekintettel bemutatjuk pl.

a parabola *érintőserégének* szerkesztését a két adott érintő-
tőjén készíthető egyenletes beosztások segítségével: 48.
ábra.



49. ábra. A kúpot a tengelyével párhuzamos sík metszi

Fontos lehet a lemez munkák terén a kúp síkmetszéscor
(57. ábra) és két párhuzamos tengelyű kúp metsződésekor
keletkező parabola is (329. ábra).

e) Hiperbola

Hiperbola keletkezik, ha egy kúp felületet pl. a kúp ten-
gelyével párhuzamos síkkal metszünk el.

Ha a kúp tengelye függőleges, akkor az azzal párhuzamos
síkot fölülnézetben egyetlen egyenes vonal ábrázolja: 49.
ábra, $A'B'$. Ez az egyenes fölülnézete minden olyan vonal-
nak, mely benne van a függőleges síkban, tehát ez a *fö-
lülnézete a keresett hiperbolának is*. A feladat: az *el-
ülnézete*nek megszerkesztése.

Szerkesztés:

Kiválasztunk a fölülnézetén egy tetszés szerinti pontot,
pl. a P_1' -t (olvassd: az egyik pé pont első képét, az 1-es azt
mutatja, hogy lesz még több hasonló szerepű pontunk, a
vessző jelenti az első képet, a fölülnézetet, lásd 14. old.).

Az elülnézetének, a P_1'' -nek *rajta kell lennie valahol a
pont rendezővonalán*. (Ezért rajzoljuk a géprajzi vetülete-
ket *összerendezett* helyzetbe!) Csak az a kérdés, *milyen
magasan* lesz az a P_1'' .

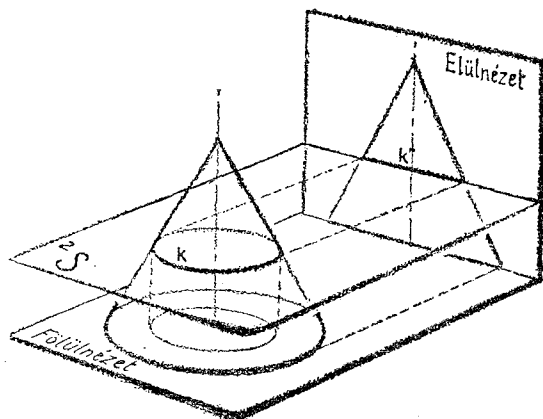
Gépiesen ezt így kapjuk meg: A C' -be (a csúcspont
fölülnézetébe) szúrjuk a körzőt. A $C'P_1'$ sugarú körívvel
elvetsszük a rendezőkre merőleges o vonalat: K_1' . Ebből
a pontból rendezőt húzunk a kúp elülnézetét ábrázoló
ferde vonalig: K_1'' . Innen pedig megint a rendezőkre me-

rőleges segédvonalal elmetsszük a P'_1 előbb meghúzott rendezővonalát. A kapott metszéspont a P_1 pont keresett elülnézete: P'_1

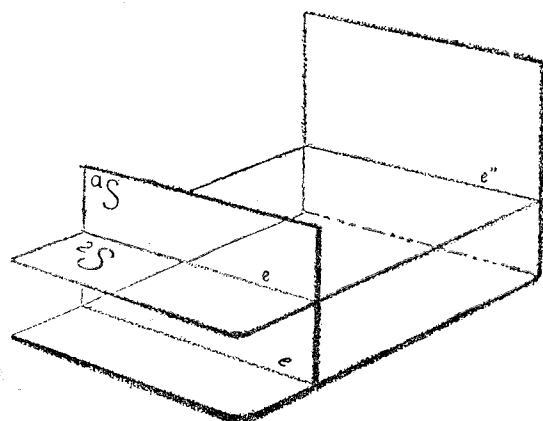
Ez már a hiperbola elülnézetének egy pontja, nyilvánvaló, hogy ugyanígy kapjuk akárhány pontját.

A vonalak térbeli magyarázata

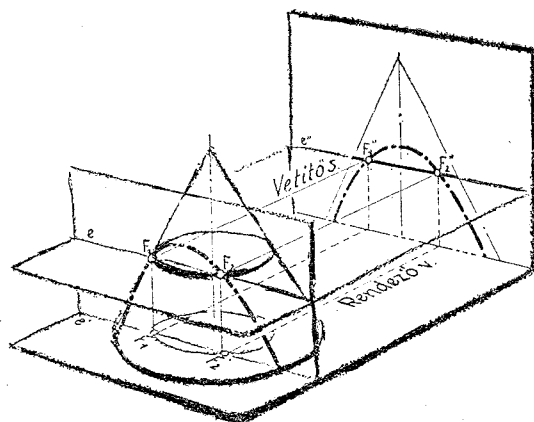
(50., 51. és az 52. ábra) megkönnyíti e szerkesztés megjegyzését is, és mindjárt fel is szabadítja az embert az önálló, értelmes munkára. Mit jelent a $P'_1K'_1$ kör? Ez is metszészvonal: könnyen rajzolható metszészvonal. A szabás-szerkesztésben mindig ilyen segéd-metszészvonalakkal fo-



50. ábra. A kúpot a tengelyére merőleges (segéd-) sík metszi



51. ábra. A segédsík és az adott sík metszészvonala



52. ábra. A segédsíkban levő segédmetszészvonalak metszéspontja (F_1, F_2) a keresett metszészvonal megtalált pontja

gunk dolgozni, azért mutatjuk be mindjárt bevezetőül ezt a hiperbolaszterkesztést. (Más szerkesztései: pl. 296., 310. ábra, feladat az 57. ábra után.)

A kúpnak és a forgási tengelyére merőleges síknak a metszészvonala kör (50. ábra). Ha a forgási tengely függőleges, az ilyen köröket a fölülnézetben kör, az elülnézetben pedig egyenes ábrázolja. A távlatos képen (50. ábra) természetesen ellipszisnek látszik a térbe képzelendő kör, csak az elülnézete (k'') marad ott is egyenes.

Amikor a K'_1 pontot megkaptuk, a P_1 ponton átmenő vízszintes segédsík helyét találtuk meg. A k'' vízszintes segédvonal természetesen nemcsak a kúpfelületen levő körnek, hanem az adott sík és a segédsík metszészvonalának (51. ábrán e -nek) is elülnézete ($e'' \equiv k''$). Csak a térbeli viszonyok teljes elképzelése (52. ábra) képesít arra, hogy a megtanulttól eltérő körülmények között is hibátlanul oldhassuk meg a gyakorlatban adódó feladatokat.

A szabás fogalma

A szabás olyan síkidom, amelyből egy test felületének (egy térbeli felületnek) egy részét fogjuk elkészíteni. Három jellegzetes fajtája van:

1. Síklap szabása.
2. Kiteríthető felület szabása.
3. Kiteríthetetlen felület szabása.

A legegyszerűbben az elsőből készül a test felülete: csak ki kell vágni a felrajzolt szabást (szélét esetleg a hegesztéshez ferdére munkálni), és összeilleszthető a felület többi szabásdarabjával. A 2. fajta szabást kivágás után meg is kell hajlítani. A 3. fajtát pedig nemcsak hajlítani, hanem nyújtani vagy zömíteni is kell, hogy a domború-homorú vagy nyerges térbeli felület kialakuljon belőle. A görbe felületek szabásával foglalkozik e könyv legnagyobb része, most itt ízelítőül a 49. ábrán megszerkesztett oldalt metszett kúp metszősíkjának szabásával foglalkozunk.

Mi különbség a megkapott vetület és a keresett szabás között?

A megkapott elülnézet nem ábrázolja valódi nagyságában a hiperbolát. A hiperbola síkja ugyanis nem párhuzamos az elülnézet rajzsíkjával, hanem egy kissé ferdén áll hozzá képest: A térben az elülnézet elé képzelendő A pont közelebb van az A'' -hez (az A második képéhez), mint a B pont a B'' -hez. Ezért azután a rajzbeli $A''B''$ szakasz rövidebb, mint az a térbeli AB távolság, amelyet az $A''B''$ ábrázol. A megszerkesztett hiperbola tehát keskenyebb a valóságosnál, mert azt ferde beállításban ábrázolja.

A szabásnak viszont az a legfontosabb tulajdonsága, hogy minden mérete megfelel a felület valóságos méretének.

A géprajzi vetületek (fölülnézet, elülnézet, oldalnézet) közül csak az ábrázol valódi méretében egy adott távolságot, amelyben az a távolság egyenese a rajz síkjával párhuzamos. Ilyen pl. a 49. ábrán az AB távolság fölülnézete, az $A'B'$ egyenesszakasz. Síkbeli alakzatok (síkidomok, síkgörbék) vetülete csak akkor valódi méretű, ha a síkjuk párhuzamos a rajz síkjával. Az adott hiperbola síkja a 49. ábrán egyik nézetben sem párhuzamos a rajz síkjával.

Ilyenkor vagy olyan új nézetet szerkesztünk, amelynek rajzsíkjá párhuzamos a valódi méretben ábrázolandó síkkal (nézetváltás, pl. 86. ábra), vagy pedig elfordítjuk az

adott idomot úgy, hogy párhuzamosan álljon valamelyik vetületében a rajz síkjával. Válasszuk ebben az esetben az utóbbi megoldást:

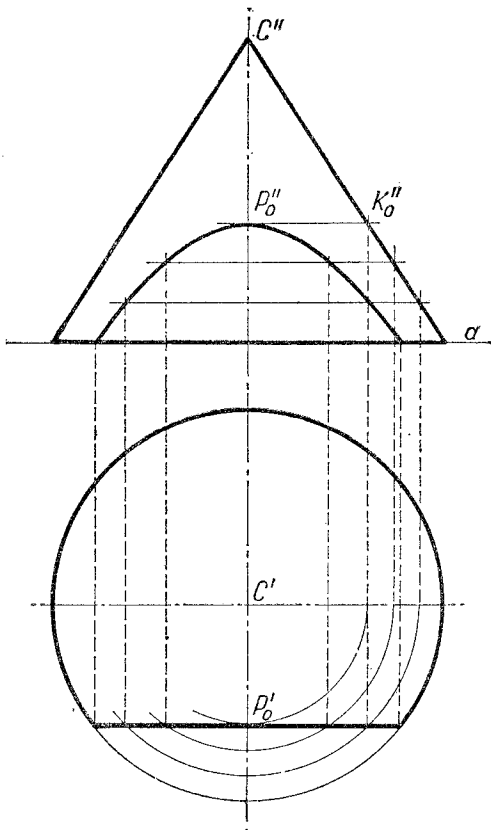
Elfordítás:

Az elfordítás tengelyét úgy kell megválasztani, hogy párhuzamos legyen a rajz síkjával (abban a vetületben, amelyben a valódi méretű képet akarjuk kapni). Szinte kínálkozik most erre a szerepre a kúp tengelye, mely az elülnézetben a rajz síkjával párhuzamos. A fölülnézetben a C' pont ábrázolja az egész tengelyt (mert az ott a rajzra merőleges). Elfordítás közben a hiperbola síkjának a forgástengelytől mért $C'P'_0$ távolsága változatlan marad. Az elfordított sík fölülnézetének megszerkesztése tehát mindössze annyiból áll, hogy a rendezővonalakra merőleges érintőt húzunk a P'_0 -n átmenő segédkörívhez (53. ábra).

53. ábra. Az adott síkot az elülnézet síkjával párhuzamosra fordítjuk

A szabás:

Az 54. ábrán újra meg-rajzoltuk a kúpot elfordított helyzetben, és újra elvégeztük az egész hiperbolasz-



54. ábra. Az előbbi hiperbola (49. ábra) valódi alakja (szabása)

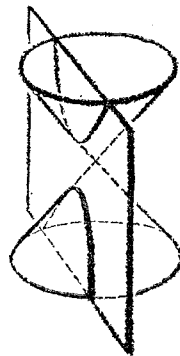
kesztést. Egy kis gyakorlat után azonban nyugodtan *be-lerajzolhatjuk* az elfordított hiperbola megszerkesztését a ferdén beállított hiperbola elülnézetébe. Változtatlanul felhasználhatjuk ilyenkor valamennyi segédvonalunkat, csupán az új rendezőket kell megrajzolni.

f) A hiperbola másik ága

A mértan az egyeneseket végtelen hosszúnak tekinti. Semmi akadályja sincsen annak, hogy a kúp alkotóit képzeletben ne hagyjuk abba ott, ahol metszik egymást, vagyis a kúp csúcsában, hanem tovább folytassuk akár-máig. Az alkotók csúcson túli meghosszabbítása ugyanolyan kúpfelületet alkot, mint amilyen az eredeti. A mértanban ezt a két szemben álló kúpot tekintjük a *teljes* kúpfelületnek. Ennek az eredeti kúp is, meg a csúcson túli, képzeletbeli kúp is csak *egy-egy süvege*.

Az a sík, amely a kúp egyik süvegét hiperbolában metszi, metszi a kúp másik süvegét is egy ugyanolyan hiperbolában. Helyesen mondván ez nem két külön hiperbola, hanem csak ugyanennek a hiperbolának *két külön-álló ága* (55. ábra).

Nemcsak a tengellyel párhuzamos sík, hanem minden ferde sík is, amely egy kúpnak mind a két süvegét metszi, hiperbolában metszi a kúpot.



55. ábra. A teljes hiperbola két ága a kúp két süvegén. (Szerkesztés: 257. ábra)

g) Az ellipszis meg a parabola mint kúpszelet

Az olyan ferde sík, amely a kúp felületének csak az egyik süvegét metszi, általában *ellipszisben* metszi a kúpot. Van azonban egy sor olyan sík is, amely nem metszi ugyan a kúp másik süvegét, de az egyik süveget sem metszi *egészen körül*, mert az *ilyen* sík éppen párhuzamos a kúpnak egy alkotójával, s ezt az egyet *nem metszi*. (Néha célszerű azt mondani, hogy a „végtelenben” metszi.) Az ilyenkor keletkező metszészívonál a *parabola*.

Szerkesztés:

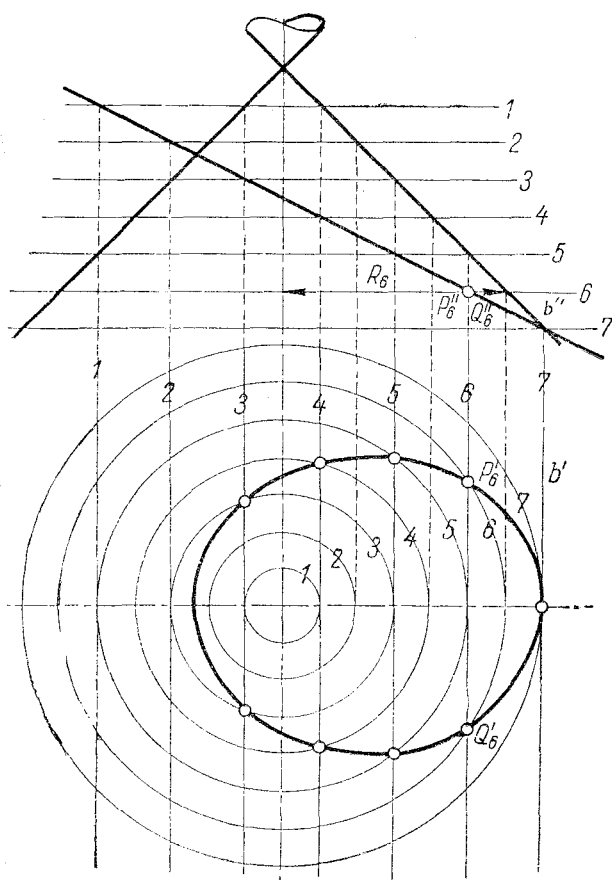
A 49 – 52. és az 54. ábrán *segédsíkokkal* szerkesztettük meg a kúp síkmetszetét. Most is ezt a módszert alkalmazzuk, segédsíkjainkat itt is (56. és 57. ábra) a kúp tengelyére merőlegesnek választjuk; csak az *adott* metsző-síkban lesz különbség, mert az most nem párhuzamos a kúp tengelyével, tehát a fölülnézetben nem is merőleges a rajz síkjára, hanem *ferde*. Szerencsére minden ferde sík ábrázolható úgy, hogy az *elülnézetben* legyen merőleges a rajz síkjára. Az itt látható ferde vonalban *benne van* a keresett metszészívonál éppúgy, ahogy a segédsíkok elülnézetében az egyenesük *ábrázolja* azt a kört is, amelyben a kúpfelületet metszik.

Két sík metszészívonala egyenes. A mi esetünkben (56. ábra) ezeket az egyeneseket az elülnézetben csupán egy pont ábrázolja. Az adott sík és a 7-es segédsík metszészívonala elülnézetben a b'' pont. A fölülnézete ennek a b egyenesnek, a b' , egybeesik a b'' rendezővonalával.

A 6-os sík az elülnézetben lemérhető R_6 sugarú körben metszi a kúp felületét. A fölülnézetben ez a 6-os kör metszi

a 6-os egyenest két pontban: P'_6, Q'_6 . Ezek már a keresett ellipszis pontjai.

Ugyanígy szolgáltatja az ellipszis többi pontját vagy a parabola pontjait a többi segédsík.



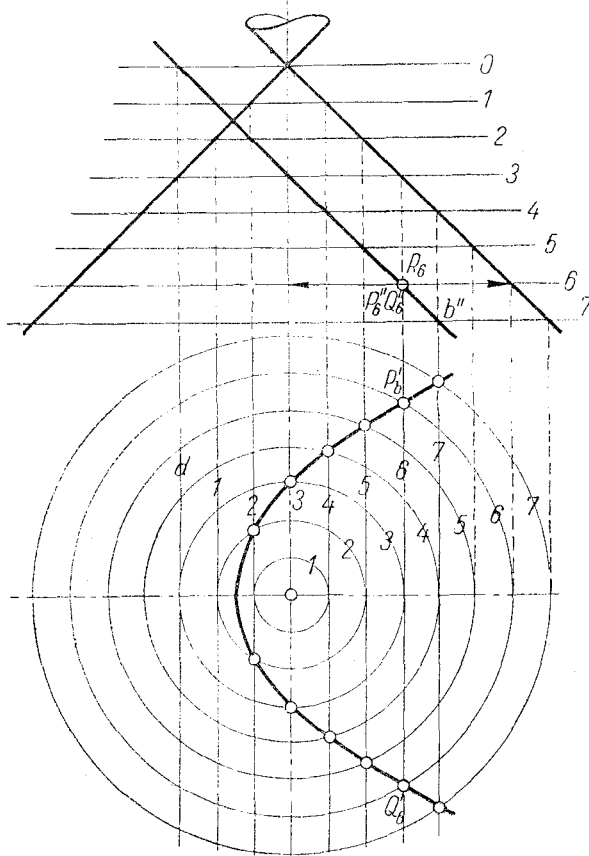
56. ábra. Egy ellipszisszerkesztés. (Az egyforma számot viselő körök és egyenesek metszéspontjai ellipszisen vannak)

h) A közösleges parabolaserkesztés (47. ábra) térbeli magyarázata (57. ábra)

A *d)* alatt ismertetett szerkesztés körök és egyenesek metszéspontjaként szolgáltatta a parabola pontjait. Az imént az ellipszist is körök és egyenesek metszéspontjaiból kaptuk. Az egymást metsző kör és egyenes mindig egy-egy azonos segédsíkban feküdt, a kör a segédsíknak és a kúpnak a metszsvonala, az egyenes a segédsíknak és az adott metszsvíknak a metszsvonala volt.

Magunktól rájöhettünk, hogy a közösleges parabolaszerkesztés ugyanígy magyarázható. Sőt azt is könnyen kitalálhatjuk — ha másképp nem, hát az 57. ábra segítségével —, hogy mit jelent az irányító. Képzeljünk egy segédsíkot a kúp csúcsába is. Ez is metszi a ferde síkot egy egyenesben. Ennek az egyenesnek a fölülnézete a parabola alakú fölülnézet irányítója. A csúc fölülnézete pedig ebben az esetben a parabola gyűjtőpontja!

Megjegyzés. A fölülnézetben keletkezett ellipszis és parabola (56. és 57. ábra) nem azonos a metsző síkban keletkező ellipszissel és parabolával, a síkmetszet szabásával, hanem kurtább, tompább annál. Az ellipszist úgy is be lehet állítani, hogy pontosan körre tompuljon (92. ábra). Ugyanott és a 98. ábrán a szabásszerkesztéshez ilyenkor alkalmazható nézetváltás is megtalálható



57. ábra. A parabolaserkesztés (47. ábra) térbeli magyarázata. A körök és egyenesek segéd-metszsvonalak egy kúp síkmetszetében

Fontos megfigyelés:

A segédsíkos eljárás egyformán bevált ellipszisse, hiperbolára, parabolára. A szerkesztés lényege mindig az a gondolat volt, hogy a segédsík könnyen megszerkeszthető vonalakban (körökben és egyenesekben) metszette mind a két adott felületet, a kúpot és a metsző síkot; a keresett metszsvonal (hiperbola, ellipszis, parabola) egy-egy pontja a könnyen megszerkeszthető *segédmetszsvonalak metszéspontja*.

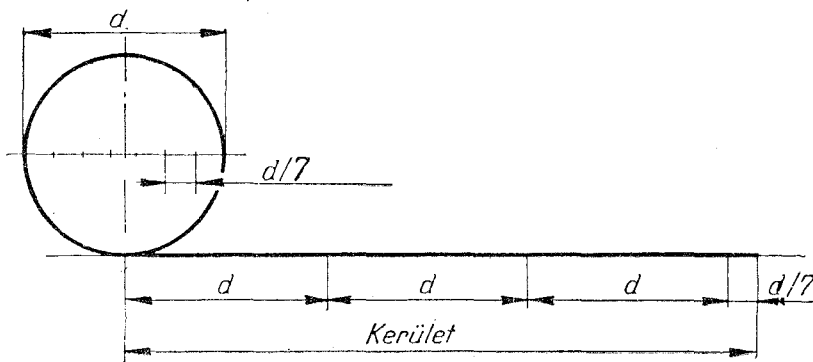
Látni fogjuk, hogy az adott felületek metszsvonalának megszerkesztéséhez bizonyos esetekben nemcsak síkot, hanem más segédfelületet is használhatunk, pl. gömböt (144. és 293. ábra). A gondolat azonban mindig ugyanaz: a keresett metszsvonal egy-egy *pontja* a könnyen meghúzható segédmetszsvonalak metszéspontjaként adódik.

Egyszerű feladat

Nyilvánvaló, hogy ha az 57. ábra kúpjához mégmeredebb metszsvíkot választunk (vagyis a fölülnézetben sűrűbb egyenes-sereget veszünk fel, mint amilyen sűrűn a köröket húztuk), akkor a sík a kúp felső süvegét is metszi. Így tehát egy hasonló módszerű *hiperbolaserkesztéshez* jutunk. Rajzoljuk meg ezt egészen önállóan

A kör kerülete

A kerület és az átmérő hányadosát π -vel (görög betű, olvasd: „pi”) jelöljük. Ez a szám végtelen tizedes tört:



58. ábra. A kör kerülete „legördítve”

3,1415927... A gyakorlatban azonban *majdnem* mindig elég a három első számjegye: 3,14.

Egy 608 mm-es átmérőhöz tartozó körkerület ezzel 608 mm · 3,14 = 1909 mm. A gyakorlatban olyan fontos — és a műhelyben olyan gyakran hiányzó — *számtáblázatokban* valamivel pontosabb értéket is találhatunk, amelyet a π 3,14159-es értékével számítottak ki. A 608 mm átmérőhöz az ilyen táblázatokban 1910,08 mm tartozik.

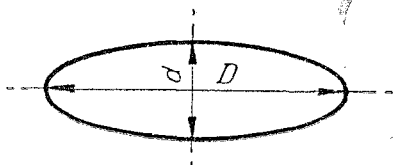
A különbség kb. 1 mm, nagyobbacska szabásrajzon ennyi hiba általában nem számít.

Gyakorlatilag elég pontos megközelítés az is, ha a π -t $3\frac{1}{7}$ -nek vesszük. Ezt az értéket — szintén gyakorlati pontossággal — „ellenőrizhetjük” is (58. ábra). Ha van egy körtárcsánk, annak körzöbe vett átmérőjét egymás után háromszor felrakjuk egy egyenes vonalra. Azután beosztjuk az átmérőt 7 egyenlő részre (26. ábra), és a három egész átmérő után még fölmérjük az egyenesre az átmérő $\frac{1}{7}$ részét is.

Azt, hogy ez a hossz egyenlő a tárcsa kerületével, úgy ellenőrizhetjük, hogy végiggördítjük rajta a tárcsát.

Az ellipszis kerülete

A matematikusok tetszőleges pontossággal ki tudják számítani az adott kis- és nagytengelyű ellipszis kerületét. A gyakorlatban néhány százalékos megközelítésnél pontosabbnak nincs értelme.



59. ábra. Az ellipszis tengelyei: D nagytengely (= $2a$, 61. ábra), d kistengely (= $2b$, 61. ábra)

Ha a két tengely hossza D és d (59. ábra), akkor a hozzájuk tartozó kerület:

I. képlet:

$$K_1 = \frac{7}{10}b + \frac{19}{10}\frac{b^2}{a} + 4a.$$

II. képlet:

$$K_2 = \frac{12}{10}b + \frac{11}{10}\frac{b^2}{a} + 4a.$$

Az I. képletet akkor használjuk, ha b/a kisebb, mint 0,6, a másodikat, ha b/a nagyobb, mint 0,6.

Példák:

1. Legyen $a = 200$ mm;

$b = 150$ mm. Akkor

$$b/a = 150:200 = 0,75 > 0,6,$$

tehát a második képlettel számítjuk ki az ellipszis kerületét:

$$K_2 = \frac{12}{10}150 + \frac{11}{10}\frac{150 \cdot 150}{200} + 4 \cdot 200 = 180 + 124 + 800 = 1104 \text{ mm.}$$

2. Legyen $a = 150$ mm; $b = 90$ mm.

Most $b/a = 90:150 = 0,6$, tehát akármelyik képlettel ugyanazt kell kapnunk.

$$K_1 = \frac{7}{10}90 + \frac{19}{10}\frac{90 \cdot 90}{150} + 4 \cdot 150 = 63 + 103 + 600 = 766 \text{ mm.}$$

$$K_2 = \frac{12}{10}90 + \frac{11}{10}\frac{90 \cdot 90}{150} + 4 \cdot 150 = 108 + 59 + 600 = 767 \text{ mm.}$$

A két eredmény különbsége 1 mm, a *viszonylagos hiba* $\frac{1}{767}100 \approx \text{kb. } 0,13\%$, tehát a lemezszabásban általában már nem számít. (Éppen ezért nem is számítottuk ki tizedmilliméterekre a középső tagokat, a 124-et, 103-at és 59-et, hanem egész mm-re kerekítettük ezeket a közbenső eredményeket.)¹

Kiszámíthatjuk az ellipszis kerületét a következő képlettel és táblázattal is.

A képlet:

$$K = \pi(a+b)x.$$

Ebbe a képletbe az x értékét a 2. táblázatból vesszük az előzőleg kiszámítandó $\frac{a-b}{a+b}$ aránynak megfelelően.

2. táblázat

Ellipsziskerület-számító tényező

$\frac{a-b}{a+b}$	x	$\frac{a-b}{a+b}$	x
0,1	1,003	0,6	1,092
0,2	1,010	0,7	1,127
0,3	1,023	0,8	1,168
0,4	1,040	0,9	1,216
0,5	1,064		

¹ Lásd: Bragysiz: Hogyan számoljunk, 88. old.

Példa:

Ellenőrzésül megint az $a = 150$; $b = 90$ méretű ellipszis kerületét számítjuk ki

$$\frac{a-b}{a+b} = \frac{150-90}{150+90} = \frac{60}{240} = \frac{1}{4} = 0,25$$

A 2. táblázatban

0,2-höz $x = 1,010$
0,3-hoz $x = 1,023$ tartozik.

Amíg tehát a tört 0,1-gyel nőtt, addig 0,013-mal növekedett ezen a tájon az x értéke. A mi törtünk 0,25; mindjárt látjuk, hogy ez *félakkora* növekedést jelent, s így a hozzá tartozó pontos x érték az előbb kiszámított növekedés felével nőtt: $1,010 + 0,0065 = 1,0165$. Hármasszabállyal mindig ilyen pontosan közbeiktathatnók az x tényező², de erre a lemez munkák gyakorlatában semmi szükség sincsen, hiszen a π -ből is csak 3 számjegyet veszünk figyelembe. Ezt a túl pontos x -et is kerekítjük tehát 1,0165-ről 1,02-re és így lesz a kerület:

$$K_3 = \pi(a+b)x = 3,14 \cdot (150+90) \cdot 1,02 = 768 \text{ mm.}$$

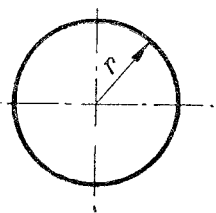
A kör és az ellipszis területe

a) Ha a kör sugara r (60. ábra), akkor a területe

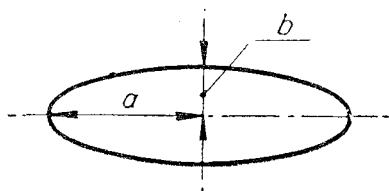
$$T = \pi r^2 = 3,14 \cdot r \cdot r.$$

Vagy műszakiasabban, a $D = 2r$ átmérőjével számítva

$$T = D^2 \pi / 4 = D \cdot D \cdot 0,785$$



60. ábra. A kör és sugara (r , „rádusz”)



61. ábra. Az ellipszis féltengelyei

Példa:

$D = 360 \text{ mm} = 3,6 \text{ dm}$ átmérőjű tárcsa területe

$$T = D^2 \frac{\pi}{4} = 3,6 \cdot 3,6 \cdot \frac{3,14}{4} = 3,6 \cdot 0,9 \cdot 3,14 = 10,2 \text{ dm}^2.$$

b) Ha az ellipszis nagytengelyének a fele a , kistengelyének a fele b (61. ábra), akkor a területe:

$$T = \pi ab = 3,14 ab.$$

Példa:

$D = 300$; $d = 180$ méretű ellipszis területe

$$T = 3,14 ab = 3,14 \cdot \frac{D}{2} \cdot \frac{d}{2} = 3,14 \frac{Dd}{4} = 3,14 \cdot \frac{3 \cdot 1,8}{4} = 4,24 \text{ dm}^2$$

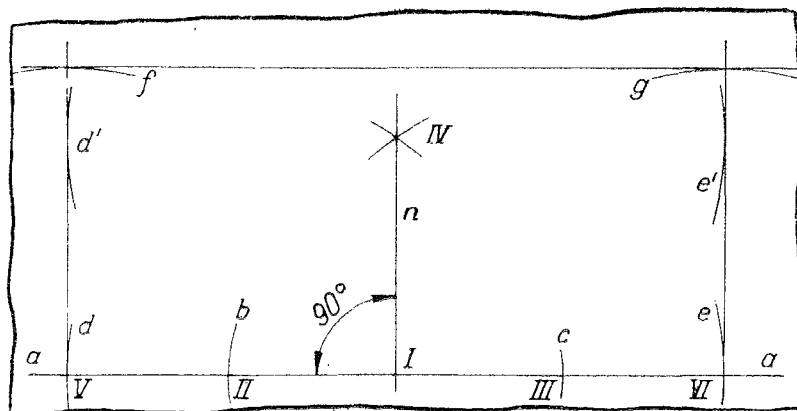
Megjegyzés: a pontosabb számításhoz természetesen itt is figyelembe vehetjük a π -nek több számjegyet, de erre a gyakorlatban rendszerint nincs szükség, mert *értelmetlen időpazarlás, ha pontosabban számítunk, mint amilyen pontosan mérünk.*

Derékszögű lemeztábla pontos előrajzolása

A legpontosabb rajzeszközünk a körző. A körzős szerkesztéseket, ha talán hosszadalmasabbak is, mégis többre tartjuk a derékszögvonalzó menti szögfelrakásnál és a vonalzósúsztatós párhuzamos-szerkesztésnél

Az adott ferde vagy szélű lemezt (62. ábra) körös-körül befestjük krétás vízzel. Az alsó, hosszú szélétől mintegy 10–15 mm-re meghúzzuk az a alapvonalat. A tábla egész hosszát az I -es pont által nagyjából elfelezzük. E körül a pont körül — a derékszögyszerkesztés végett — meghúzzuk egy körnek a b és a c ívecskijét és kapjuk a II -es és a III -as pontot az a vonalon. E körül a két pont körül valamivel nagyobb, de egyforma körzőnyílással olyan két ívecskét húzunk, hogy azok a IV -es pontban messék egymást. Ha összekötjük az I -es pontot a IV -essel, megkapjuk az a vonalra pontosan merőleges n vonalat

Most körzőbe vesszük a kiszabandó tábla hosszúságának felét és azzal mint sugárral meghúzzuk az I -es pont körül a d és az e körívet. Ugyanakkora sugárral a IV -es pont körül is húzunk hasonló köríveket, a d' -t és az e' -t. Az előbbi két ív (tehát a d és az e) metszi az alapvonalat a V -ös és a VI -os pontban. Most a kiszabandó lemez szélességét vesszük körzőbe, és az V -ös meg a VI -os pont körül meghúzzuk az f és a g körívet



62. ábra. Pontos derékszögű tábla

² Ua. 159. stb. old. (A szerk.)

A tábla határvonalai a d , d' , e , e' és f , g -ívek közös érintői. (Vigyázz! Nem szabad összetéveszteni az érintőket a d' , f vagy az e' , g ívek metszéspontjain át húzható egyenesekkel.)

A mérőkerék

Ha egy henger kerületét kell megállapítani — különösen ha a henger nagy és ezért az átmérő pontos leérése bajos, vagy ha a henger nem pontosan kör és nem is pontosan ellipszis szelvényű —, akkor mérőkerékkel járjuk körül.

A mérőkerék fő része a 2—3 mm vastag kerék, amely egy fogantyús villában van csapágyazva, a kerületén mm-es beosztás van (63. ábra). Az átmérője különféle, aszerint, hogy milyen hosszúságot mér egy-egy teljes fordulattal. Pl. egy 500 mm-es mérőhosszúságú mérőkerék átmérője 159,2 mm. (Ugyanis $159,2 \text{ mm} \cdot 3,14 = 500 \text{ mm}$.)

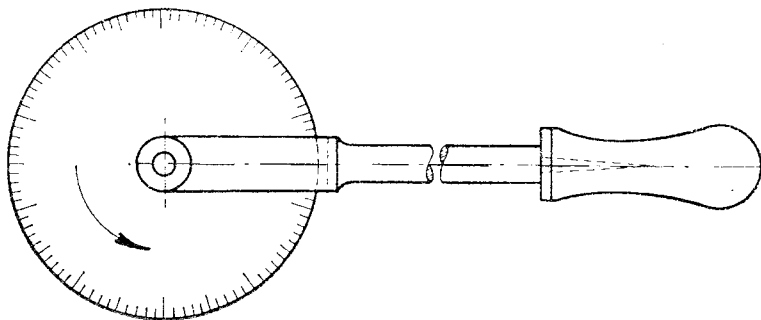
Példa:

Egy henger pontos körülmérése alatt 500 mm kerületű mérőkerekünk öt teljes fordulatot végzett, és még 67 mm olvasható le, amikor a kezdőjelhez érkeztünk vissza. (Induláskor természetesen a kerék 0-ját igazítottuk a kezdőjelhez.)

A mért kerület így adódik:

$$\begin{array}{r} 5 \cdot 500 \text{ mm} = 2500 \text{ mm} \\ + \quad 67 \text{ mm} \\ \hline 2567 \text{ mm.} \end{array}$$

Nyilvánvaló, hogy a mérőkerékkel görbe vonalak



63. ábra. Mérőkerék

hosszúságát, elég nagy csövek belsejét stb. is megmérhetjük.

Vigyázz! A mérőkerék gördítési irányát megszabja a beosztás növekedése.

A rajzlemez

Szerkesztéseinkhez célszerű egy állandó rajzlemezt használni, amely a szokásos feladatok méreteinek megfelelő, esetleg több darabból összeállított vagy hegesztett vaslemez lehet. Minden használat előtt átmázoljuk krétával vagy mésztejjel, hogy a karcolt rajz jól látható legyen rajta. A rajzlemez így akárhányszor használhatjuk. (A túlzott összekarcolás miatt, főleg a mélyebbre sikerült karcok miatt időnként esetleg át kell csiszolni.) Rendszerint nemcsak a szabást, hanem a műhelyrajzon adott vetületeket is meg kell rajta rajzolnunk, mégpedig a „semleges szál” (lásd a következő oldalon) méreteinek megfelelően átrajzolva.

MÁSODIK FEJEZET

HENGERES ÉS PRIZMATIKUS TESTEK (néhány kazángyártási példával)

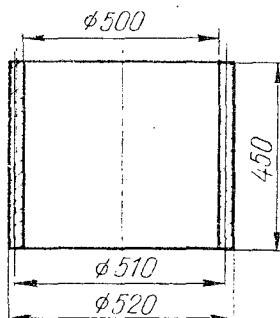
Lemzehenger kerületének kiszámítása.

A semleges szál

A henger harántszelvénye kör, palástjának szélessége annyi, mint ennek a körnek a kerülete: tehát az átmérő 3,14-szerese.

A lemezhengernek azonban mértanilag van egy külső és van egy belső felülete. Amikor a sík lemezt hengerre hajlítjuk, a külső felülete megnyúlik, a belső megrövidül. Valahol a kettő között a lemez anyagában van egy felület, amelynek a hosszúsága nem változik, a henger harántszelvényében ennek egy változatlan hosszúságú kör felel meg: ez az úgynevezett „semleges szál”.

Gyakorlatilag a semleges szál körének átmérőjét (64. ábra, 510 mm) a külső és belső átmérő számtani középátlósának vesszük.

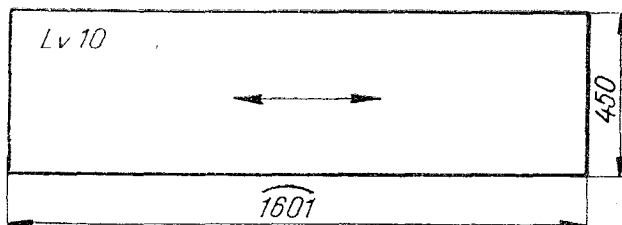


64. ábra. A közepes átmérő

$$d_s = \frac{D + d}{2} = d + v = D - v.$$

Példa:

A semleges szál hossza a rajz méreteivel $510 \text{ mm} \cdot 3,14 = 1601 \text{ mm}$ (65. ábra).

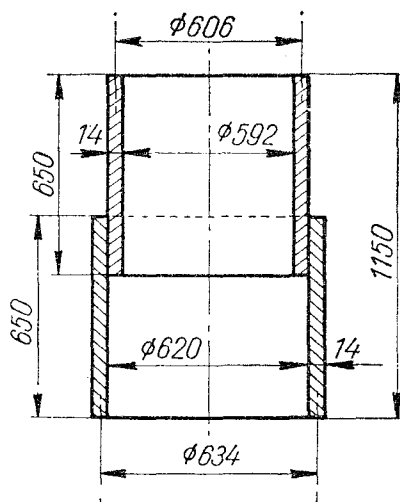


65. ábra. Hengeröv szabása

Több-öves lemezhengerek szabása

Az övek „átlapolása” végett az egyiket a másikba bele lehet dugni (66. ábra).

A lemezek gyártási tűrései és felületük megengedett egyenetlenségei miatt a belső övet még valamivel kisebbre,

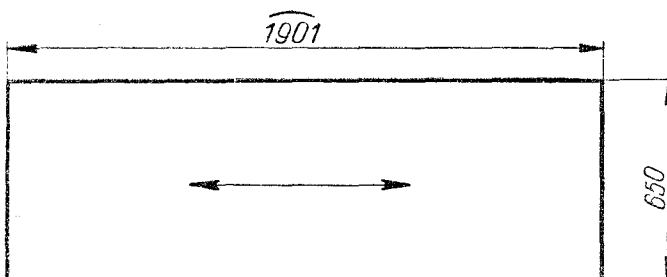


66. ábra. Egymásba dugott hengerek

a külsőt valamivel nagyobbra kell csinálnunk (66. ábra). A bevált gyakorlat szerint ezt a semleges szál hosszának a kiigazításánál vesszük figyelembe.

Az igazítás

5 mm lemezvastagságig	1 mm,
5 mm fölött 15 mm-ig	2 mm,
15 mm fölött	3 mm.



67. ábra. A belső öv szabása

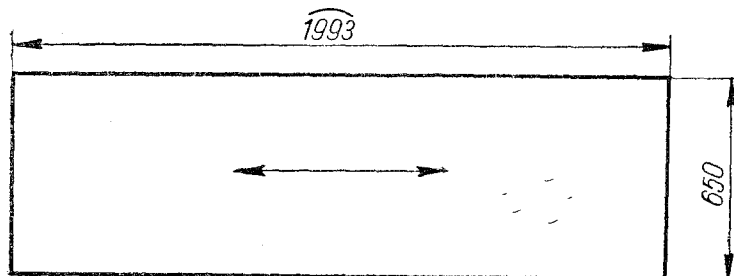
Példa: A rajz szerinti méretekből:

A szűk övre:

$$606 \text{ mm} \cdot 3,14 = 1903 \text{ mm}$$

igazítás -2 mm

A semleges szál hossza 1901 mm (67. ábra)



68. ábra. A külső öv szabása

A bö övre:

$$634 \text{ mm} \cdot 3,14 = 1991 \text{ mm}$$

igazítás $\pm 2 \text{ mm}$

A semleges szál hossza 1993 mm (68. ábra).

Példák a kazán- és tartánygyártásból

1. példa:

Egy meghibásodott lángcsövet újjal kell kicserélni. Mivel a régi cső deformálódott (az alakja megváltozott, nem kerek), a belső átmérőjét nem lehet pontosan megmérni. A kazánfeneknek befelé és kifelé levő nyaka is elvesztette pontos kör alakját a régebbi tömörítés által. Az új cső külső kerületének pontosan ugyanakkorának kellett lennie, mint a nyakak belső kerülete, hogy azok az illesztés és tömörítés után körös-körül tömören állják a nyomást.

A be- és kiálló nyakak belső kerületét mérőkerékkel kell lemérni.

A kiálló nyak belső kerülete 2214 mm. Ezzel az új lángcső külső átmérője: $2214 \text{ mm} : 3,14 = 705 \text{ mm}$.

A befelől álló nyak belső kerülete 2207 mm. Ezzel:
2207 mm:3,14 = 703 mm, itt ez az új lángcső külső átmérője.

Az új lángcső (69. ábra) falvastagsága ugyanannyi legyen, mint a régié: 11 mm. Ezzel az új lángcső (70. ábra) kiterített köpenvmérete

a kifelé-nyakas fenéknél:

$$(705 - 11) \text{ mm} \cdot 3,14 = 694 \text{ mm} \cdot 3,14 = 2179 \text{ mm};$$

a befelé nyakas fenéknél:

$$(703-11) \text{ mm} \cdot 3,14 = 692 \text{ mm} \cdot 3,14 = 2173 \text{ mm}.$$

Hogy a lángcső beépítését megkönnyítsük, tanácsos a fenekek nem pontosan kör alakú nyílásait kör alakúra igazítani, fölmelegítve. Ha erre nincs mód, akkor az új csövet mind a két végén kb. 2 mm-rel kisebbre kell venni, behelyezve kell hozzákalapálni a nyakak belsejéhez és azután kell tömöríteni, hogy a kazán tömören állja a nyomást.

2. példa:

Egy hosszúkás tartány befvilága 700 mm·1400 mm; magassága 910 mm, falvastagsága 8 mm (71. ábra).

A köpeny kerülete a lemez közepére (a semleges szárn) számítva:

$$2.700 \text{ mm} + 2.354 \text{ mm} \cdot 3,14 = 1400 \text{ mm} + 2223 \text{ mm} = 3623 \text{ mm}.$$

A köpenyt két darabból állítjuk össze, mindegyik $900 \text{ mm} \cdot 1811,5 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm}$ (72. ábra),

Megjegyzés:

A fenéklemez 10 mm-rel kiáll, hogy könnyen készíthető sarokvarrattal hegeszthessük össze.

3. példáz:

Gömbölyített sarkú négyszögletes tartály (73. ábra.)
Belvilága 1200 mm•1800 mm, magassága: 1010 mm, fal-
vastagsága 6 mm.

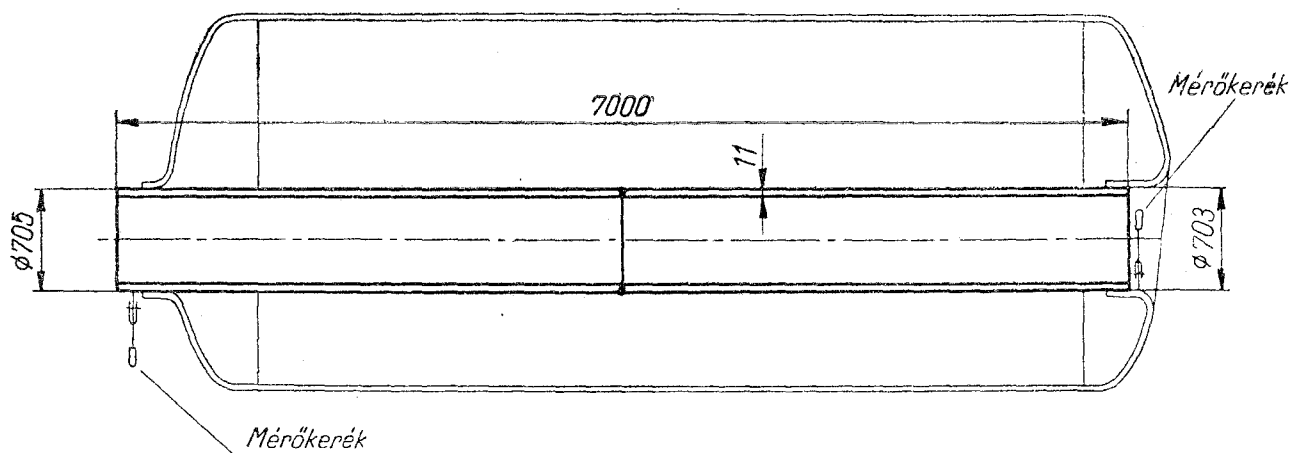
A köpeny hossza a lemez középső felületére (a semleges szálra) számítva (74. ábra):

$$2 \cdot 1560 \text{ mm} + 2 \cdot 960 \text{ mm} + 2 \cdot 123 \text{ mm} \cdot 3,14 = 3120 \text{ mm} + 1920 \text{ mm} + 772,4 \text{ mm} = 5812,4 \text{ mm}, \text{ azaz } \mathbf{5812 \text{ mm}}.$$

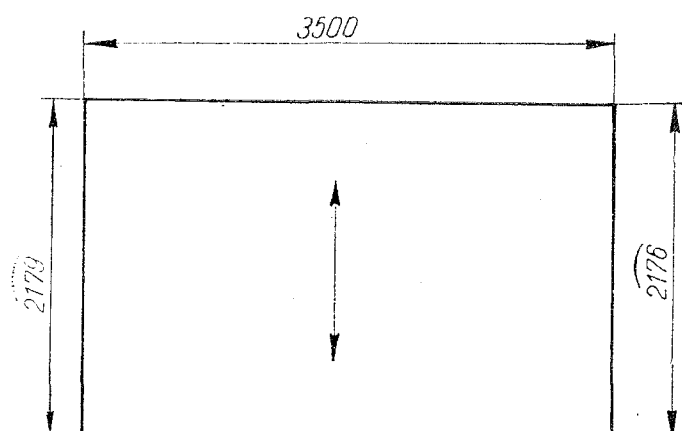
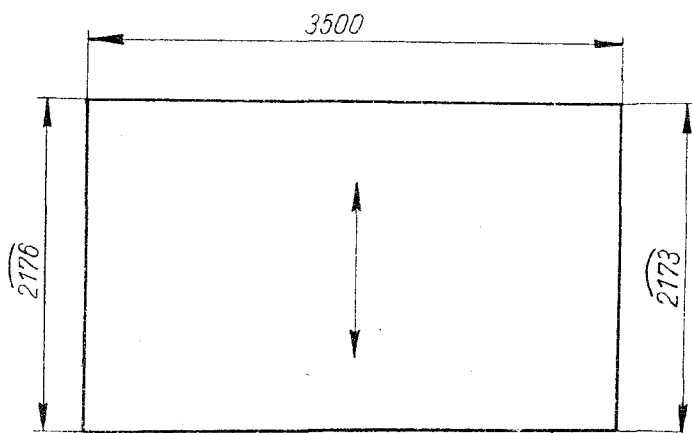
(A 2·123 mm·3,14 a négy legömbölyítő negyed henger-szalag semleges szálának az együttes hossza.)

Megjegyzés:

A fenéklemez 10 mm-rel kiáll, hogy könnyen készíthető sarokvarrattal hegeszthessük össze.



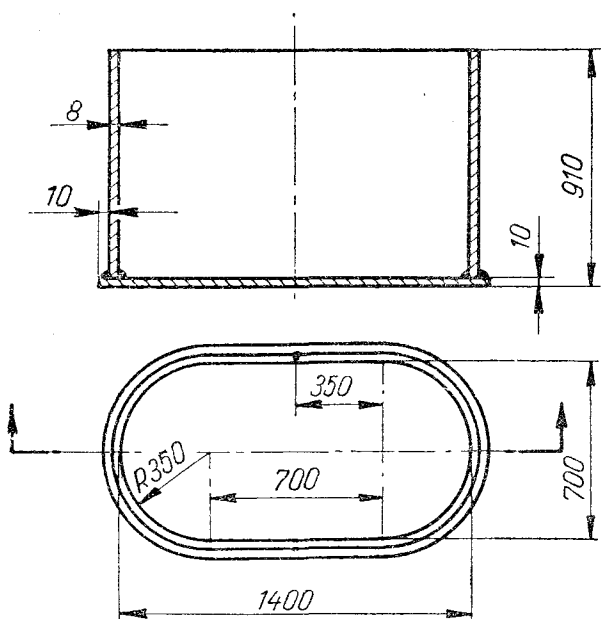
69. ábra. Új lángcsövet egy régi dobba.



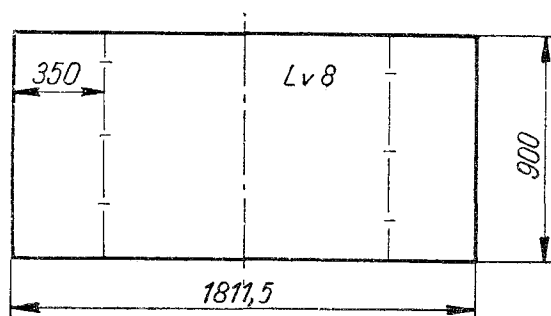
70. ábra. A lánocsó két felének szabása

4. példa:

Hengeres tartány belvilága 800 mm, magassága 710 mm, falvastagsága 10 mm. Feneke lapos, de felfölbölyített peremmel csatlakozik a köpenyhez (75. ábra).



71. ábra. Versenypálya-szelvényű tartány



72. ábra. A tartány félköpenye

Kiszámítandók

- a) a köpeny, és
- b) a fenék szabásának méretei.

a) A semleges szál kerülete

$$810 \text{ mm} \cdot 3,14 = 2543,4 \text{ mm},$$

a köpeny kiszabott méretei tehát

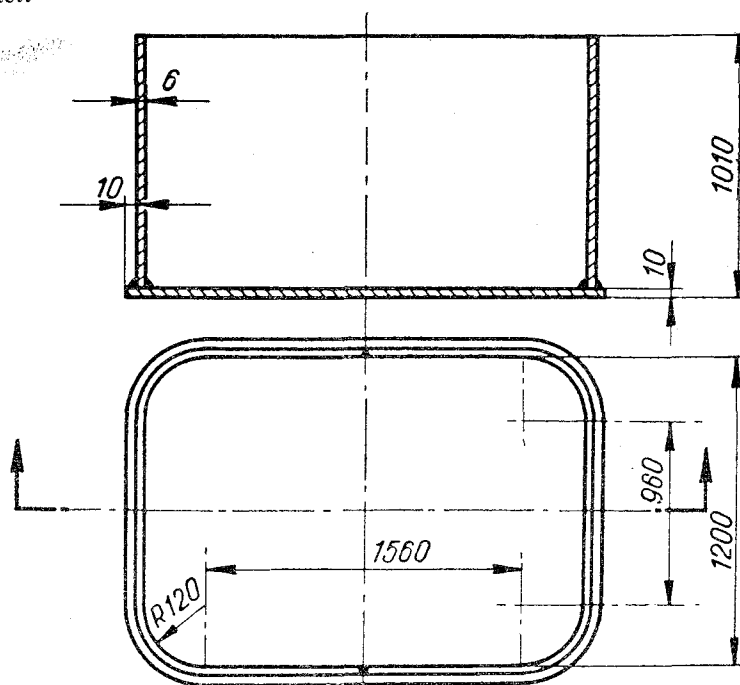
$$630 \text{ mm} \cdot 2543 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}.$$

b) A peremezés kezdete $800 \text{ mm} - 2 \cdot 50 \text{ mm} = 700 \text{ mm}$. A szabás átmérője a két 55 mm sugarú negyedkör hozzáadásával: $700 \text{ mm} + 55 \text{ mm} \cdot 3,14 + 2 \cdot 20 \text{ mm} = 700 \text{ mm} + 172,7 \text{ mm} + 40 \text{ mm} = 912,7 \text{ mm}$, azaz **913 mm**. (Az 55 mm a peremezés sugara a semleges szálnál, az $55 \cdot 3,14$ annyi, mint két negyedkör, azaz egy félkör kerülete.)

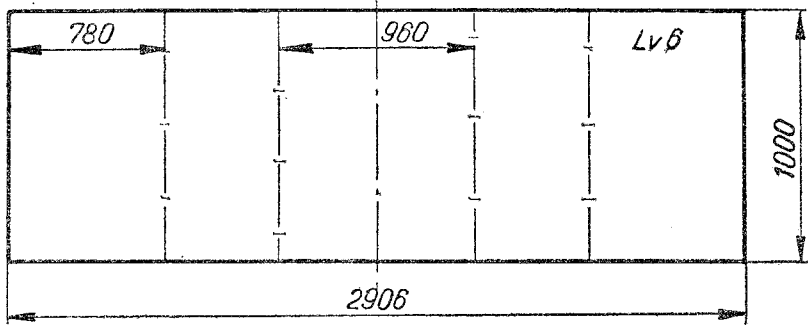
5. példa:

Mekkora lyukat kell készíteni a nyakperem elkészítése előtt sík, illetve domború lemezen.

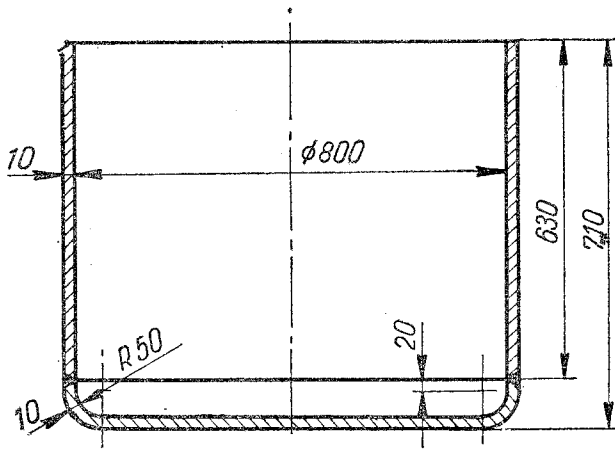
a) A sík tárcsába (76. ábra) $D = 700 \text{ mm}$, $s = 12 \text{ mm}$, $r = 76 \text{ mm}$ (az r a semleges szál mérete), a hengeres nyak magassága $L = 30 \text{ mm}$. A peremezés kezdetének átmérő-



73. ábra. Gömbölyű sarkú tartány



74. ábra. A tartány félköpenye



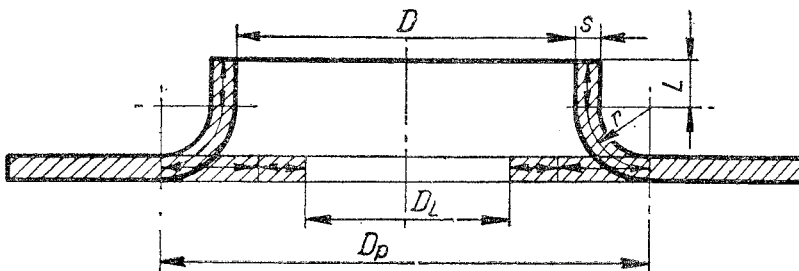
75. ábra. Alul is gömbölyített élű tartány

jét két fél falvastagság és két semleges szálban mért gömbölyítési sugár hozzáadásával számítjuk:

$$D_p = D + s + 2r = 700 \text{ mm} + 12 \text{ mm} + 2 \cdot 76 \text{ mm} = 864 \text{ mm.}$$

A peremezés előtti lyuk átmérője:

$$D_L = D_p - 3,14 r - 2L = 864 \text{ mm} - 3,14 \cdot 76 \text{ mm} - 2 \cdot 30 \text{ mm} = 864 \text{ mm} - 238,6 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 565,4 \text{ mm} = 565 \text{ mm.}$$



76. ábra. Nyakperem sík lemezben. (Az alsó nézetvonalat a vékonyan ábrázolt peremezés előtti alak kedvéért nem húztuk meg vastagon)¹

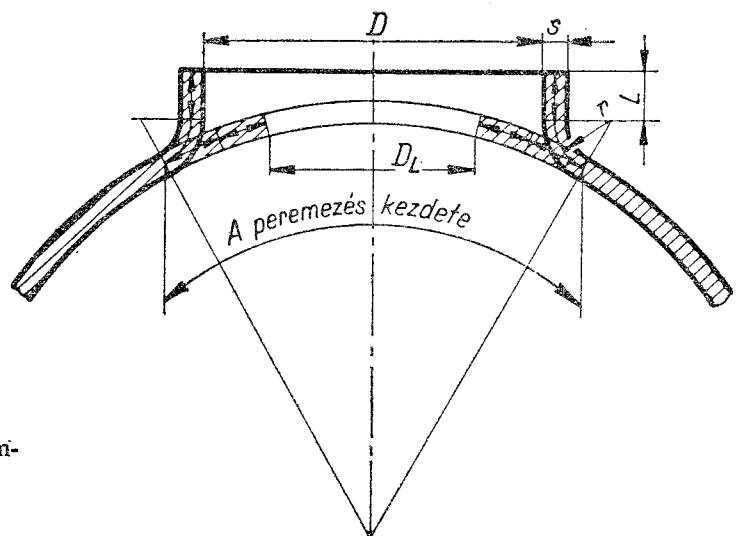
¹ A géprajz szabályai szerint ilyen nézetvonal-jelölés nem engedhető meg, szintűgy pl. ugyanezen az ábrán az íves méretvonalhoz húzott r kóta sem. Mivel a továbbiakban is kénytelenek voltunk helyenkint a műhelyrajzra vonatkozó szigorú szabályoktól többé-kevésbé eltérni, hangsúlyoznunk kell, hogy e könyv ábráinak nem géprajzitanítás a céljuk. Az eltérések azonban csak a rajzoló szempontjából érdekesek, a rajzolvasónak egyáltalán nem kell törődnie velük. (A fordító.)

b) A domború lemezre nem érdemes a bonyolult számítást elvégezni, hanem a rajzból állapítjuk meg a peremezés előtti méreteket (77. ábra).

Megjegyzés:

Ha a nyak peremét később el kellene tömöríteni, akkor az eredeti lyuk átmérőjét a rajzból adódó méretről (példánkban $D_L = 20 \text{ mm}$ -nél) kisebbre kell venni, vagyis a leendő nyakra a tömörítés végett rá kell hagyni.

A peremezés méreteit nem választjuk teljesen szabadon: az r legalább a lemezvastagság 3–4-szerese, a D_L pedig a D méretnek legalább $\frac{2}{3}$ -a, mert az L méret már így is a harmadával csökken.



77. ábra Nyakperem gömbösüveg falában

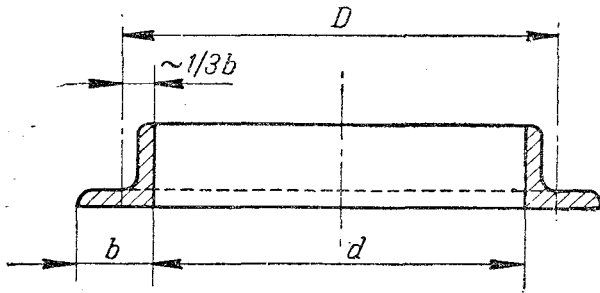
L-karikák hajlítása

a) Az L szára kifelé mutat (78. ábra).

Az egyenes L-acél hossza:

$$L = D \cdot 3,14 + 2b.$$

Itten $D = d + 2 \cdot \frac{1}{3} b$, vagyis a semleges szál távolságát a szármagasság harmadára tesszük. Mivel ez függ a szár vastagságától is, a vékonyabb szárú és az egyenlőtlen szárú L-acélokhoz tanácsos az MSZ 328 és az MSZ 329 szabványokban található értékeket venni figyelembe. A $2b$ hosszt azért kellett hozzátoldanunk, hogy a szögacélt a hajlításkor meg lehessen fogni. Az összehegesztés előtt természetesen ezt a ráhagyott darabot le kell fűrészelni. 3...4b-nél kisebb átmérőjű L acél karimát nehéz elkészíteni.



78. ábra. Kívül vápás L-karika

Példa:

$$b = 60 \text{ mm}; \quad d = 1100 \text{ mm},$$

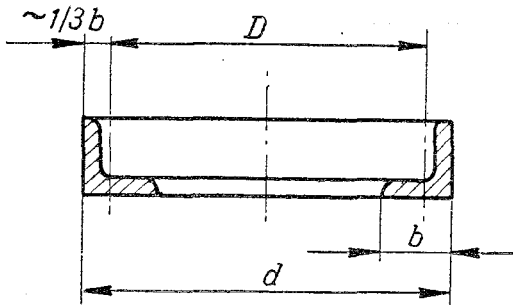
$$\frac{1}{3}b = 20 \text{ mm},$$

$$D = d + 2 \cdot \frac{1}{3}b = 1100 + 2 \cdot 20 = 1140 \text{ mm}.$$

Ezzel

$$L = 1140 \cdot 3,14 + 2 \cdot 60 = 3578 + 120 = 3698 \text{ mm}.$$

b) Az L-acél szára befelé mutat (79. ábra).



79. ábra. Befül vápás L-karika

Az egyenes L-acél hossza:

$$L = D \cdot 3,14 + 2b.$$

Itten

$$D = d - 2 \cdot \frac{1}{3}b.$$

Példa:

$$b = 60 \text{ mm}; \quad d = 1100 \text{ mm},$$

$$\frac{1}{3}b = 20 \text{ mm},$$

$$D = d - 2 \cdot \frac{1}{3}b = 1100 - 2 \cdot 20 = 1060 \text{ mm}.$$

Ezzel

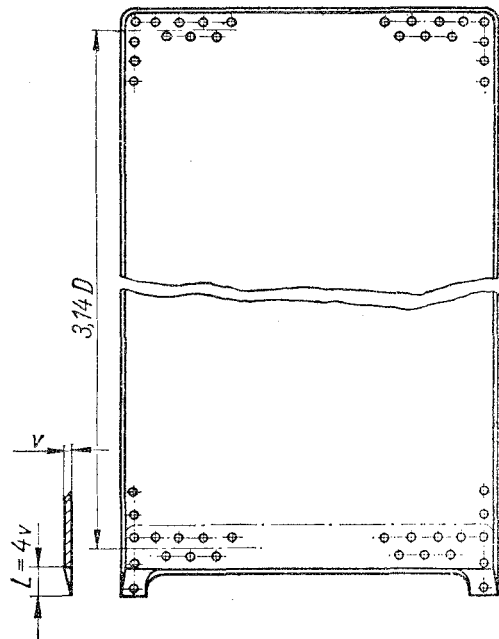
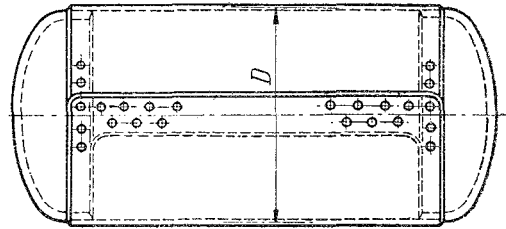
$$L = 1060 \cdot 3,14 + 2 \cdot 60 = 3328 + 120 = 3448 \text{ mm}.$$

Lemezalkatrészek összekötése

A kötés lehet forrasztott, hegesztett és szegecselt kötés.

Ha vékony lemezek szabását forrasztáshoz vagy hegesztéshez rajzoljuk elő, akkor a lemezvastagságot elhanyagolhatjuk. Összehesztendő vagy szegecselendő vas-

tag lemezek szabásához azáltal vesszük figyelembe a lemez vastagságát, hogy a kiterített méreteket a *semleges szálra* vonatkoztatjuk, vagyis minden méretet a lemez középfelülete szerint állapítunk meg. A hegesztéshez szükséges éleszedéseket is tekintetbe kell venni. Szegecselésekhez a műhelyrajzon kell megkapnunk a szegecsosztást és a szegecsátmérőt. A 80. ábrán látható egyszerűen átlapolásokhoz természetesen fel kell rajzolni az átlapolásokat is.



80. ábra. Szegecselt dob. (A köpeny hosszvarrata kétsoros, keresztvarrata egysoros.) A vékonyodó varratoldal $L=4v$ („v” a lemezvastagság rövidítése)

A nyomásra méretezett nagyszilárdságú szegecselt dobokat hevederezett szegecskötéssel látják el, de ezzel itt részletesebben nem foglalkozunk, mert adott esetben a műhelyrajzok alapján könnyen megérthető. Az a fontos ezeknél a szegecseléseknél, hogy a meghajlított lemezek tisztán feküdjenek rá egymásra. Nyilvánvaló, hogy a meghajlított vastag lemezek anyagának külső megnyúlását és belső megrövidülését figyelembe kell venni. Ezért a vastag lemezből készült tárgyak szabását mindig a *semleges szál* szerint készítjük el, mert az nem nyúlik és nem rövidül.

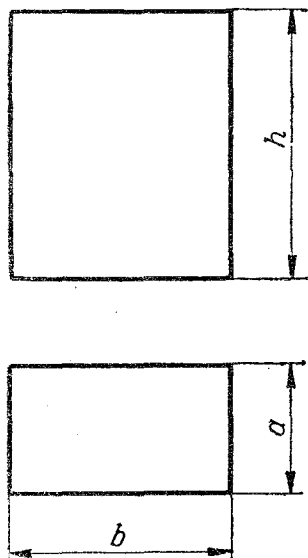
Hasáb (pl. egy doboz) szabása

Elemzés:

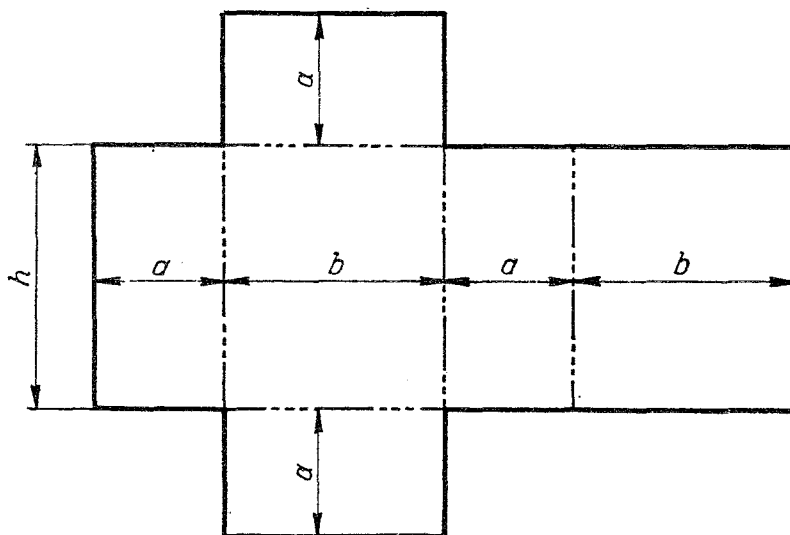
Ennek az egyszerű testnek (81. ábra) a szabása (82. ábra) hat lapból áll és olyan egyszerű, hogy a rajza magyarázatot nem is igényel. A szabásnak minden mérete megvan az adott két vetületen.

A szabás három ponttal megszaggatott vonalai *hajlítást* jelentenek. Ez természetesen csak elég vékony lemezre vonatkozhat. Ha vastagabb lemezből kell ilyen dobozt, szekrényt stb.-t összehegeszteni vagy szegecselni, akkor a hárompontos vonal mentén el kell vágni a szabást. Ilyenkor azonban rendszerint részletesebb műhelyrajzot kell kapnunk, mely a lemezvastagságot figyelembe veszi és a kötésről is intézkedik (varrat, szögacél, szegecsosztás és méret stb.).

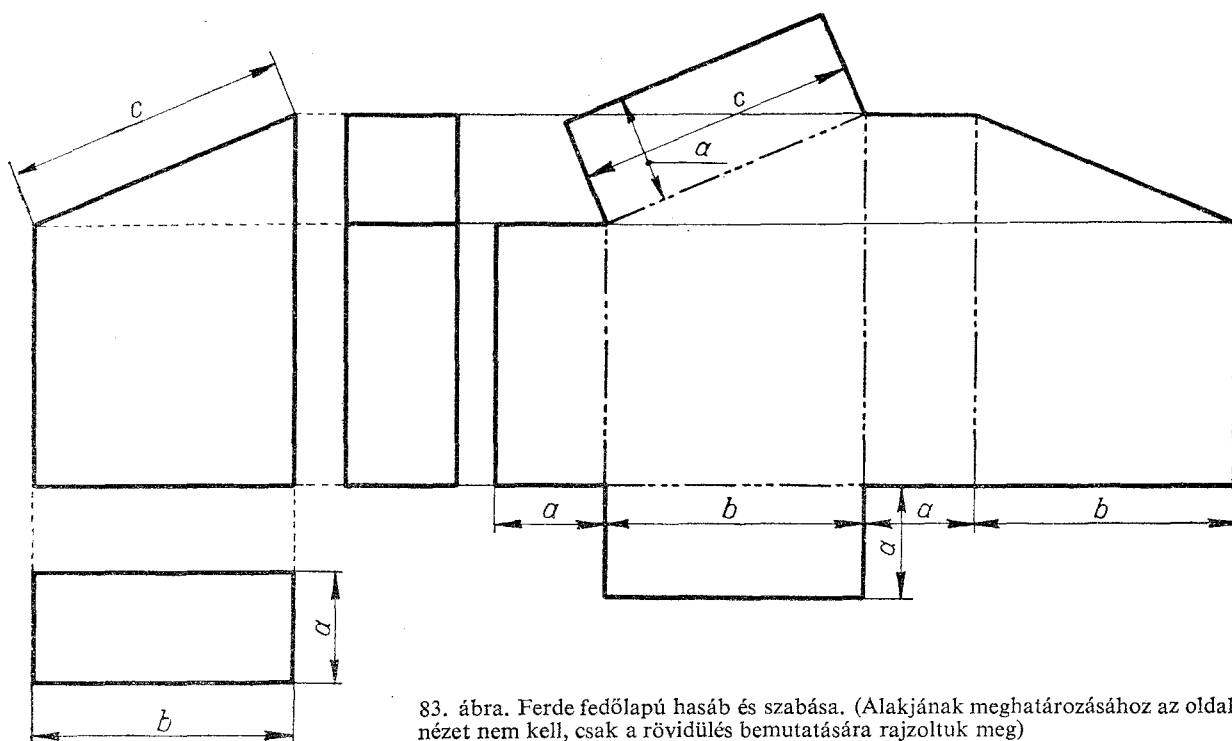
A kezdő rajzolvasót a derékszögű hasáb könnyen megtévesztheti, mert a *nézetei* azonosak a lapjainak a *szabásával*. Más testnél ez nincs így! A tévedés elkerülésére csak egyszer kell jól átgondolnunk, hogy a nézetek *vetítéssel* származtathatók (pl. 86. ábra), a szabás síkidomai pedig *kiterítéssel*, a test felületeinek síkba fektetésével (pl. 84. ábra).



81. ábra. Derékszögű hasáb



82. ábra. Derékszögű hasáb szabása

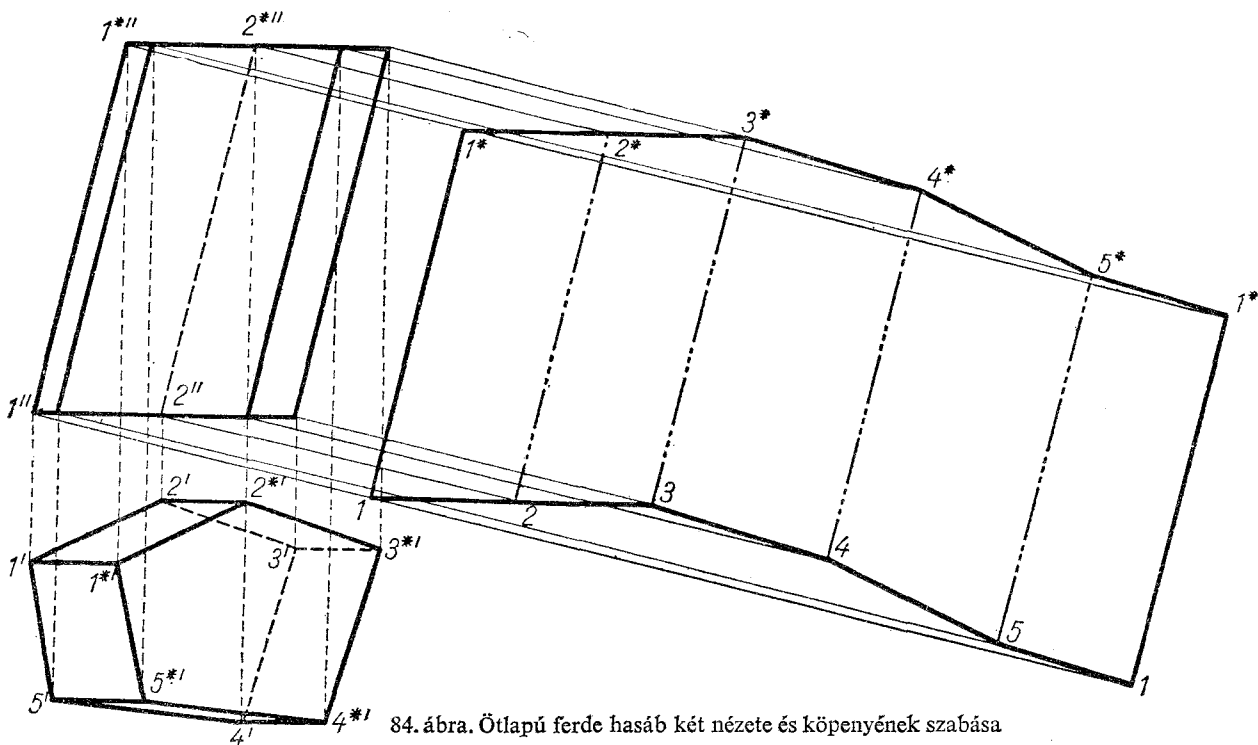


83. ábra. Ferde fedőlapú hasáb és szabása. (Alakjának meghatározásához az oldalnézet nem kell, csak a rövidülés bemutatására rajzoltuk meg)

zoljuk, a *rendezővonalakat* azonban *szaggatjuk*, hogy a vetületek *térbeli összefüggésére* (50., 52., 86. ábrák) ezáltal is mindig figyelmeztessük az olvasót.

A rézsútos lap *c* mérete az elülnézetben, *a* mérete pedig a fölülnézetben és az oldalnézetben is megvan.

Az összefüggő szabásban két-két szomszédos lap széle közös, ezeket rajzoltuk hárompontos vonallal, csak egy hasábél vonala szerepel kétszer, az, amelyik mentén a képzeletbeli kiterítéshez a hasáb palástját fölvtágtuk (a 84. ábrán az $1, 1^*$ él). Kössük össze ennek az élnek a két



84. ábra. Ötlapú ferde hasáb két nézete és köpenyének szabása

Ötlapú ferde hasáb

Elemzés:

A hasáb hosszanti élei egymással párhuzamosak, tehát mindig be lehet úgy állítani, hogy ezeket az éleket valamelyik vetület — a 84. ábrán az elülnézet — valódi méretükben ábrázolja. A véglapok ferdék ugyan, de egymással párhuzamosak, úgyhogy ha a hasábot ráállítjuk a fölül-

nézetben a rajz síkjára, akkor mind a két véglapot valódi alakjában ábrázoljuk, a szabásuk ennek egyszerű átmásolása (85. ábra).

Az oldallapok valódi alakja azonban nincs meg egyik nézetben sem, valamennyi ferdén áll az elülnézetben is, meg az oldalnézetben is a rajz síkjához, vagyis minden vetületük torzult, rövidült.

A szabás kedvéért minden oldallapot párhuzamosra kell fordítani a rajz síkjával, amit a legegyszerűbben úgy képzelhetünk, hogy egymás után minden oldalát ráfektetjük a rajzra. Összefüggő, hajlítható valódi szabást pedig úgy kapunk, hogy a hasábot lapról lapra végiggördítjük a rajz síkján, vigyázva, hogy közben az élék irányában el ne mozduljon.

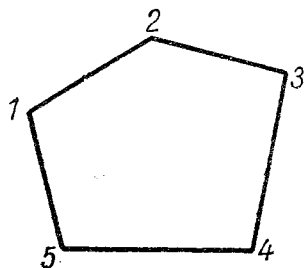
szabásvonalán levő, egyformán számozott végpontokat egyenes vonallal. Az $1, 1^*$ vonal és az $1^*, 1^*$ vonal a hasábélekre merőleges. Ha tovább gurítjuk a hasábot, rendre minden éle megint lenyomódik a rajzra és minden él végpontjai meghatároznak ugyanilyen fajta vonalakat.

Gördülési segédvonalaknak nevezzük ezeket a vonalakat, és nagy szerepet szánunk nekik a további szabástervezésekben, mert azáltal, hogy keresztülmennek a megfelelően elhelyezett vetület ugyanolyan számú pontjain, áttekinthetővé teszik és meggyorsítják a szerkesztést. (Megfigyelhetjük, hogy már a 83. ábra vékony folytonos segédvonalait is gördülési segédegyeneseknek tarthatjuk.)

A sok párhuzamost vonalzócsúsztatással (24. ábra) lehet gyorsan megrajzolni, a hosszú párhuzamos vonalak párhuzamosságát azonban mindig gondosan ellenőriznünk kell körzővel is!

Szerkesztés:

Megszámoljuk a hasáb csúcsait mind a két nézetben. (Vigyázz: Egy pontnak a két képét rendezővonal köti össze!) Az elülnézetben minden egyes csúcsból meghúzzuk a hosszanti hasábélekre merőlegesen a gördülési segédvonalat. Meghúzzuk közöttük valahol (ahol tetszik) az elülnézet hasábéleivel párhuzamosan az $1, 1^*$ él „szabását”. Körzőbe vesszük az alaplapon $1, 2$ illetve a fedőlap $1^*, 2^*$ élének valódi hosszúságát, amit most a fölülnézetben, e pontok első képe között ($1', 2'$) találunk meg, és elmetsszük az 1 -es pont szabása körüli körívvel a 2 -es pont gördülési segédvonalát, az 1^* -ba szúrt körzővel



85. ábra. A két véglap szabása a 84. ábrához. (Egybevágók, de ha pl. a lemez színe és fonákja nem egyforma, egymás tükörképeként kell őket kiszabni!)

Megjegyzés:

Ferde véglapú hasáb

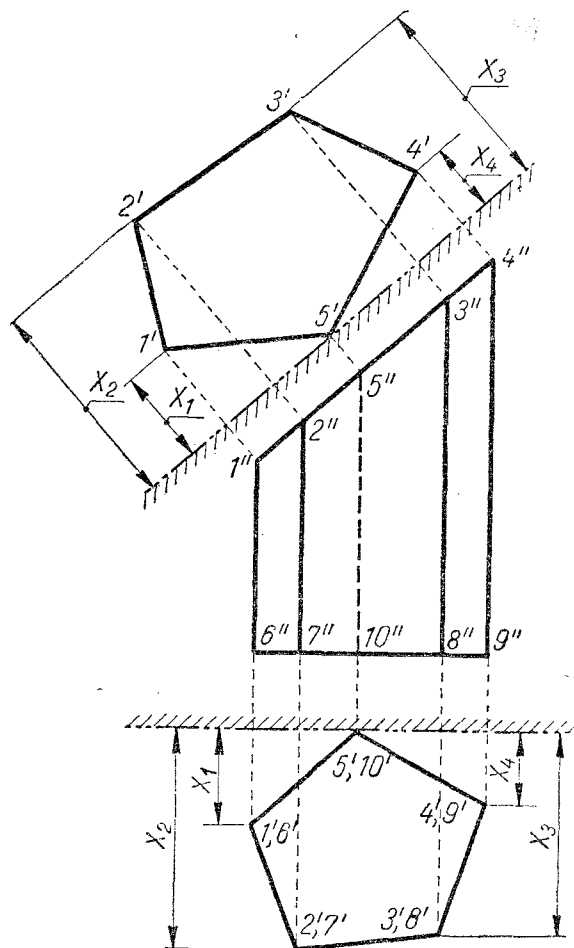
Elemzés:

86. ábra. A nézetváltás térbeli magyarázata. (Most nem az egész testet, csak a ferde véglapját vetítjük a vele párhuzamos új képsíkba)

Szerkesztés:

után az új képsíkot, rajta a ferde véglap vetülete, visszahelyezzük a rajz síkjába.

E képzeletbeli műveletnek megfelelő szerkesztés (87. ábra):

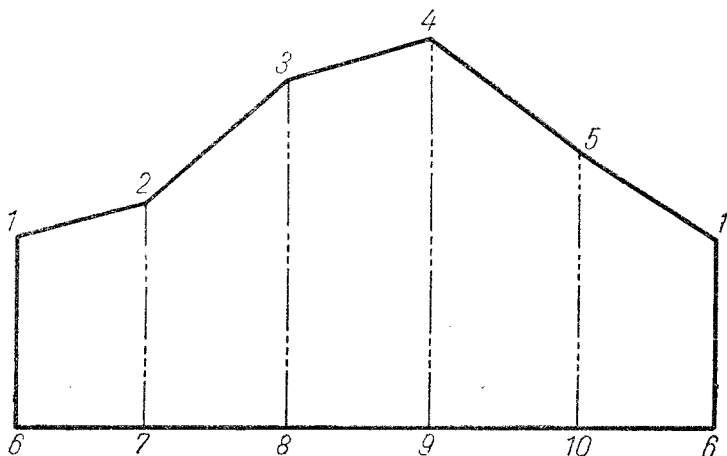


87. ábra. Ötlapú hasáb és véglapjának szabása. (A harántlap szabása azonos a hasáb fölülnézetével)

A ferde véglapra merőlegesen új rendezővonalakat húzunk a véglap minden csúcsából. (A csúcokat előzetesen mind a két nézetben gondosan megszámoztuk.)

Segédvonalaként húzunk a fölülnézetben is, meg az új ferde nézetben is egy-egy vonalat a rendezőkre merőlegesen. A térben azt képzelhetjük, hogy ez az elülnézet síkjának a fölülnézete (E'), ill. az elülnézet síkjának a képe a *ferde képsíkon* (Eu , ezeket a 86. ábrán betűztük, a 87. ábrán vonalkázással emeltük ki.) Ha azt képzeljük, hogy a hasáb $5, 10$ -es éle hozzáér az elülnézet rajzsíkjához, akkor ez a segédvonal átmegy az 5 -ös pont elülnézetén, ill. ferde képsíkú új vetületén.

A nézetváltást csak azért tudjuk elvégezni, mert a fölülnézetre is, meg az elülnézetre is *merőlegesen* vetítjük rá a tárgy képét. Ezáltal a tárgy minden egyes pontjának *az elülnézet síkjától való távolságát* valódi méretben ábrázoljuk mind a fölülnézetben, mind az új ferde képsíku vetületben. A fölülnézetben körzöbe vehetjük pl. az l -es pontnak az elülnézet síkjától való x_1 távolságát és az új, ferde képsíku vetületbe felrakhatjuk az l -es pont rendezővonalára. (Vigyázz: nem az l -es ponttól, hanem az elülnézet síkjának vetületétől, az E^u segédvonalától! Csak akkor nem téveszthetjük el, hogy mit honnan mérünk le és



88. ábra. A köpeny szabása. (A 87. ábrához)

hova mérünk fel, hogyha tökéletesen magunk elé képzeljük a térbeli viszonyokat!) Ugyanezen a módon szerkesztjük meg a ferde véglap minden csúcspontjának vetületét a véglappal párhuzamos új képsíkon, és megkapjuk a ferde téglap valódi méretű képét, szabását.

A köpeny szabását (88. ábra) ugyanúgy szerkeszthetjük meg, mint az előbb, a hasáb képzeletbeli végiggördítése által; ha azonban nincs az elülnézet mellett elég hely, akárhová elhelyezhetjük. A *harántlap* élei kiterítéskor mind a képsíkra merőleges forgási síkban mozognak, és ezért kiterítve *egy* egyenesbe esnek. Nevezhetjük ezt a szabás alapvonalának. A fölülnézetben látható valódi méretek segítségével beoszthatjuk az alapvonalat a hasáb oldallapjainak szélességével (6, 7, 7, 8...9, 10, 10, 6). A *hosszanti hasábélek* vonala a szabásban is merőleges a harántlap éleire. Meghúzzuk az alapvonal osztópontjaiba a merőlegeseket, és rájuk mérjük az *elülnézetből* a *hosszanti* élek valódi hosszúságát (1, 6, 2, 7...5, 10, 1, 6).

Ellenőrzés:

A szabásban így kiadódó ferde élhosszaknak egyenlőknek kell lenniük a nézetváltással szerkesztett véglap megfelelő éleivel (1, 2, 2, 3...5, 1).

Ferde véglapú henger (szalámszelet)

Egy takarékos szabály:

A géprajzban az átmérőjel (\varnothing) meghatározza a forgási felületet, az ilyen henger alkotóirányú vetületére tehát a műhelyrajzon nincs szükség. Csak a kiterítés kedvéért rajzoltuk meg. (Ezért van *vékony* vonallal rajzolva, 89. ábra.)

Elemzés:

A henger két véglapja az adott esetben (89. ábra) az alkotókhoz képest ferde, éppúgy, mint a 84. ábrán a *ferde hasáb* két véglapja, de azért ezt az „ \varnothing ”-s hengert mégsem nevezhetjük „ferde” hengernek, csakis ferdevéglapú *egyenes* körhengernek; ugyanis a *harántszelvénye* kör. Ferde hengert találunk majd a 115., 149., 156., 167., 170. és a 174. ábrán.

A köpeny szabását ugyanúgy szerkesztjük meg, mint a 84. ábrán a ferde hasáb szabását: képzeletben végiggördítjük a hengert a rajzlapon. A véglapok alakja ellipszis, de

a szabásukat most még nem szerkesztjük meg, feltesszük, hogy egy lyukas csődarabról van szó.

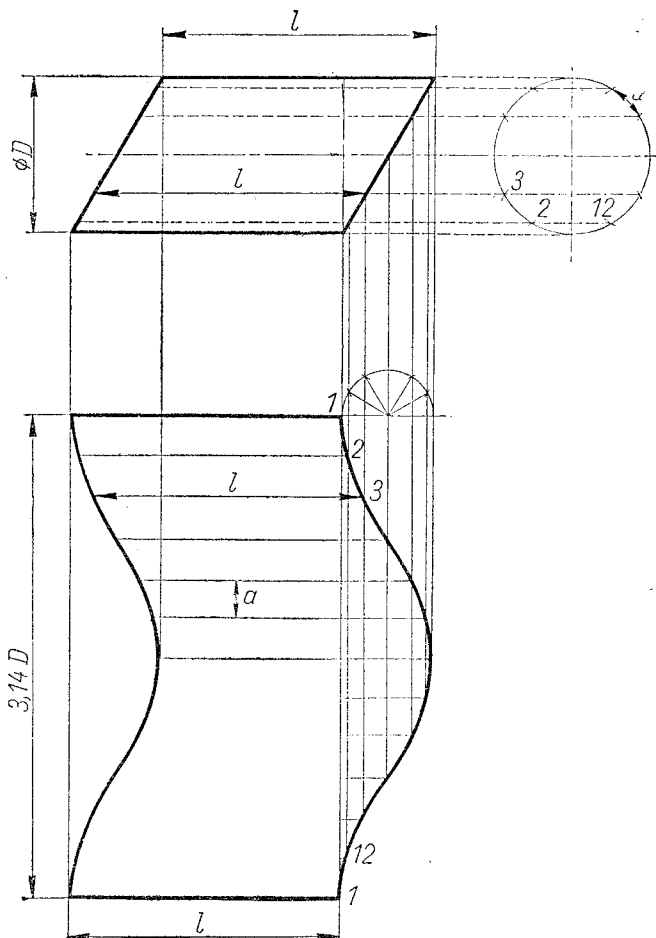
Szerkesztés:

Mivel a hengernek élei nincsenek, kijelölünk rajta valami 12 alkotót egymástól egyenlő távolságban: az alkotóirányú vetület körét 12 egyenlő részre osztjuk (89. ábra).

Az alkotókkal párhuzamos rajzsíkú nézetben — az elülnézetben — természetesen ez a beosztás nem lesz már egyenletes, hanem a két képhatáralkotó felé sűrűsödő. Így azután az alkotókra merőleges gördülési segédvonalak sem sorakoznak egyenletesen, hanem ugyanígy sűrűsödnek a sávjuk két széle felé. Mivel ez a sűrűsödés ugyanolyan

arányú, mint az egyenletesen elosztott *alkotók* sűrűsödése a köpeny vetületén: a két külső segédvonal közé rajzolhatunk egy olyan kört, amelynek átmérője egyenlő a két külső segédvonal távolságával és amelyet a többi segédvonal ugyanannyi egyenlő részre oszt be, mint ahányra a henger köpenyét osztottuk. Ennek a segédkörnek térbeli jelentése nincsen, de azért ellenőrzésre, sőt kiindulásul is felhasználhatjuk.

A köpeny legördített kerületét, mint az ábrán a méretvonal felirata jelzi, nem az elülnézet körébe írható sokszög



89. ábra. Forgási henger (egyenes körhenger) egymással párhuzamos két ferde metszősík közötti öve és szabása (a véglapok szabása nélkül)

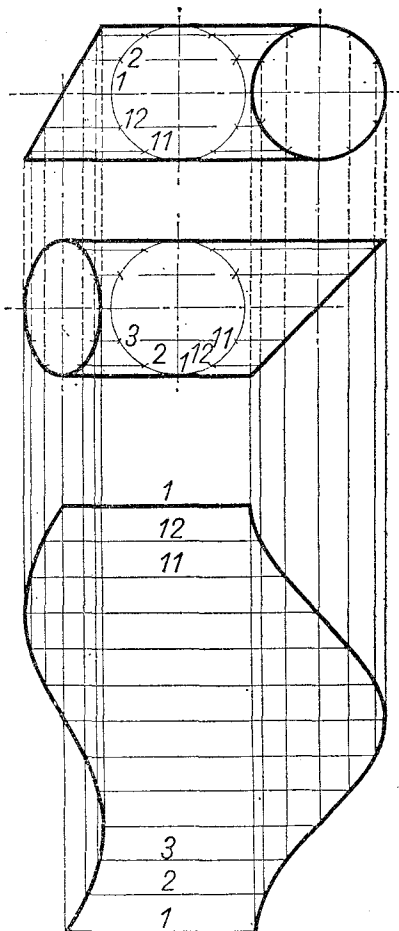
oldalhosszának felrakásával kapjuk meg, hanem inkább az átmérő 3,14-szeresét mérjük föl és osztjuk ugyanannyi részre, ahányra az elülnézetű kört osztottuk.

Megjegyzés:

Nemcsak körharántmetszetű, vagyis *forgási* henger szabását lehet így megszerkeszteni, hanem ellipszis, kosárgörbe, tojásvonal stb. harántszelvényű hengerekét is. Az alkotóknak sem kell okvetlenül teljesen egyenletesen elosztva lenniük, csak arra vigyázzunk, hogy helyesen mérjük át a távolságukat a szabásra. (Egyenlőtlen a beosztás pl. a 100., 125. meg a 130. ábrán!) A rendezővonalak és a gördülési segédvonalak segítségével az azonosításuk nem is nehéz, de gondos megszámozással megbízhatóbbá tehető. A ferde síkkal metszett *nem forgási* hengerek szabásának görbe széle nem lesz olyan szép, szabályos hullámvonal, mint a forgási hengeré.

Egy gyakorlati fogás:

A henger ferde síkmetszéséből adódó hullámvonalat szerkesztés helyett megkaphatjuk úgy is, hogy a munkadarabot (vagy sorozatgyártáshoz az ugyanolyan hengerre



90. ábra. Forgási henger egymáshoz képest 90°-kal elfordított két ferde metszősík közötti öve és szabása (a véglapok szabása nélkül)

összehajlított sablonlemezt) *meszes vagy krétás vízbe mártjuk*. Mivel a ferde metszősík ilyenkor a *víz színe*, ahhoz képest kell megfelelő ferdén tartani a hengert.

Két különböző irányban dőlő véglappal elvágott egyenes körhenger

Elemzés:

Az egyik véglapot — az adott esetben (90. ábra) — az elülnézet, a másikat a fölülnézet ábrázolja *egyenes vonallal*, tehát az egyik az elülnézetben, a másik a fölülnézetben *merőleges a rajz síkjára*.

A metszévonal vetületének szerkesztése:

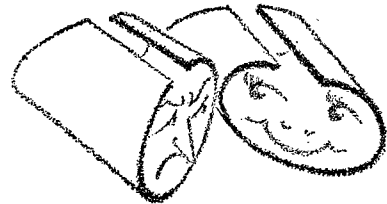
A henger közepe táján befördítjük mind a két nézetben ugyanazt a (tetszőleges helyen felvett) harántszelvényt és beosztjuk pl. 12 egyenlő részre. (Vigyázz, az azonos alkotók egyforma számozására a két nézetben: Az 1-es a fölülnézetben a felénk eső képhatáralkotó, az elülnézetben tehát — föltéve, hogy balra fordítjuk el a szelvényt — balra a középvonalra kerül stb.)

Az egyenes által ábrázolt véglapok és a megszámozott alkotók metszéspontjából a másik nézetben a rendezővonaluk és az azonos számú alkotó metszéspontjaként megkapjuk a véglap képének pontjait.

E pontok összekötése ellipszis (ha a véglap történetesen 45°-os, akkor a vetülete *kör*). De ez nem jelenti azt, hogy *ilyen* ellipszis a ferde véglap *valódi* alakja.

Szabásszerkesztés:

A köpenyt ugyanúgy terítjük ki, mint az előzőt, vagy az ötoldalú ferde hasábát (84. és 89. ábra): gördülési segédvonalak között.



91. ábra. Hajlítás után, szerencsére még hegesztés előtt: — No most melyik a jó? (Rajzolásai selejt a 90. ábrából)

Vigyázz! Ez a test aszimmetrikus! Nem mindegy, hogy merre hajlítjuk a szabását (91. ábra).

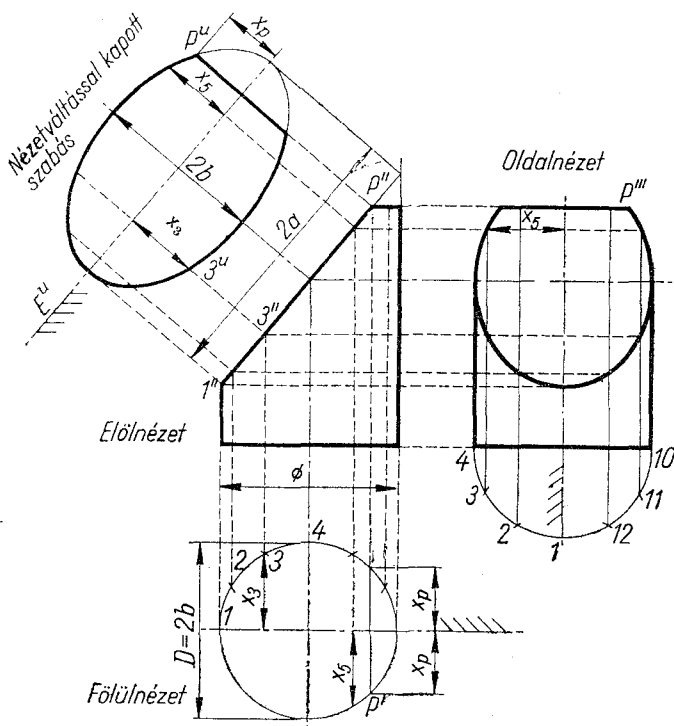
Az egyenes körhenger ferde véglapja

Elemzés:

A ferdén metszett körhengert teljesen meghatározza az a nézete, amelyben a metsző síkot egyetlen egyenes vonal ábrázolja. Ebből egy alkotóirányú vetület (az ábránkon fölülnézet) körének egyenletes beosztásával és közösleges nézetváltással megszerkeszthetjük a ferde metszet oldalnézetét, amely azonban nem ábrázolja a metszősík valódi alakját (92. ábra). A jó rajzolásnak egyikre sincs szüksége ahhoz, hogy az elülnézetbe rejtett ellipszist nyomban fölismerje, és ha kell, meg is magyarázza egy távlatos rajzolásos vázlattal (93. ábra).

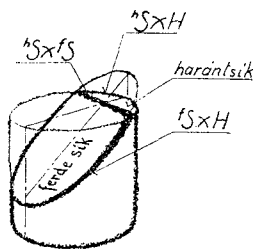
Szabásszerkesztés:

A metsző sík szabását ugyanolyan ferde nézetváltással kaphatjuk meg, mint amilyen a ötlapú hasáb ferde véglapjának valódi alakját megszerkesztettük (87. ábra).

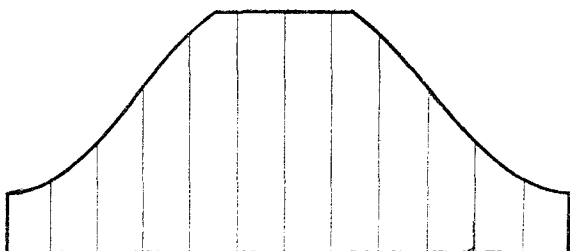


92. ábra. Az oldalnézetet csak a „gyengébbek kedvéért” rajzolták meg a műhelyrajzon. (A tárgy alakját a puszta előlnézet is meghatározza, ha van rajta egy \varnothing jeles mérekszám)

A ferde lapot ábrázoló I'' , P'' egyenessel párhuzamos E'' segédvonalat (vagyis az előlnézet képsíkját) a ferde elmetezett henger szimmetriasíkjának is választhatjuk. Ez azért kényelmes, mert így az x távolságokat a segédvonalától jobbra és balra ugyanazzal a körzőnyílással mérhetjük fel.



93. ábra. Idomelemző vázlat. (A puszta előlnézet megpillantásakor is így „látja” a 92. ábra vetítősíkba rejtett ellipszist és a kis harántszelvetet a gyakorlott rajzoló; és így magyarázza meg a gyakorlatlannak.) Az idomelemző jelek olvasása: „A harántsík metszi a hengert.” „A harántsík metszi a ferde síkot.” „A ferde sík metszi a hengert”



94. ábra. A köpeny szabása. (A 92. ábrához)

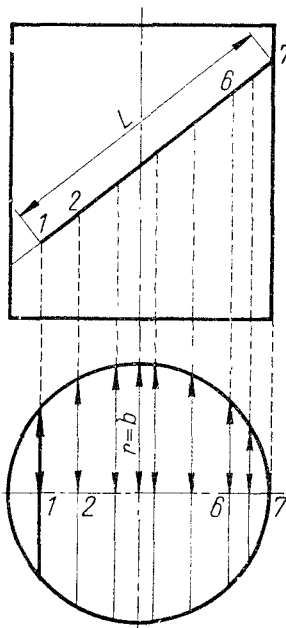
kiszámításával ($d \cdot \pi$), egyenlő részekre való beosztásával és az alkotók (előlnézetben látható) valódi hosszának átrakásával szerkesztjük meg.

Ez a test szimmetrikus: mindegy, merre hajlítjuk a szabását.

Ferde választófal egy lemezcsőben (pl. ütközőlemez)

Elemzés:

Adva a főlnézet és a ferde falra merőleges hosszanti metszet (95. ábra). Mint gyakorlott rajzoló, tudjuk,



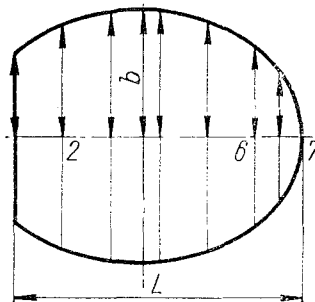
96. ábra. Rajzoló vázlat: a rejtett ellipszis (95. ábra) leleplezése

95. ábra. A ferde választófal egyenes vonala ellipszist ábrázol; $2b$ a kistengelye, de az L nem a nagytengelye! Az ellipszis erősebben görbülő nagytengelyvégi szakasza sűrűbb beosztást kívánt

sőt már látjuk is képzeletben, hogy a ferde metsző sík alakja ellipszis. Az alján van valami csonkítás, mint ahogy az imént (92., 93. ábra) az ellipszis felső vége hiányzott. Meg is tudjuk fogalmazni („a kistengelyével párhuzamos húr mentén van leszelve a vége”), de szinte gyorsabb és minden mértani műveltség nélkül is érthető, ha inkább felvázoljuk egy-két vonással: 96. ábra

Szerkesztés:

A metszetben a választófal L hosszát beosztjuk pl. hat egyenlő részre. A főlnézetben — rendezővonalakkal — meghatározzuk az osztópontokon átmenő *szintvonalakat* (a ferde felület vízszintes vonalait).



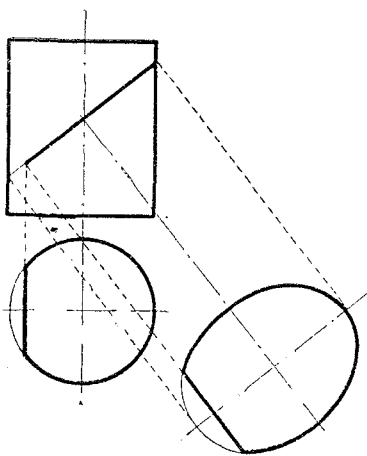
97. ábra. A választófal szabása (A 95. ábrához)

A választófál valódi alakját, szabását (97. ábra) úgy kapjuk meg, hogy a hosszanti szimmetriatengelyre felmérjük az L hosszúságot az 1...7 beosztással együtt; az osztópontokon át húzott merőlegesekre (a szintvonalak szabására) jobbra, balra szimmetrikusan felrakjuk a szintvonalaknak a fölülnézetben található valódi hosszát. A végpontok összekötése a megbeszélte ellipszisen, az 1-es osztópont a választófál alján hagyott nyílást határoló húron fekszik.

Ellenőrzésképpen célszerű ezt az ellipszist is *kiegészíteni* és néhány pontját a vetületein megtalálható kis- és nagy-tengelyének megfelelően, valamelyik ismert módon (44. ábra) megszerkeszteni.

Megjegyzés:

Valamivel gyorsabb lett volna a megbeszélte szerkesztés, ha a választófál szabását a *nézetváltásnak* megfelelően helyeztük volna el, vagyis a metszettel „összerendezett” helyzetben, a ferde egyenessel párhuzamos középvonallal (98. ábra). A szintvonalak helyét ugyanis ekkor rendező húzással kaptuk volna meg, valódi távolságuk felmérégetését megtakarítottuk volna.



98. ábra. A nézetváltás, vagyis a 95. és a 97. ábrának a vetületek összefüggése szerinti elrendezése

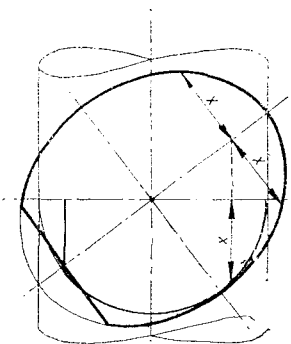
Abból azonban, hogy egy feladat valamelyik megoldása valamilyen szempontból a többinél előnyösebbnek látszik, nem lehet minden más lehetőség alkalmazását hibásnak minősíteni. A szempontok elég változatosak és egyéniek lehetnek, mégis többnyire az áttekinthetőség, a tévedés lehetőségének csökkentése áll szemben a hely- és időmegtakarító, de nagyobb figyelmet kívánó eljárásokkal.

A kevésbé gyakorlott szerkesztő lehetőleg szánja rá a helyet és dolgozzon a 98. ábra szerint, vagy a 95., 97. szerint. Aki azonban évek során hozzászokott, hogy minden vonalat nyomban a térbeli helyére képzeljen és a látszólag egészen kusza, egymásra rajzolt vonalak között is elég biztosan tájékozódik, nyugodtan elhagyhat szerkesztéséből minden fölösleges részletet, és az adott esetben a nézetváltásnak egy egészen leegyszerűsített fajtáját alkalmazhatja, melynek már nem is nézetváltás a megszokott neve, hanem

befordítás:

A vetületek néhány vonalának megrajzolására már csak azért is szükség lehet, mert nem a műhelyrajzon megadott méretekből, hanem a *semleges száznak* megfelelő méretek-

ből szerkesztjük a szabást. Egymásba rajzolhatjuk azonban — ha merjük — az adott elülnézet és fölülnézet szükséges vonalait (99. ábra), és a szabás középvonalául magát



99. ábra. A legtakarókosabb elrendezés: Egy harántsík és az adott ferde sík befordítása a rajz síkjába. (A 95., 97. vagy a 98. ábra helyett)

a választófál ferde vonalát, metszetét választhatjuk. Ennek osztópontjain át

1. alkotóirányú,
2. a ferde vonalra merőleges

segédvonalakat húzunk.

Az alkotóirányú segédvonalaknak a fölülnézeti félkörbe — a befordított harántszelvénybe — eső darabja adja a szintvonal fél hosszát. Ezt körzöbe véve jobbra, balra rá-mérjük az ugyanazon osztó-ponton átmenő ferde segédvonalra: a választófál befordított szintvonalára.

Hasáb alakú csomk hengeres csövön

Elemzés:

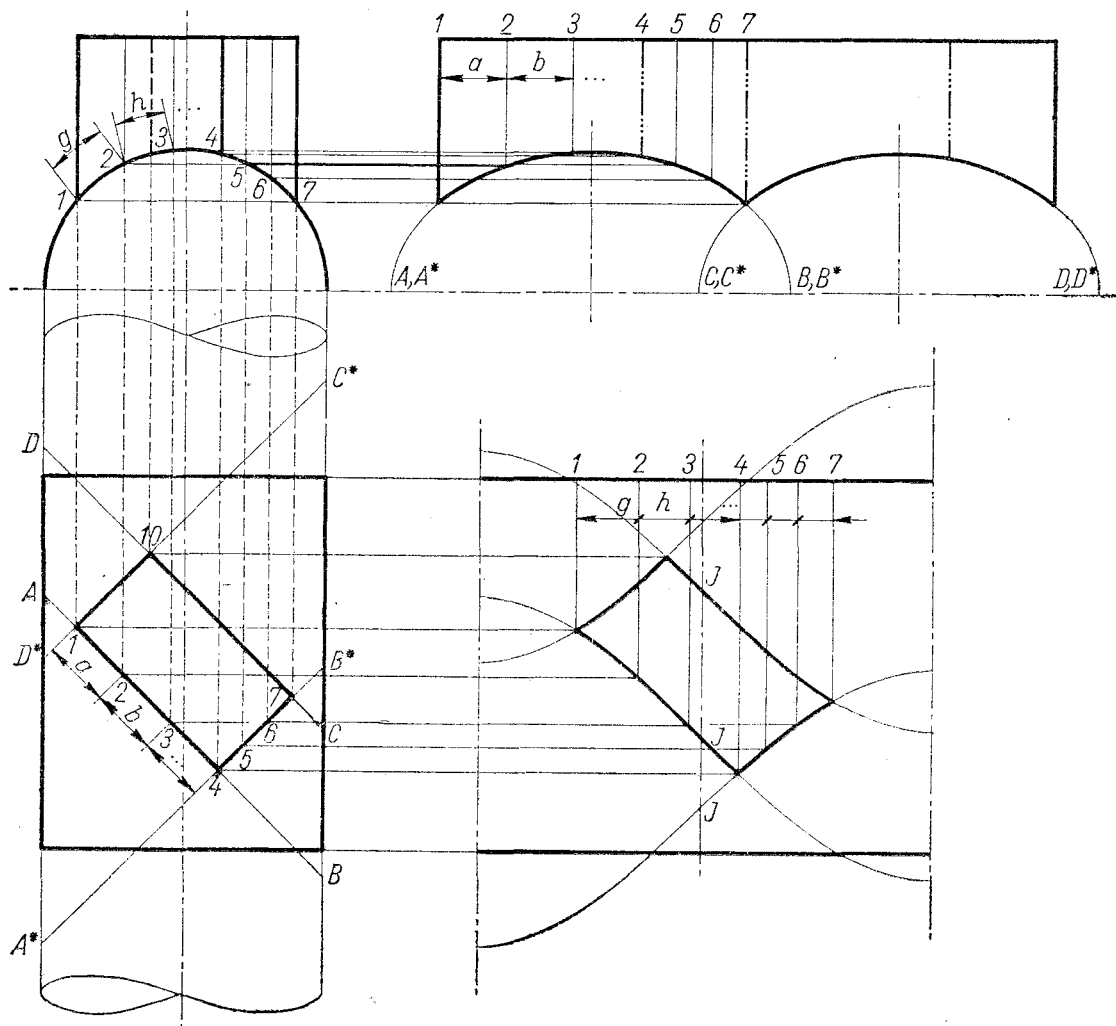
A síklapú csomk (100. ábra) minden egyes lapja ferdén, tehát ellipszisben metszi a hengert. A csomk minden lapján csak egy-egy ívdarabjuk van meg az ellipsziseknek, de ha a ferde lapokat a képhatáralkotókig meghosszabbítjuk, megkapjuk az ellipszisek nagy-tengelyét ($A'B'$, $A''B''$ stb.), a kistengelyük pedig egyenlő a henger átmérőjével. A négy ellipszis a csomk négy sarkánál metszi egymást (101. ábra).

A csomk síkjai egymásra merőlegesek, a henger tengelyéhez pedig 45° -ban állanak. Elhelyezésükből nemcsak az következik, hogy mind a négy metszési ellipszis egybevágó, hanem az is, hogyha a csomkot a hengerről levesszük és a henger alkotói irányában összelapítanók (úgyhogy a 4-es meg a 10-es éle kisimuljon, az 1-es meg a 7-es pedig összezáródjon), akkor pontosan egymásra is fekéldne a négy ellipszis.

A csomk szabása:

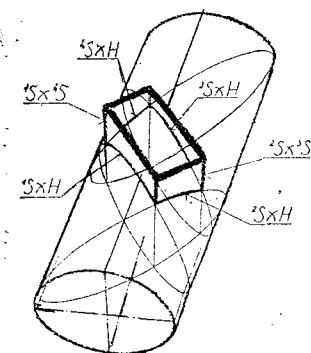
Az elemzés szerint elképzelt ellipsziseket megszerkeszthetnők a megbeszélte adataik (nagy-tengely, kistengely) segítségével, a hasáb éleinek helyét a fölülnézet, hosszát az elülnézet szolgáltatná.

Gyakorlatilag tehát készíthetnénk a 98. ábrához hasonló nézetváltást külön-külön a henger metsző síkjairól; természetesen most nem elülnézettel, hanem a fölülnézettel összefüggésben kellene az új képsíkokat elhelyezni, mert most a fölülnézet ábrázolja a metsző síkot egyetlen vonallal, a metsző sík a fölülnézet rajzsíkjára merőleges



100. ábra. Hasáb alakú csomk. Nézetek, a csomk és a köpeny kivágásának szabása

De helyettesíthetnők természetesen ezeket a nézetváltásokat a képsíkba való befördítésekkel is, a 99. ábra mintájára, a henger ferdén metsző síkok $A'B'$, $A''B''$ stb. vonala körül végezve a befördítást.



101. ábra. Idomelemzés. (Egy-mást és egy hengerfelületet metsző négy sík)

A legtanulságosabb mégis talán az, ha most ezt a hengerrel átmetszett hasábot *legördítve* szabjuk ki, ugyanúgy, mint a 84. ábra hasábját. Előnye ennek a módszernek, hogy így nem külön-külön, hanem egymással összefüggően kapjuk meg a hasáboldalak szabását.

Föltehetjük gyakorlásképpen, hogy a nagytengegy meghatározására nincs elég hely, a helyszűke ugyanis a szabástervezésben gyakori nehézség. Emiatt most a sík hasáblapokat az élük között ugyanúgy tovább osztjuk „alkotókkal”, ahogy az előzőekben a hengerfelületeket, melyeknek nincsenek élük. E segédalkotók távolságát a fölülnézetben vesszük körzöbe (a, b, \dots), és az elülnézetből legördített szabásban mér-

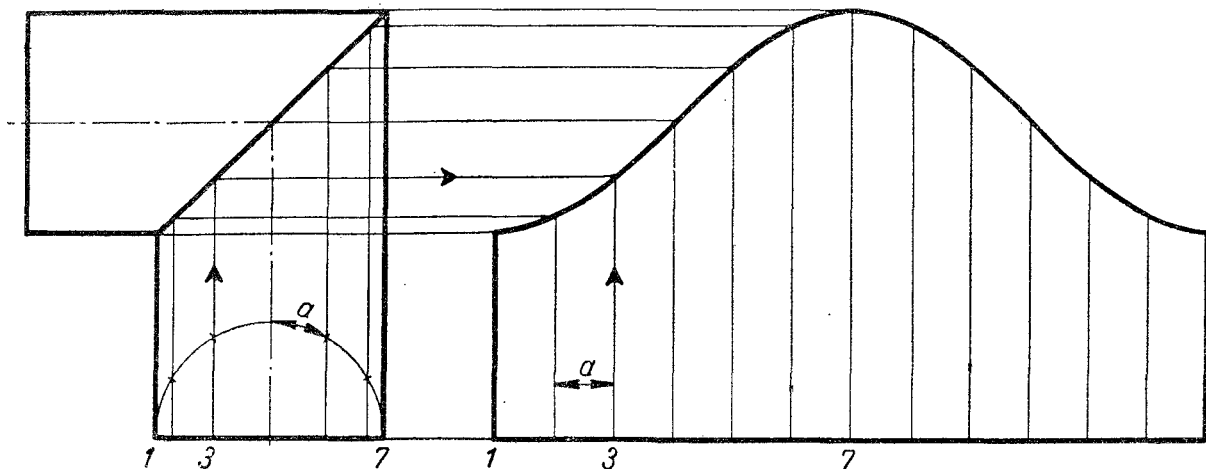
jük fel a hasáb felső élének szabására, mert az *harántszelvénye*, vagyis az élkre merőleges vonala a hasábnak, s így a szabása egyetlen egyenes vonallá terül ki. A szabásban így elhelyezett segédalkotóknak és az elülnézetük alsó végpontjából induló gördülési segédvonalaknak metszéspontjai a szabás ellipszisést jelölik ki.

A nyílás szabása:

A hengeres cső négyszögletes nyílását a cső kiterített köpenyén az előzőkből (89., 90., 94. ábra) jól ismert szabályos hullámvonalak ívei határolják. Pontjaik megszerkesztéséhez felhasználhatjuk azokat a hengeralkotókat, amelyek a csomk segédalkotóit metszik. Ez csupán annyit jelent, hogy a henger alkotó irányú vetületét — a 100. ábrán az elülnézetét — nem egyenletesen osztjuk be, hanem a csomk fölülnézetén felvett beosztást visszük át rendezőkel rá, s az így kiadódó különböző hosszú íveket (g, h stb.) mérjük a fölülnézetből legördített szabásra. Az ilyen hengeralkotó-szabást a fölülnézet ugyanolyan számú osztópontjából induló gördülési segédvonal metszi a keresett hullámvonal pontjában.

Észrevételek a későbbi szerkesztések kedvéért:

1. *Áthatás.* Két test felületének metszéspontját rendszerint áthatási vonalnak nevezzük, mert az egyik test „áthatol” a másikon, ebben az esetben pl. a hasáb a hen-



102. ábra. Könyökídom és szabása. (Ha értünk a hengerek metszésvonalaihoz, ebből az egy nézetből is tudjuk, hogy a hengerek tengelye egy síkban van, metszi egymást)

geren. Most ugyan négy *síkmetszetre* lehetett bontani az áthatási feladatot, de a szerkesztést a 100. ábrán úgy végeztük, ahogy majd hengerfelületek áthatásakor is elvégezhettük (többek között pl. az érdekes összevetésre alkalmas 170. ábrán).

2. A számozás következetlennek látszik a 100. ábrán, mert ugyanazt a számot kapta az egyik szabásban a csónk alkotója, a másikban a henger alkotója (1...7), pedig ezeket a térben gondosan meg kell egymástól különböztetnünk. Szabatosabb lenne, ha pl. a csónkot $c_1 \dots c_7$, a hengert $h_1 \dots h_7$ vagy hasonló jelöléssel láttuk volna el. Ilyen összetett, *mutatószám* (indexes) jeleket fogunk is szükség esetén használni. Itt azonban egy később sokat használandó áthatásszerkesztési segédeszközzel akartuk máris felhívni a figyelmet: az egyforma számú alkotók *egy síkban* vannak, mert metszik egymást. Metszéspontjuk az áthatás egy pontja. Alkalmazásra akkor kerülnek ezek a képzeletbeli segédsíkok, ha meg akarjuk szerkeszteni az ilyen áthatási vonal oldalnézetét is (többek között pl. 170. ábra).

3. A hullámvonalak vékonyan rajzolt *kiegészítésének* látszólag nincsen közvetlen gyakorlati haszna. Megrajzolásukkal nem is kell az időt töltenünk, de *elképzelésüket* sohasem szabad megtakarítanunk. Sok hibának elejét vesszük, ha nem korlátozzuk megfigyeléseinket a tárgyon tényleg meglévő áthatási ívekre, hanem mindig az egész metszésvonal jellegét tisztázzuk. Enélkül pl. az adott esetben bizonyára egészen a 4 alkotóig kifelé kanyarodónak rajzolnók a nyílás szabásának alsó vonalát, látva azonban hullámvonal voltát, mindjárt észrevesszük, hogy a hengerpalást középvonalában *inflexiós pontja* van, vagyis a *J* pontban *hajlást vált*, teljesen kiegyenesedik, és azután az ellenkező oldalra kezd görbülni.

Megjegyzés:

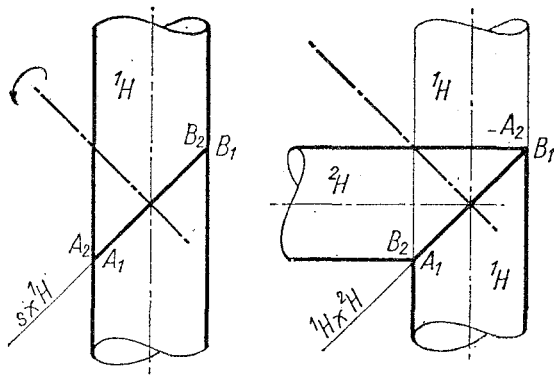
Az ilyen nyílás szabását a gyakorlatban rendszerint nem szerkesztjük, hanem a kiszabott és összeállítva ráillesztett csónk mentén rajzoljuk elő.

A csónk szabásának meghajlításakor (összeállítása-kor) vigyázni kell a *tűkörkép-lehetőségre*.

Könyökídom

Elemzés:

Két egyenlő átmérőjű henger, ha a tengelyük is metsződik (102. ábra), ellipszisben metszi egymást. Könnyen beláthatjuk ezt, ha elképzeljük, hogy egy egyenes csövet el-metszünk pl. egy 45° -os síkkal, és ezután a két csődarab ellipszis alakú ferde véglapját a közös középpontjuk körül úgy fordítjuk el (egymáson csúsztatva), hogy a nagytengely-



103. ábra. Két hengerfelület metszésvonala azonos a hengerek síkmetszetével, ha a tengelyük is metsződik és az átmérőjük egyenlő

lyük megint egymásra kerüljön, de az egyiknek az *A* végéhez (az A_1 ponthoz) a másiknak a *B* vége (a B_2 pont) jusson (103. ábra).

Szerkesztés:

Ugyanaz, mint az előzőekben begyakorolt szerkesztések a ferde síkmetszetek szabására. A könyök két szára egészen egyforma hullámvonalban végződik. Ezt tehát csak egyszer kell megszerkeszteni, illetve a kettőt egymásra *fel-tette* ellenőrizhetjük.

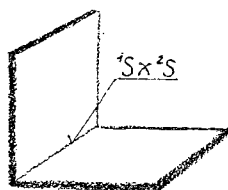
Megjegyzés:

Ugyanígy a szerkesztés akkor is, ha a két egyenlő átmérőjű henger tengelye nem éppen derékszögben, hanem rézsútosan metszi egymást (lásd a 109. stb. ábrát).

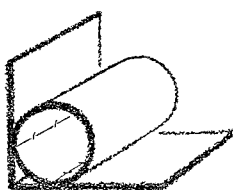
Két gömbölyített sarok éle

A gömbölyítés:

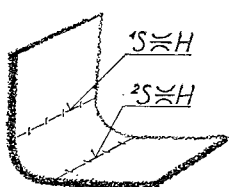
A gömbölyű *nem gömb alakú* jelent, hanem csak annyit, hogy valami *nem sarkos, nem éles*. A gömbölyítés egy saroknak (csúcshoz vagy élnek) olyan eltüntetése, hogy az ott metsződő felületek simán, törés nélkül menjenek át egymásba. Ehhez olyan gömbölyítő felületre van szükség, amely az eredetileg metsződő felületeket mértanilag érinti, mégpedig *vonallal érinti*.



104. ábra.
Két metsződő sík



105. ábra. Egy henger érinti mind a két síkot



106. ábra. Az érintési vonalak mentén elvágtuk a síkok és a henger fölösleges részét: a metszésvonalat gömbölyítettük. (Az idomelemző jelek olvasása: „Az első sík *vonallal érinti* a hengert.” „A második sík *vonallal érinti* a hengert.”)

Két sík lap metszésvonalára mentén végigfektethetünk egy hengert úgy, hogy mind a két síkot érintse. Az érintési vonalak közötti *hengerszalag* alkalmas arra, hogy a két sík között sima átmenetet hozzon létre (104...106. ábra).

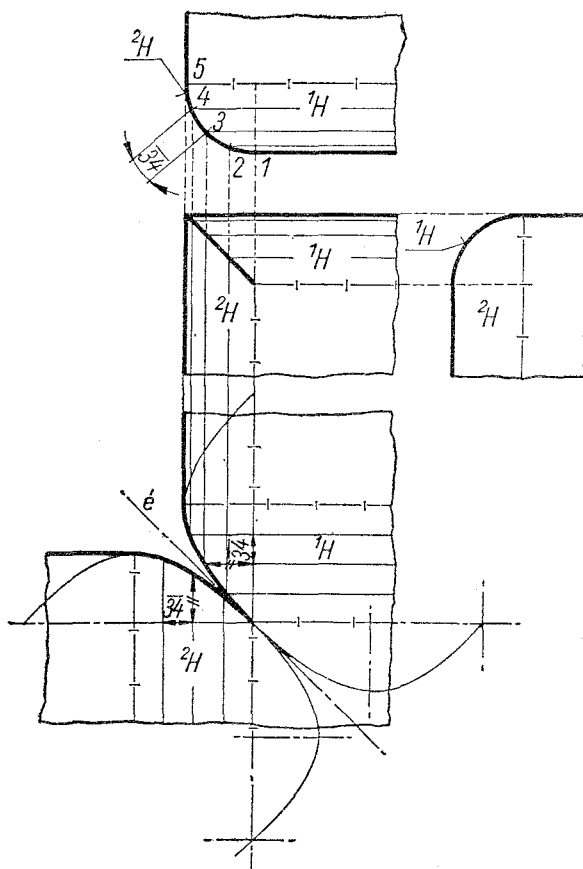
Az érintési vonal ábrázolása:

A géprajz az érintési vonalat nem jelöli, mert ott nincs a tárgynak éle. A lemezszabásban igen fontos lehet, meddig sík a tárgy felülete és hol kezd görbülni. De már a pusztá rajzolás, egy tárgy alakjának egyszerű megértése is megköveteli, hogy tisztán „lássuk” a rajz vonalai között a *felületfajták* határait. Olyankor tehát, amikor éppen ezt magyarázzuk, a géprajztól eltérően meg kell húznunk az érintési vonalakat. Erre a *keresztvonalas szaggatott vonal* szoktuk használni.

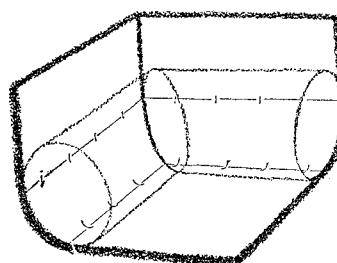
Vastag lemezből készülő tárgyak szabását gyakran éppen az érintési vonalnál kell megosztani, mert a műhely nem tudja a lemezt úgy meghajlítani, hogy egy része sík maradjon. Ilyenkor — ha a szerkesztő ezt előre tudja — a géprajzon *vastag vonalat* húz ugyanide, és megadja a hegesztési adatokat is. Ha a rajz ezt nem így ábrázolja, a műhely (vagy a gyártástervezés) *köteles a szerkesztőt* még akkor is *értésíteni*, hogy technológiai szempontból meg kell változtatni a rajzot, ha bizonyos benne, hogy a megváltoztatott kivétel a szerkezet céljának tökéletesen megfelel (és a kész darabon majd észre sem lehet venni).

Az adott idom elemzése:

A 107. ábra olyan háromélű derékszögű sarokidomot határoz meg, amelynek két élét egyenlő sugarú hengerek gömbölyítik, a harmadik éle pedig éles marad. A két gömbölyítő hengerfelület tengelye merőlegesen metsződik.



107. ábra. Sarokidom három vetülete és szabása



108. ábra. A gömbölyítő hengerek képzetben kiegészített idomai. (A 107. ábrához)

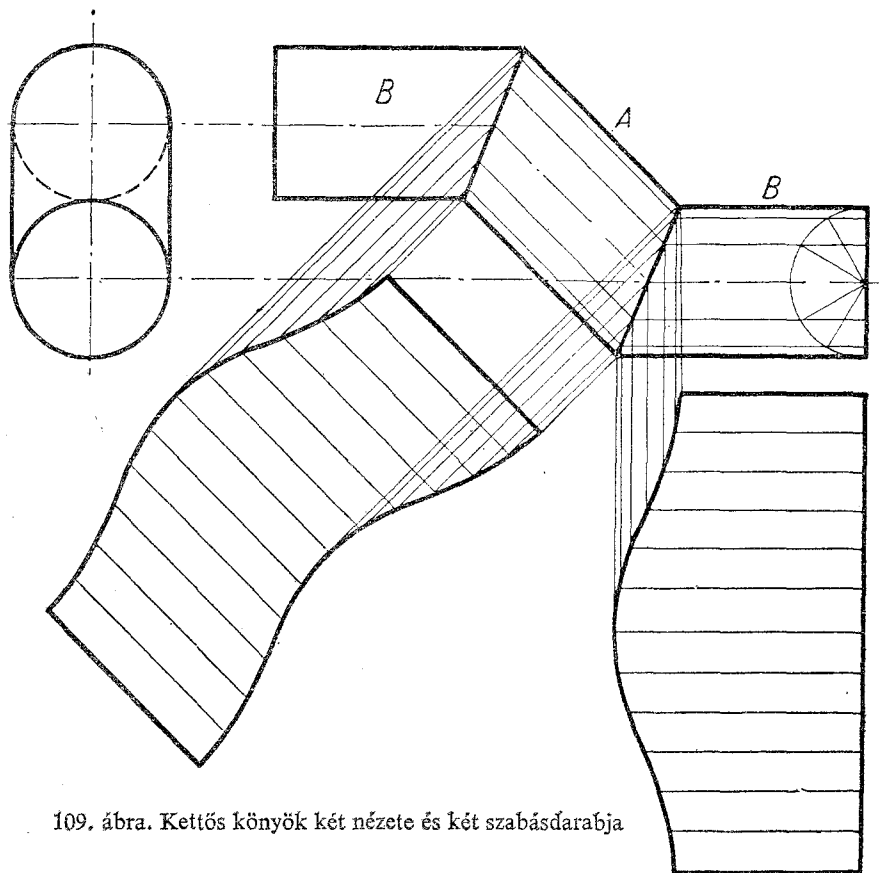
Mindkettőnek természetesen csak az érintési vonalak közötti szalagja van meg a tárgyon. A teljes hengerek (108. ábra) ugyanolyanok volnának, mint a 102. ábrán megbeszélt könyökidom.

Áthatásszerkesztés:

Az áthatási vonal egy ellipszis negyedrészní íve. Mind a két alkotóirányú vetülete körív, a hengerek tengelyével párhuzamos síkú rajzon levő vetülete *egyenes* (mert ilyenkor az ellipszis síkja a rajzra merőleges). Ez az egyenes a hengerek tengelyének szögét felezi és a képhatáralkotók metszéspontjától a két henger érintési pontjáiig (134. ábra) tart.

Szabásszerkesztés:

A szabás a 89. ábrán megismert és a 102. ábrán is meg-levő hullámvonalnak egynegyed része. A két hengerszalag szabása úgy találkozik, hogy a hullámvonaluk hajlásváltó (inflexió) érintője közös (107. ábra, *e*). Ez az érintő a



109. ábra. Kettős könyök két nézete és két szabásdarabja

sarokidom szabásrészének szimmetriatengelye. A vízszintes segédsíkok mind a két hengert alkotókban metszik. A kiterítés kedvéért a segédsíkokat a 2H -t ábrázoló negyedkör egyenletes beosztásának osztópontjain át vettük fel.

A szabást az 1H legördítésének megfelelően helyeztük el, a hullámvonal pontjait az ívhosszakkal (1, 2...4, 5) egyenlő távolságban meghúzott alkotókon az elülnézeti osztópontokból húzott görbülési segédvonalak metszik ki. A 2H szabásának hullámvonalívét az ϵ vonalra szimmetrikusan rajzoljuk meg.

Kettős könyökidom

A B csődarab (109. ábra) szabása ugyanúgy készül, mint az előző, egyszerű könyöké (102. ábra). A középső

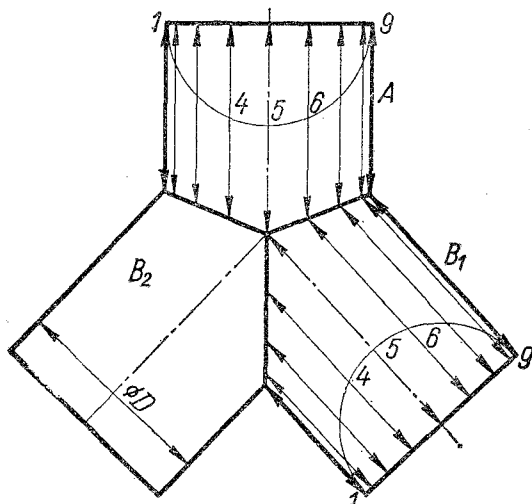
A csődarabban felismerhetjük a bevezetőként tárgyalt szalámszeletet (89. ábra).

Nadrágcső

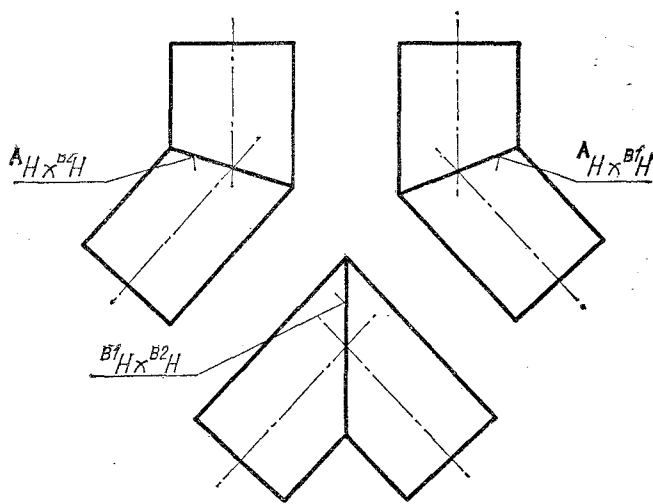
Elemzés:

Három egyenlő átmérőjű, egy pontban metsződő tengelyű henger találkozását (110. ábra) visszavezethetjük — háromféleképpen is — két-két csőből álló könyökidomra (111. ábra).

Az adott idom szimmetrikus: a függőleges (A) cső középvonala felezi a két ferde cső (B_1 , B_2) középvonalának a szögét. A két ferde cső szabása (112. ábra) tehát egyforma lesz, és bár a B_1 tükröképe a B_2 -nek, mégsem kell a szabásukat ellenkező oldalra hajlítani, mert az idomnak a rajz



110. ábra. Egyenlő szárátmérőjű nadrágcső



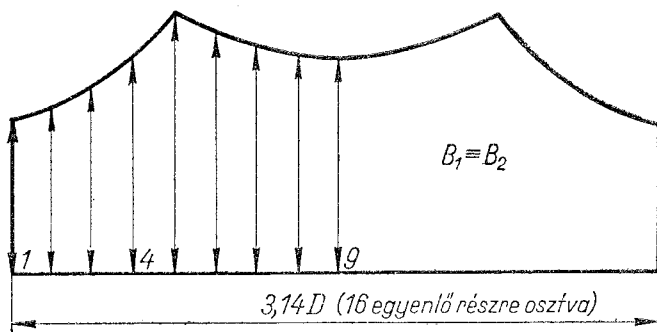
111. ábra. „1 nadrág=3 könyök.” (A nadrág három áthatási vonala külön-külön.) (A 110. ábrához)

síkjával párhuzamos szimmetriasíkja is van, tehát bármelyik B szár önmagának is tükörképe (6. ábra).

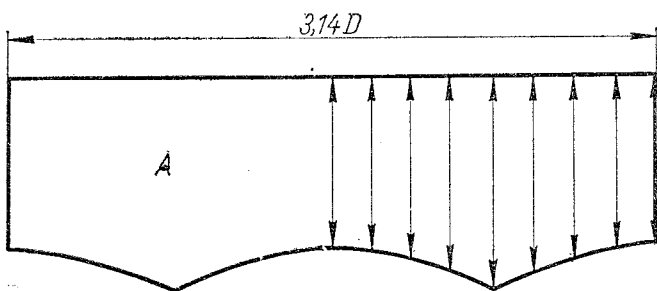
Szerkesztés:

Az elülnézet síkjába befördítjük az A és a B_1 csődarab harántszelvényét, vagy legalábbis a harántszelvény felét, és ezt a félkört beosztjuk elég sok egyenlő részre, pl. ez esetben 8 részre. Meghúzzuk az osztópontokon átmenő hengeralkotókat. (A két végükre itt nyilakat rajzoltunk.)

Az eddigiek alapján már nem esik nehezünkre e két csődarab szabásának megszerkesztése: kiszámítjuk a harántszelvény területét, és megrajzoljuk az előbbi beosztásnak



112. ábra. A két nadrágszár szabása. (A 110. ábrához)



113. ábra. A nadrág derekának szabása. (A 110. ábrához)

megfelelő párhuzamos egyeneseket. (Vigyázz: a teljes területet kétannyi részre kell osztani, mint az imént a félkört!) Úgyelve a számozásra, felmérjük a szabásba az elülnézetben megnyilazott alkotók hosszát (112. és 113. ábra).

Megjegyzés:

Nyilvánvaló, hogy nemcsak kétfelé, hanem többfelé ágazó csőidomra is alkalmazható ez a szerkesztés, de csak akkor, ha valamennyi csőág egyenlő átmérőjű. A szűkülő elágazások tiszta hengeridomokkal nem valósíthatók meg, a vastagabb cső valamilyen átmeneti lezárást kíván a vékonyabb csőhöz. Lásd még a kúpos stb. nadrágcsöveket (325... 330, 365... 368., 402a, b ábrák és az MSZ 12959) szabványt, valamint az MSZ szabványjegyzék „D 18e lemezcsőidomok” szakrendi csoportját is, ill. a megfelelő KGSZ-ekei.

Gerezdes ívdarab

Elemzés:

Tompaszögű könyökidomok sora ívdarabot közelít meg (114a ábra). Ha visszagondolunk a derékszögű csőkönyök származtatására (103. ábra), beláthatjuk, hogy egy egyenes csőből váltakozva jobbra-balra dülő síkokkal

vághatjuk ki ennek a csőidomnak a gerezdjeit (114b ábra). Ezt a megfigyelésünket a szabás hulladéktalan elrendezésében is értékesíthetjük.

Szerkesztés:

Lényegében nem különbözik a ferde síkkal elmetszett henger köpenyének sokféle változatban megtárgyalt kiterítésétől.

Befördítjük a harántszelvény félkörét; egyenlő részekre osztjuk, kiszámítjuk a területét, és ha a szabást legördített helyzetbe tudjuk elhelyezni, akkor a kiterített területet beosztó alkotókra nem kell körzővel átraknunk a (nyíllal jelölt) alkotódarabokat, hanem gördülési segédvonalakkal metszhetjük ki őket. Így kapjuk meg az elülnézet $I...VII$ pontjaiból a szabás hullámvonalának $I...VII$ számú pontjait.

A gerezdek hullámvonalai pontosan egybevágnak a végdarab hullámvonalával, csak a legkisebb és (ellenőrzésül) a legnagyobb szélességüket ($2a_1, 2a_7$) kell az elülnézettről a szabásokra átmérni, egyébként a vonalukat a már kivágott A végdarabról másolhatjuk át. Az elemzésben említett anyagmegtakarítást azzal érzük el, hogy minden második darabot nem a legkeskenyebb helyen (az I -es alkotónál), hanem ahol a legszélesebb (a 7 -esnél), hegesztjük össze (114a ábra, C).

Megjegyzés:

Nem változtat az eljárás lényegén, ha az ívdarab nem 90° -os. Mindig vigyázni kell azonban arra, hogy ne akarjuk az első gerezdet a végdarab harántszelvényéhez idomítani (115. ábra), mert az a gerezdek ferde síkmetszete; ha pedig az kör, nem lehet a gerezd harántszelvénye kör. Úgy kell tehát az adott ívet beosztani, hogy az ív felé a végdarabok is ugyanolyan ferdek legyenek, mint a közdarabok. Lásd még: MSZ 12960.

Egyenlő szárú T-idom

Elemzés:

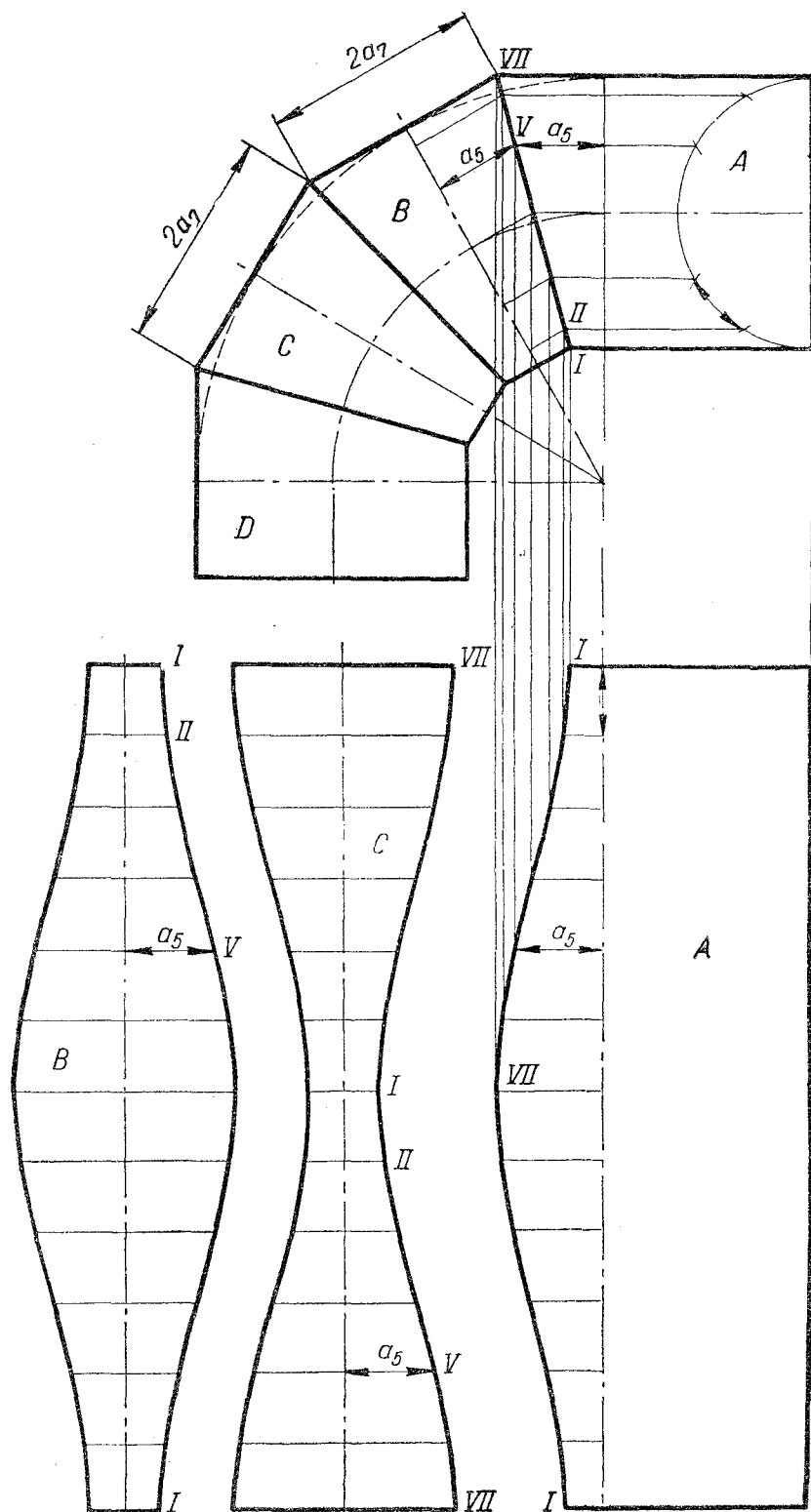
Az eddigi gyakorlatunk alapján most már könnyen felismerjük a T-idomban (116. ábra) a könyökidom (102. ábra) elemeit. 45° -os síkmetszetek csatlakoznak itt is, csak hogy a metszősíkoknak csak a fele van meg. Ott, ahol a hengerek középvonalai metsződnek, a ferde síkmetszetek is elmetszik egymást.

Szerkesztés:

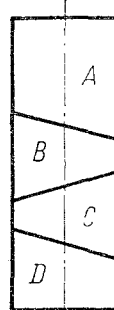
Befördítjük és egyenlő részekre osztjuk a hengerek fél harántszelvényét. Kiszámítjuk a területüket, elkészítjük legördítési helyzetbe a kiterített alkotókat, és a gördítési segédvonalakkal rendre elmetszve őket, megkapjuk a szabás görbe vonalának pontjait.

Fontos megfigyelés:

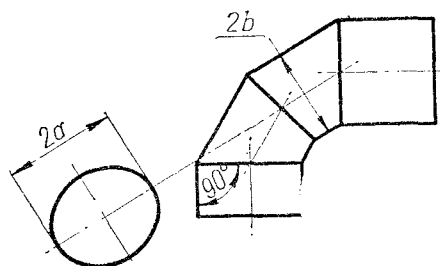
Ha képzeletben kiegészítjük a fél síkmetszeteket teljes síkmetszetekké (117. ábra), mindjárt látjuk, hogy a 45° -os síkok mind a két hengert teljesen egyforma ellipszisekben metszik, tehát a köpenyűk kiterítése is egybevágó hullámvonalak íveiből áll. Ezt — az egyik darab vagy egy próbaszabás kivágása által — felhasználhatjuk a szerkesztés pontosságának ellenőrzésére és javítására.



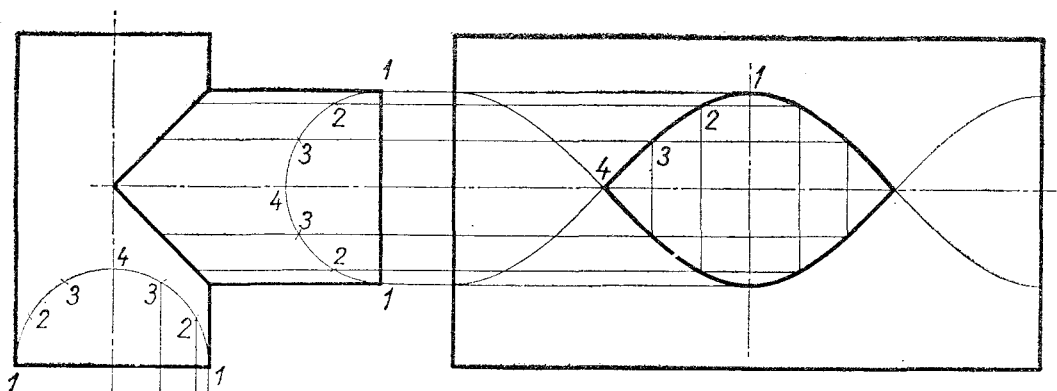
114a ábra. Gerezdes ívdarab nézete, egyik végdarabjának (A) és két átellenesen felhasított közbelső darabjának (B, C) szabása. (A másik végdarabot is fel lehet úgy vágni, mint a C-t!)



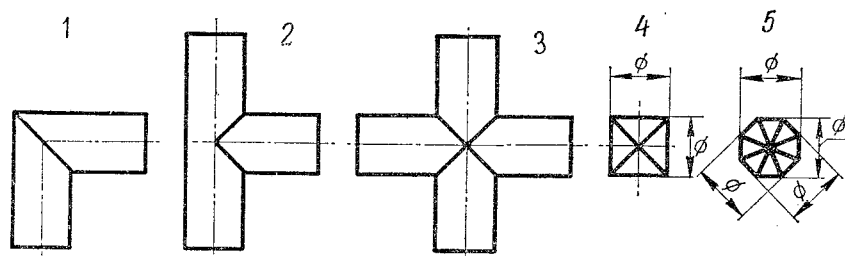
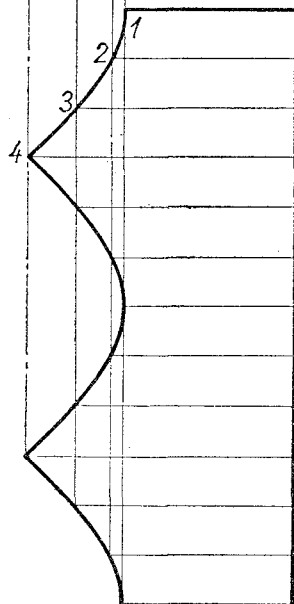
114b ábra. A hengeráthatások visszavezetése síkmetszetekre



115. ábra. Kezdő konstruktőrre valló könyök! (Nem tudja, hogy a ferde henger harántszelvénye ellipszis és ezért szűkebb, mint a forgási henger)



116. ábra. Egyenlőszárú T-idom elülnézete és a két hengerének szabása



117. ábra. Két henger áthatásának gyakorlati változatai: 1. könyök, 2. T-idom, 3. kereszt, 4. ez így nem gyakorlati, de ha 45°-kal elfordítva még egyszer metszi önmagát: 5., ez már a 369. ábra csírája. Lásd még a 134.-et is!

Szűkebb szárú T-idom

Ha elemzés nélkül, *gépiesen* „alkalmazzuk” az eddigieket:

Befordítjuk a harántszelvények félköröit és beosztjuk egyenlő részekre (118. ábra). Megkeressük az osztópontokon át húzott alkotók metszéspontjait, kiterítjük a megszokott módon a hengerek köpenyét: kerületszámítás; egyenletes beosztás a befordított szelvényfélkörök beosztásának megfelelően; gördítési vonalakkal való elmetszgetés, ha a gördítés szerint helyeztük el a szabást, vagy az alkotóhosszak felmérégetése, ha máshová rajzoltuk.

Mindez, ha az utóbbi néhány példát jól begyakoroltuk, megy, mint a karikacsapás. Csak amikor össze akarjuk hegeszteni a két csövet, akkor pattan ki a helyrehozhatatlan hiba!

A két „pontosan megszerkesztett” szabás *nem záródik*. A két henger között hatalmas *rések* tátonganak... (119. ábra).

A gépies szerkesztés nem ér semmit! Sőt...

A hiba elemzése:

Nyilván a szerkesztés megkezdése előtt kellett volna az idomot „képzeletben és rajzolásvázlatokban” alaposabban szemügyre venni (119. ábra). De mégnagyobb hiba volna, ha nem vonnánk le az elkövetett hiba minden tanulságát.

A gépiesen húzott alkotók metszéspontjának térbeli jelentése nincs. Azok *csupán fedőpontok*. Ha megrajzoltunk

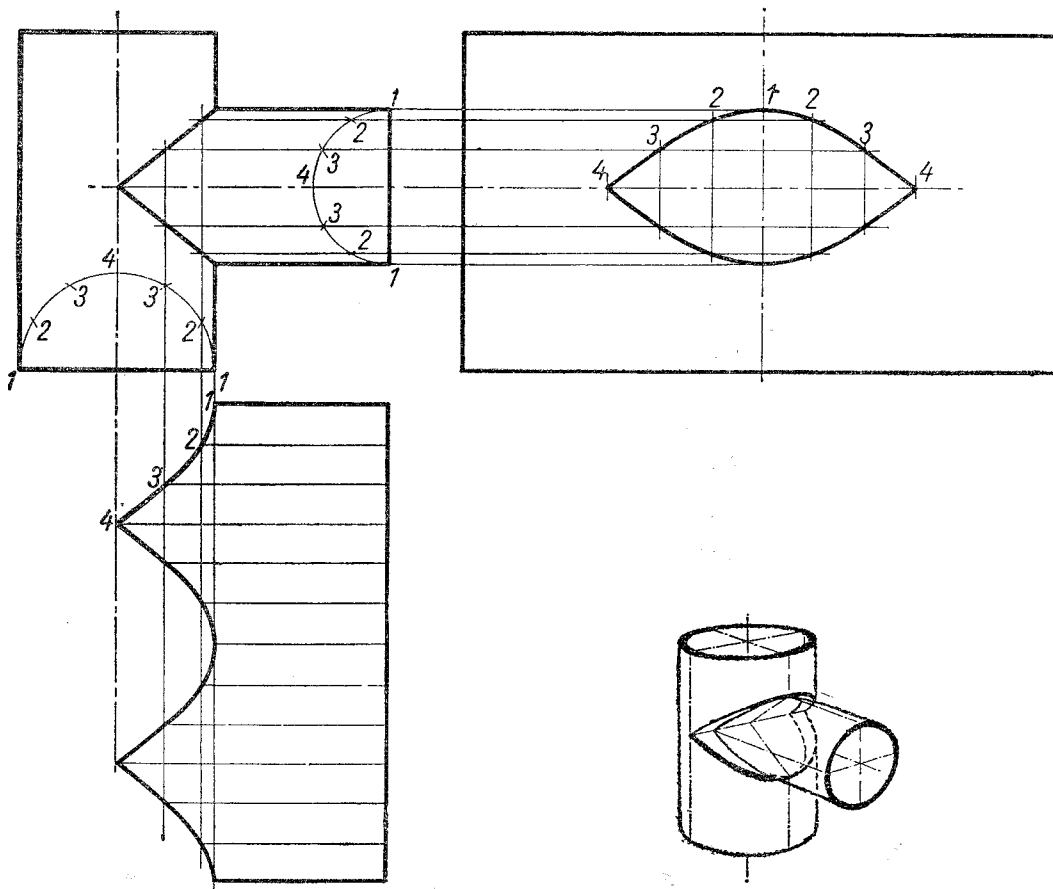
volna akár egy *fölnézetet*, akár egy *oldalnézetet*, mindjárt kiderült volna, hogy csak elülnézetben olyanok, *mintha* metszenék egymást, a *térben* a szűkebb és a bővebb henger megfelelő számú alkotói nem metszik egymást: *kitérő* egyenesek! (Az *I-es* kivételével.)

Mit szerkesztettünk hát? Nem a két *hengerfelület* metszéspontját, hanem ferde *síkmetszeteket*. Azok a ferde egyenesek, amelyeket a 102. és a 103. ábrán megismertünk, s a 109., 110., 114. ábrákon begyakoroltunk, a 116-on könnyedén alkalmaztunk, és a 117-en mindenféle változatban még egyszer áttekintettünk, csak akkor jelentik a két hengerfelület *közös* vonalát, *áthatását*, ha a két henger átmérője egyenlő, és a tengelye metsződik. Ha az egyik henger átmérője kisebb a másikénál, akkor ezek az egyenesek csak közös metsző síkokat jelentenek, e síkoknak a hengerfelületekkel való metszéspontjai által határolt félhold alakú darabjaival (120. ábra) szépen le is lehet fedni a tátongó nyílásokat.

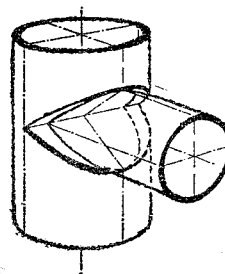
Mind a két henger síkmetszete ellipszis (ill. fél ellipszis); a fél nagytengelyük egyenlő hosszú (ezt éppen valódi nagyságban ábrázolja az elülnézetben meghúzott két ferde vonal), a két ellipszis *kistengelye azonban nem lehet egyenlő*, mert hiszen mindegyik akkora, mint a maga hengerének az *átmérője*.

Az adott idom elemzése:

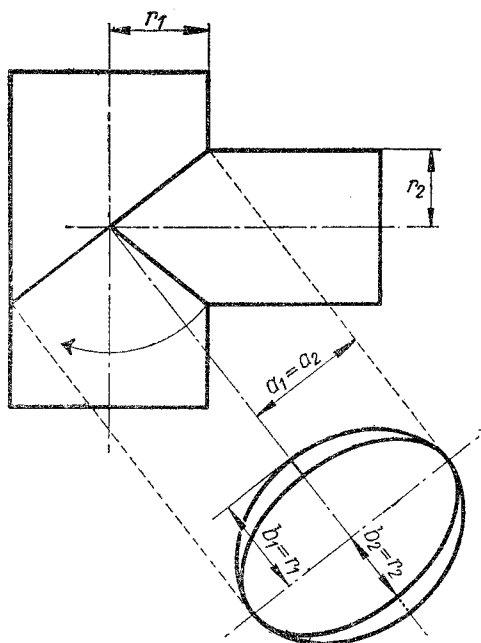
Rajzoljuk meg először is a T-idom *fölnézetét* (121. ábra.) Mindjárt látjuk, hogy az áthatási vonal nem terjedhet a bővebb hengernek a 118. ábrán 4 jelű alkotójáig, ha-



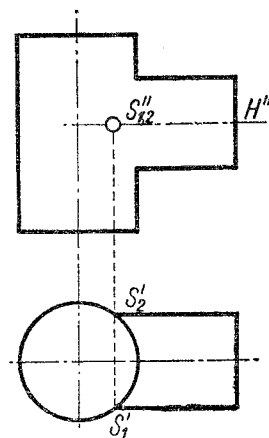
118. ábra. Vigyázz! Mit ábrázol ez a nem szemléletes vetület?



119. ábra.

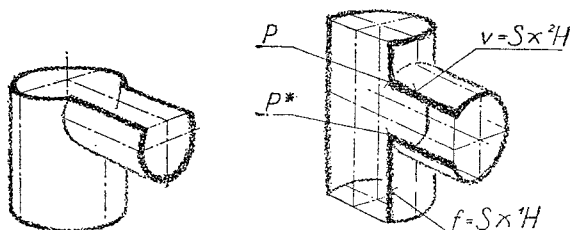


120. ábra. Legfeljebb mértanilag érdekes megoldás, gyakorlatilag nem: A 118. ábrán elrejtett és a 119-en leleplezett két síkmetszet közti nyílás lefedésének szabása. (A két ellipszis közti terület)



121. ábra. Egy felülnézet már lehetetlenné teszi a 118. ábrán elkövetett félreértést!

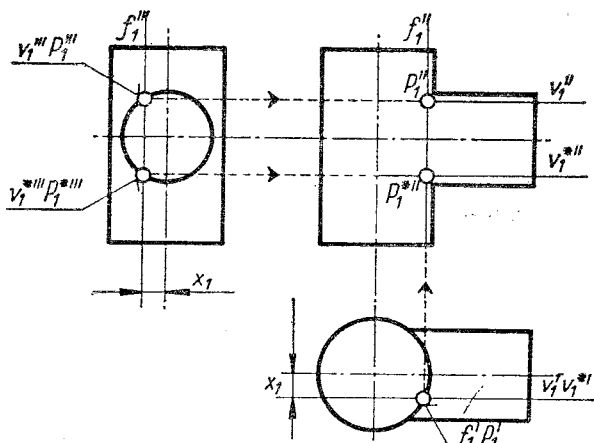
nemcsak az S pontig. Az S pont egy vízszintes segédsík által származtatható: ez a H sík a szűkebb hengert a két fölülnézeti képhatáralkotóban metszi, a bővebb hengerrel való metszésvonala pedig annak egy harántszelvénye, tehát *kör*. Hasonló vízszintes segédsíkokkal (122. ábra) meg



122. ábra. A segédsík a bővebb hengert *körben*, a szűkebbet alkotókban metszi

123. ábra. A segédmetszésvonalak (f, v) alkotók; metszéspontjuk az áthatás pontja (P, P^*)

is tudnók már szerkeszteni az áthatás többi pontját is, de mi most a későbbi *ferde* csomkok kedvéért máris olyan segédsíkot választunk, amely *mindkét henger középvonalával párhuzamos* és így mind a kettőt *alkotókban* metszi.



124. ábra. A szerkesztés elve három nézetben. (A 118. ábra szerkesztése helyett a 125. ábra alkalmazza)

A szerkesztés előzetes végiggondolása kedvéért megrajzoljuk a T-idom egy oldalnézetét is (124. ábra).

Az egymást metsző középvonalak síkjától x_1 távolságban felvett első segédsíknak és a bővebb hengernek f_1 metszésvonalát a felülnézetben találjuk meg, ahol azt egy *pont* ábrázolja, mert ez a metszésvonal ott a *rajz síkjára merő-*

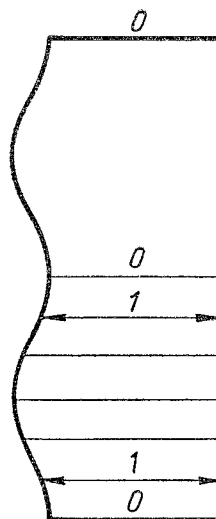
leges. Ugyanennek a metszősíknak és a szűkebb hengernek a metszésvonalait az *oldalnézetben* láthatjuk pontnak: v_1''' , $v_1^{*'''}$.

Az f és a v alkotók elülnézete a fölülnézetük, ill. az oldalnézetük rendezőjének vonalába esik. Az elülnézetben látható metszéspontjuk most már biztosan nem fedőpont, hanem valódi metszéspont, mert hiszen egy és ugyanabban a segédsíkban vannak benne.

A helyes áthatásszerkesztés gépíes fogásai:

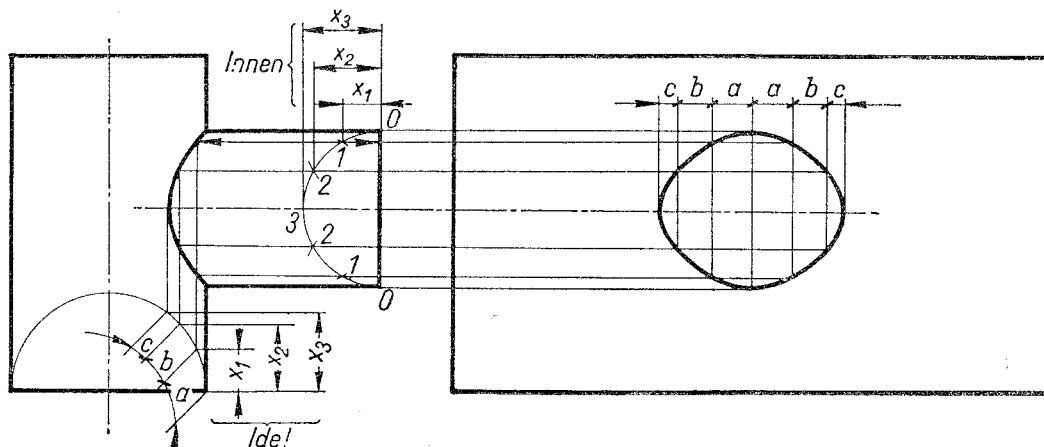
Befordítjuk a szűkebbik henger harántszelvényének a felét, és szokás szerint beosztjuk egyenlő részekre. A bővebbik henger harántszelvényét is befordítjuk, de ennek „beosztását” az x_1, x_2, x_3 *segédsík-távolságok* átmérésével kapjuk meg. Az így már biztosan *egy* segédsíkba eső hengeralkotók metszéspontjain át húzható görbe vonal a keresett áthatás elülnézete (125. ábra).

(Akármilyen gépíesen végezzük is a vonalak huzogatását, sohasem szabad közben elmulasztanunk a *térbeli jelentésük elképzelését*.)



126. ábra. Ugyanolyan hosszú, de nem ugyanolyan hegyes, mint a 118. ábrán volt! (A 125. ábrához)

A *szabácsszerkesztést* is csak akkor végezhetjük nyugodtan a megszokott gépíes mozdulatokkal, ha minden nehézség nélkül el tudjuk képzelni azok térbeli jelentését: a köpeny kerületének kiterítését és az alkotók hosszának meg-



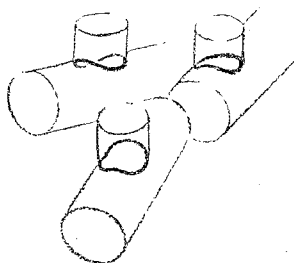
125. ábra. Most már — az előzőket (118-ból) teljesen átértve és szüntelen a szemünk előtt tartva — végre szerkeszthetünk *gépíesen*!

állapítását akár gördülési segédegységekkel, akár (tetszőleges elhelyezésben) az alkotók hosszának felmérégetésével (126. ábra).

Fontos különbség az eddigiekhez képest, hogy csak a szűkebb henger kiterített palástját oszthatjuk be *egyenlő* részekre, a bővebb hengeren vágandó lyuk alkotóinak távolságát (a , b , c) a befordított harántszelvényről körzővel visszük át a lyuk középvonalától jobbra-balra. Mivel azonban a körző *nem a körív*, hanem a kör két pontja közötti *húr* hosszát rögzíti, olyan sűrűn kell felvenni a segédsíkokat, hogy a húr és az ív hosszának a különbsége kisebb legyen, mint a szerkesztés megengedett hibája.

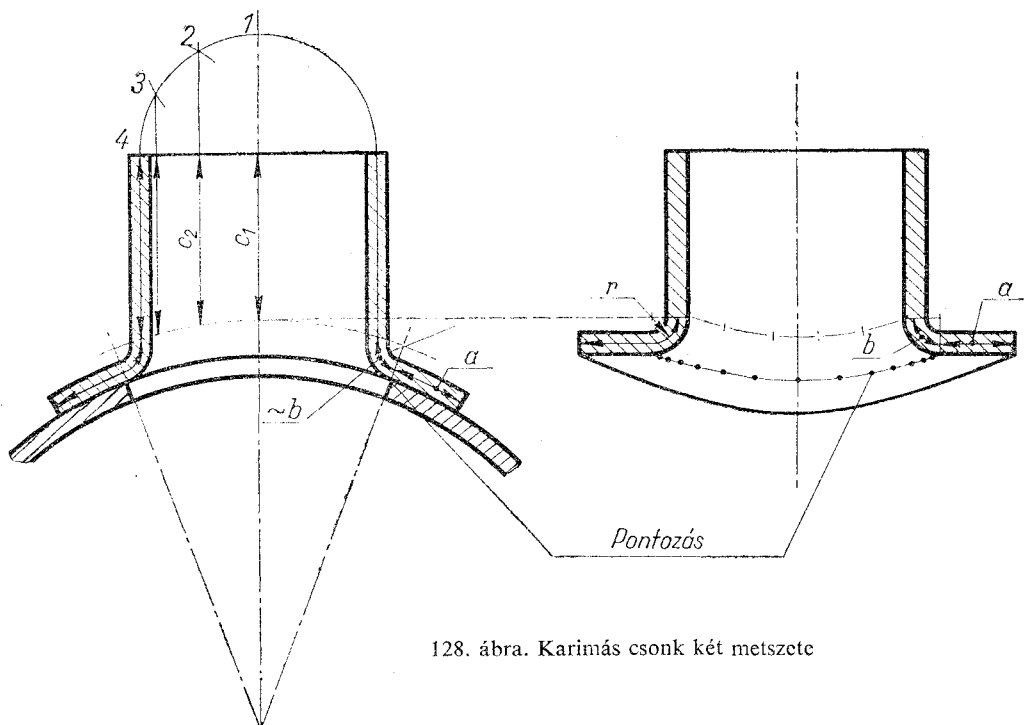
A síkbeli és a térbeli görbe fogalma

A csökönyök elemzésekor láttuk (103. ábra), hogy az ferde síkkal elmetszett henger egyik felének elfordításával származtatható. Két egyenlő átmérőjű henger tehát — *ha a tengelyük is metsződik* — *síkbeli* görbében (ellipszisben)



127. ábra. Egy térgörbe különféle beállítású vetületei. (Ordódy: Géprajzolás, 139., a 2. kiadásban 154. ábra)

metszi egymást. Hogy ez csak egyenlő átmérőjű hengereknél van így, kellemetlenül tapasztaltuk a szűkebb szárú T-idom áthatási vonalának gépies „megszerkesztésekor” (118 – 120. ábra).



128. ábra. Karimás csomk két metszete

A görbe felületek metszészvonala általában nem síkbeli görbe: nemcsak kanyarodik, hanem közben el is csavarodik. Magyarul: *kajla!*

A térbeli görbe vonalak, röviden *térgörbék* elképzelése a szabatos képzelőtehetség kifejtésének egyik alpművelete. *Feltétlenül készítsünk el néhány ilyen térgörbét* lágy vas- vagy alumínium drótból, lehetőleg ne is a pusztá rajz szerint, hanem a kész csőidom áthatási vápájába illesztve. Mindenesetre gondosan hasonlígtassuk össze *megfelelő beállításban* a rajzon-adott vetületeivel, és rajzoljunk róluk különböző ferde beállításban is távlatos vázlatokat (127. ábra.)

Karimás csomk

(pl. egy kazán gőzdómjának hengeres része)

Elemzés:

Ez a görbe karima olyan hengerfelület, amely hozzásimul a kazán hengerfelületéhez, de *egy darabból készül* a kazán hengerére merőlegesen álló szűkebb hengerrel. (A hengerek tengelye metszi egymást.) Elkészíteni, kihajlítani rendszerint csak melegen lehet az ilyen karimát, mert a szűkebb henger anyagának lényegesen meg kell nyúlnia ahhoz, hogy a bővebb henger alakját öltse magára (128 ábra).

A két hengerfelület közötti átmenet nem éles áthatási vonal, hanem gömbölyítve van egy átmeneti felülettel, mely vonal mentén érinti (mértanilag) mind a két hengerfelületet. A gömbölyítő felület ebben az esetben természetesen nem hengerszalag, mint a 106. ábrán volt, hanem a 383b ábrához hasonló gyűrű-öv, melytől azonban abban különbözik, hogy az egyszerű forgási felület, ez a kis henger megkerülése közben a nagy henger mentén föl-le hullámzó térgörbét követi. A kis henger és az átmeneti felület érintkezési vonalát a 106. ábrához hasonlóan keresztvonalas szaggatott vonallal jelöltük, a nagy hengerhez simuló

karima és az átmeneti felület érintkezési vonalát pedig ki-pontoztuk.

Szerkesztés:

Felrajzoljuk magunknak a semleges szálnak megfelelően a karimás csonk külső és belső felülete közötti közepes felületet a (128. ábrán ezt egyszerűen bejelöltük a műhelyrajzra, rajzlemezünkön természetesen nem másoljuk le az egész műhelyrajzot).

A görbe átmenet kezdetét, a kis henger és a gömbölyítő felület érintkezési vonalát úgy állapítjuk meg, mintha a kis henger semleges középfelületének és egy olyan hengerfelületnek az áthatása volna, amely egytengelyű az adott nagy hengerrel, de megfelelően bővebb. A baloldali metszetben a keresztvonalkás szaggatott vonal helyett középvonal-szerűen jelöltük ennek a képzeletbeli hengernek a felületét.

A kis hengert az előző példákban elmondottak szerint

terítjük a szabásba (ahol — 129. ábra — megint kereszt-vonalkázva jelöltük a kitérített képzeletbeli áthatási vonalat). Azután minden alkotójához hozzátoldjuk az átmeneti felület közepes r sugarának megfelelő *körív* kitérített hosszát, a b -t, ahhoz pedig a karima *körülbelüli* közepes szélességét, az a távolságot.

Megjegyzés:

Az $a+b$ méret megválasztásakor ügyelni kell arra, hogy a lemez széle túlságosan el ne vékonyodjon, mert emiatt be is szakadhatna.

Féldoldalas csőcsonk

Elemzés:

A „féldoldalasságot” szabatosan úgy magyarázhatjuk meg, hogy a cső és a csonk hengerének tengelye *nem metszi*, hanem elkerüli egymást, mértani szóval ezek *kitérő* tengelyű hengerek. Itt már nem takaríthatjuk meg a fölülnézetet, mert az határozza meg azt a h távolságot, amelyben a csonk tengelye elhalad a csőtengely mellett (130. ábra). A kitérő egyenesek távolságát egy olyan (képzeletbeli) egyenesben mérhetjük meg, amely mind a két egyenest merőlegesen metszi. Ez a *harántszelő* (normális transzverzális). A 130. ábra elülnézetében, ahol mind a két kitérő egyenes a rajz síkjával párhuzamos, a harántszelő a rajz síkjára merőleges, tehát *pont* ábrázolja: h'' . Ez a pont a kitérő egyenesek látszólagos metszéspontja, *fedőpontja*. A fedőpontok biztos felismerése a szabatos rajzolás egyik alapkövetelménye.

Áthatásszerkesztés:

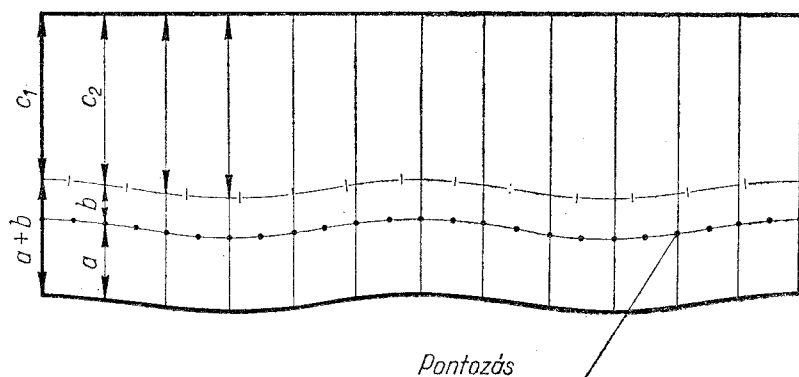
Lényegében nem különbözik a 124. és 125. ábrán begyakorolt szerkesztéstől. Itt is találunk ugyanis olyan segédsíkokat, amelyek mind a két henger tengelyével párhuzamosak, tehát mindkettőt alkotókban metszik. Az áthatás pontjait megintcsak ezeknek a segédmetszésvonalaknak a metsződése szolgáltatja.

A csonk harántszelvényének felét befordítva beoszthatjuk — a szabásszerkesztés kedvéért — egyenlő részekre. Az x távolságok átméretezése most a fölülnézetben is egyenletes beosztást hoz létre, tehát pontosabb, ha ott is az egyenletes beosztást szerkesztjük meg, s az x távolságokat csak arra használjuk, hogy az elülnézetben megszámozott osztópontok, illetve alkotók fölülnézetét helyesen állapítsuk meg. Egy-egy segédsík és a bővebb cső metszésvonalát most a fölülnézetben találjuk meg, ahol azt *pont* ábrázolja (f'').

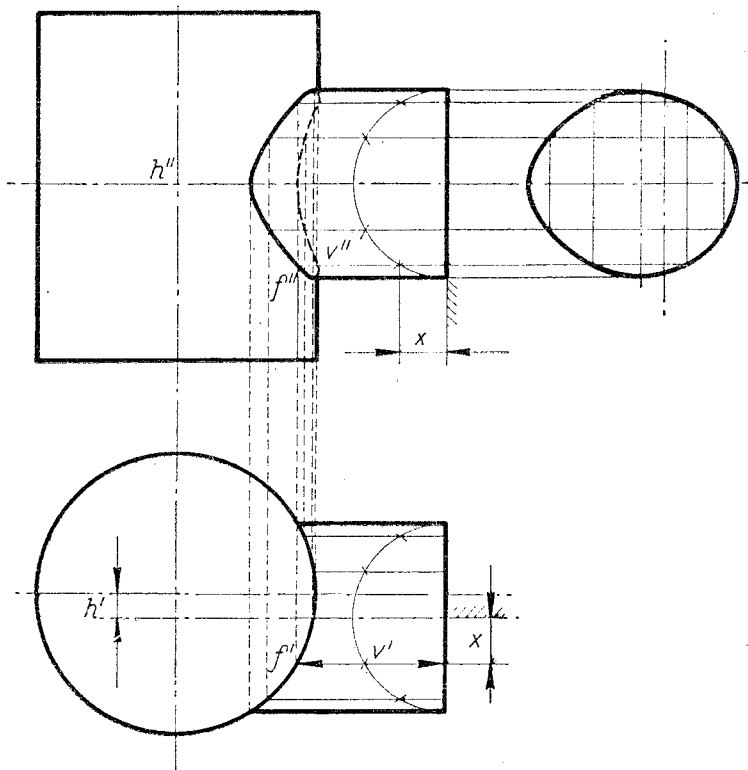
Az áthatás elülnézetének pontjai az egy segédsíkba eső csonk- és csőalkotók metszéspontjai (f'' metszi v'' -t).

A szabás (131. ábra) szerkesztése:

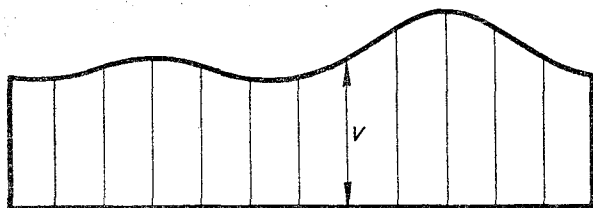
Elvben ugyanaz, mint az előbb, illetve a 124., 125. ábrán.



129. ábra. A karimás csonk (128. ábra) szabása



130. ábra. Féldoldalas csonk két nézete és a nyílás szabása (a szabásnak egy vonalra korlátozódó résznézete). Ennek beosztása a csonk egyenletes beosztásából egyenlőtlennek adódik ki.



131. ábra. A féloldalas csomk (130. ábra) szabása

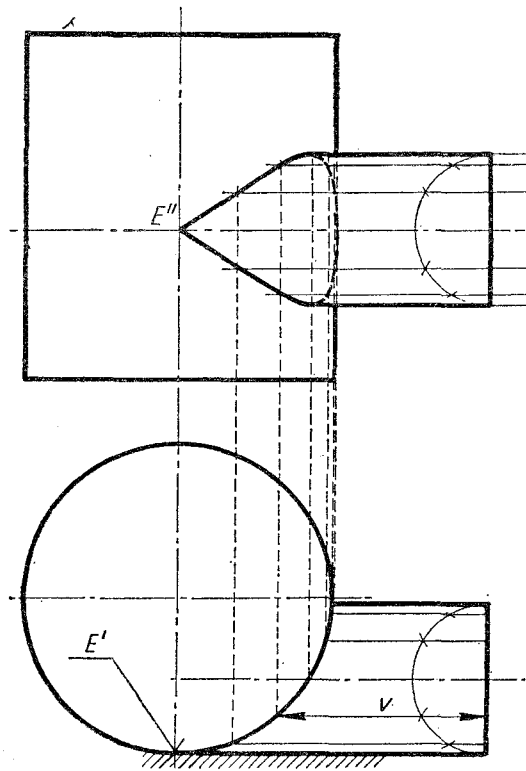
Vigyázz! Ha a cső köpenyét kifordítva hajlítjuk, a csomk akkor is ráillik. Ezáltal — ha a csomk nem a csődarab közepén van — a *tükörkép-idom* készül el.

Különösen érdekes, hogy bár a csomk szabása *félszeg* (aszimmetrikus), mégis mindegy, merre hajlítjuk. A kész csomk ugyanis szimmetrikus.

Érintő csomk

Elemzés:

A hengerek kitérő tengelyének távolsága éppen akkora, hogy a két hengernek egy közös érintő-síkja van (a 132. ábrán vonalkáztuk).

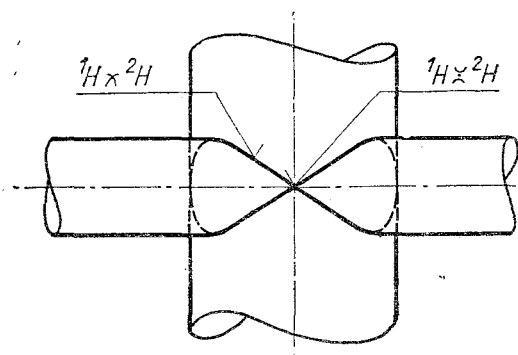


132. ábra. Érintő csomk két nézete és a nyílás szabása

A két henger tehát az áthatási vonalának egy pontjában mértanilag *érintkezik is*. E pontban a két henger metszés-vonala *kihelyesedik*.

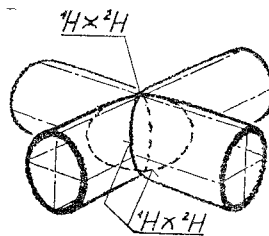
Felismerjük most, hogy az egyenlő átmérőjű, metsződő tengelyű hengerek (pl. 117. ábra) szintén érintik így egymást, de nem egy, hanem *két* pontban (134. ábra). Érdekes most már — és ezentúl mindig — nemcsak a csomkot, hanem a *teljes mértani idomot* tartani szemünk előtt: az egyenlő átmérőjű, metsződő tengelyű hengerek *teljes* áthatási vonala két olyan ellipszis, amelyeknek síkja egy-

mást a két ellipszis közös kistengelyének vonalában metszi. Ha pedig egy vékonyabb henger úgy hatol át egy vastagabbon, hogy vele közös érintő-síkja van, vagyis hogy a



133. ábra. A *teljes* áthatási vonal. (A 132. ábrán csak részben megvalósított két felület *érintkező* pontjában az áthatási vonal *önmagát metszi*)

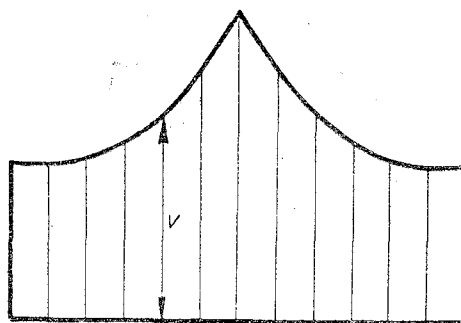
két henger egy pontban érintkezik, akkor a *teljes* áthatás vonala egy nagyon szép, önmagát metsző szimmetrikus térgörbe: a hengerek felületére rajzolt nyolcas (133. ábra).



134. ábra. Még egyszer a csőkereszt. (117/3. ábra távlatos képe)

Szerkesztés:

Az érintő csomk áthatásának és szabásának (135. ábra) szerkesztése teljesen az előzőek (124. ábra) szerint végezhető.

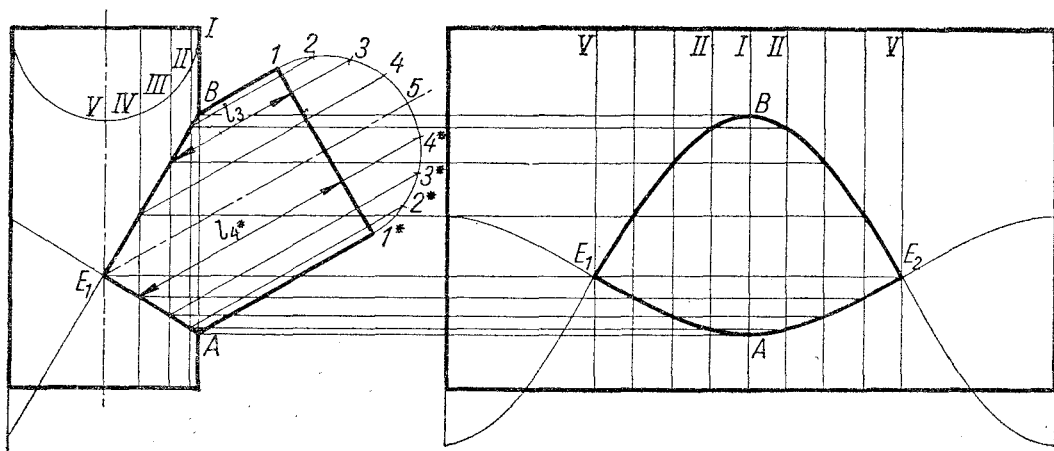


135. ábra. Az érintő csomk szabása. (A 132. ábrához)

Ferde csőelágazás

Elemzés:

A csövek átmérője egyenlő (136. ábra), tehát semleges száznak megfelelő közép-hengereik két pontban érintik egymást (134. ábra). Az áthatás lényegében ugyanolyan,

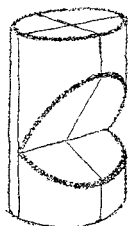


136. ábra. Ferde elágazás oldalnézete és a főág szabása

mint a 116. ábra: a hengerek két közös síkmetszetének a fele, a közös kistengelyükig terjedő két félellipszis (137. ábra).

Áthatásszerkesztés:

Felrajzoljuk az elülnézetet, befordítjuk az A cső meg a B elágazás fél harántszelvényét és beosztjuk egyenlő ré-



137. ábra.

szekre, kapjuk az $I, 2, 3, \dots$, ill. I, II, III, \dots osztáspontokat s az azokon keresztülmenő alkotókat. Mivel a két henger átmérője egyenlő, ezért az egyenlő számmal számított alkotók egy síkban vannak és valóban metszik egymást (nemcsak fedőpontok). A metszéspontjuk az áthatási vonal pontja.

Ha előre tudjuk, hogy az áthatás síkgörbe, vagyis az elülnézete egyenes, amely a képhatáralkotók metszéspontjától a tengelyvonalak metszéspontjáig tart, akkor erre a szerkesztésre nincs is szükség, azonnal meghúzzuk az áthatási vonalak elülnézetét. Megkívánja azonban a beosztást a

szabásszerkesztés:

A számítással kiterített csöveken is elkészítjük az előbb említett beosztást, meghúzzuk a párhuzamos alkotókat és — aszerint, hogy gördítési (136. ábra) vagy tetszőleges (138. ábra) helyzetben készítjük a szabást — átgördítjük, vagy körzővel átmérjük az alkotóknak a cső végétől az áthatásig terjedő hosszát.

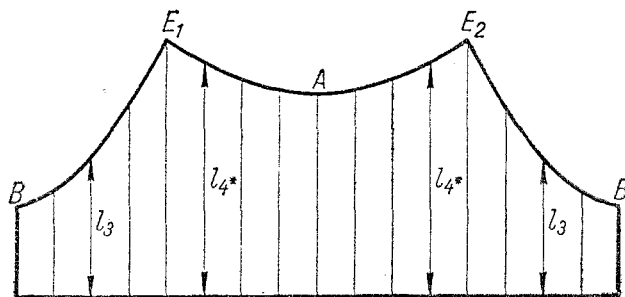
Ellenőrzés:

A cső és az elágazás szabását most csak *kétféle* hullámvonal ívei határolják. Az elágazás E_1, B, E_2 íve kiterítve is egybevág a cső E_1, B, E_2 ívével. Az E_1, A, E_2 ívek szintén egybevágóak.

Ferde csonk

Elemzés:

A hengerek tengelye metszi egymást, de nem derékszögben, hanem ferdén (139. ábra). Ha jól átláttuk a segédsíkos áthatásszerkesztés és a legördítő szabásszerkesztés *alapel-*



138. ábra. A ferde ág szabása. (A 136. ábrához)

veit, azt is mindjárt látjuk, hogy a csonk *ferdesége* a szerkesztés lényegét (123., 124. ábra) nem befolyásolja.

A ferde csonkot határoló harántkör ellipszis alakú fölülnézetének megszerkesztése csupán érdekes rajzolási gyakorlat. A szabás megszerkesztéséhez nincs szükség rá.

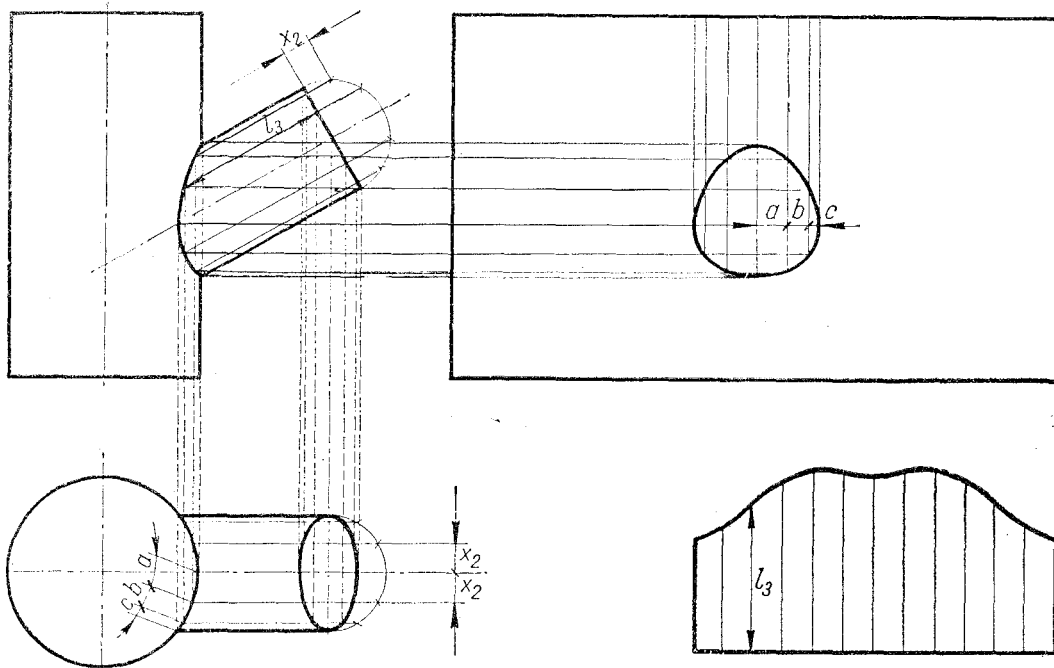
Szerkesztés:

Teljesen a 123. ábra szerint. Vigyázni kell azonban arra, hogy a csonk szabását (140. ábra) csakis a valódi nagyságban rövidületlenül ábrázolt elülnézettel helyezhetjük gördítési viszonyba, ill. ha máshová rajzoljuk, akkor az alkotók hosszát csakis az elülnézetről méregethetjük át a szabásra. A fölülnézeten ugyanis a ferde csonk *megrövidülve* látszik.

Félfoldalas ferde csonk

Elemzés:

A hengerek tengelye nem metsződik, hanem kitérő (141. ábra). Az áthatásszerkesztési segédfületek ilyenkor is olyan síkok, amelyek mind a két henger tengelyével párhuzamosak, és így mind a két hengert alkotókban metszik. Az oldalnézetre most már szükség van, de a csonk ferde végkörének ellipszis-vetülete itt is csak a kevésbé gyakor-



139. ábra. Ferde csőcsonk két nézete és a főág szabása

140. ábra. A ferde cső szabása. (A 139. ábrához)

lott rajzoló könnyebb tájékozódását segíti elő, különösen az összetartozó alkotóvetületek helyes megszámozását könnyíti meg.

Áthatásszerkesztés:

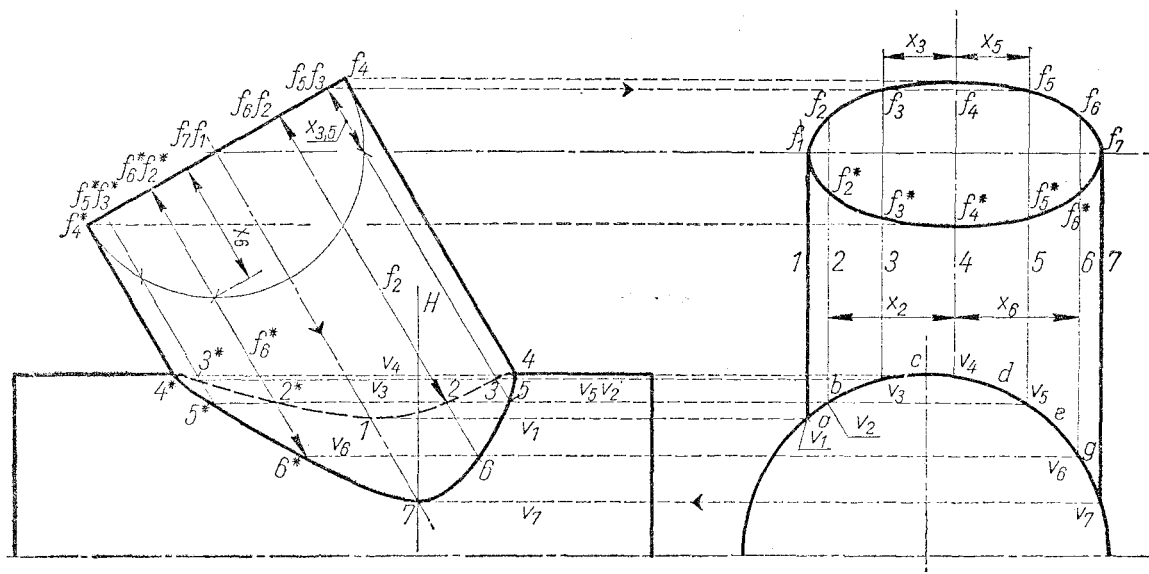
Az elülnézetbe befordítjuk a csőcső fél harántszelvényét és beosztjuk — a kiterítés kedvéért — egyenlő részekre. Megrajzoljuk az osztópontokon át a csőcső alkotóit az elülnézetben is, meg az oldalnézetben is. Az oldalnézet ellipszisének megszerkesztéséhez használt x távolságok egyszerűsége az elemzésben megbeszélte segédsíkok távolságát is jelentik a csőcső középvonalától. Az oldalnézetben ezek a rajz síkjára merőlegesek, vetületük egyenes vonal, melyeket ott meg is számoztunk: $1 \dots 7$. Az egy segédsíkba eső csőcsőalkotókat csillaggal különböztettük meg: $f_2, f_2^* \dots f_6, f_6^*$, ezek az oldalnézetben egymással fedésben vannak.

Az áthatás pontjait az elülnézetben az egy segédsíkban levő ferde és vízszintes alkotóknak, pl. az f_7 -nek és a v_7 -nek metszéspontjaként kapjuk.

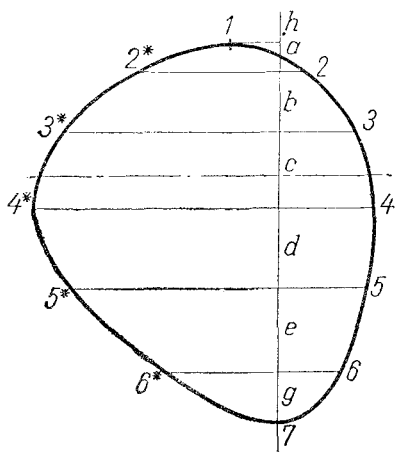
Egy kis figyelmet kíván az, hogy az elülnézetben is két alkotót ábrázol minden f vonal, de természetesen ott mások vannak fedésben, mint az oldalnézetben. Az oldalnézet segítségével oda kell képzelni az elülnézet elé a segédsíkok térbeli helyzetét, s akkor biztosan meg tudjuk különböztetni, mi van elül, mi hátul. Az áthatás eltakart részének szaggatott vonalú rajzolása már nagyon megkönnyíti a térbeli viszonyok elképzelését. Hanem a szerkesztés kezdetén ez még nincsen ott...

A kivágás szabása:

Tegyük föl, hogy a csőcsőön készítenünk kivágás szabása már nem fér el legördített helyzetben az elülnézet rajzlemez-



zen. Ilyenkor pl. felvehetünk egy segedsíkot a cső alkotóira merőlegesen, mondjuk, az áthatás legmélyebb (7) pontján át: ez a H . A szabásban (142. ábra) meghúzzuk e harántsík

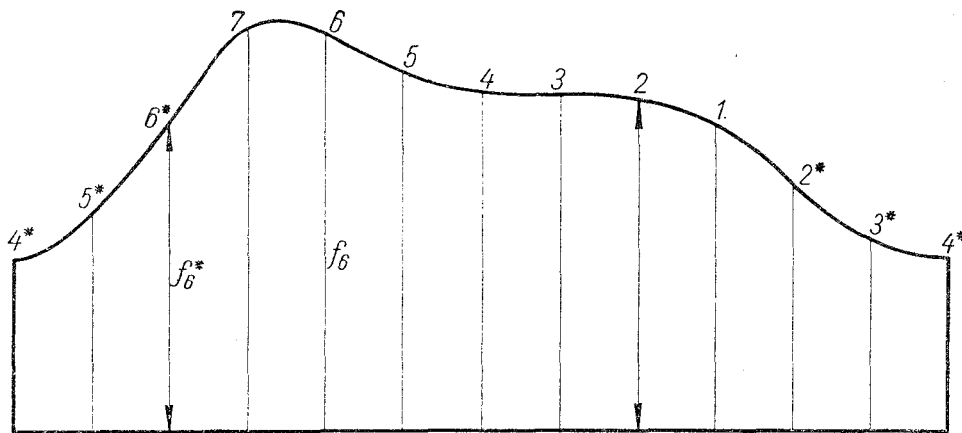


142. ábra A kiterített köpenyén vágandó nyílás. (A 141. ábrához)

metszésvonalának kiterítését jelentő h egyenest, rámérjük az áthatásszerkesztéshez használt alkotók hengerfelületi távolságát (az oldalnézetből vett ívhosszakat: $a \dots g$), azután meghúzzuk ezeken az osztópontokon át a h -ra merőlegesen az alkotók vonalát: $v_1 \dots v_6$. Most körzöbe vesszük az elülnézetből az áthatás pontjainak a H síktól való távolságát, és felrakjuk a szabásban a megfelelő alkotókra: $1 \dots 6, 6^* \dots 2^*$. Az ezeket összekötő görbe a cső köpenyén vágandó nyílás szabása

A csónk szabása:

Kiterítjük a köpeny kerületét ($\pi \cdot D$), felmérjük pl. a csónk felső szélének megfelelő alapvonalra, azt beosztjuk



143. ábra. A féloldalas fedre csónk szabása. (A 141. ábrához)

a harántszelvény beosztásának megfelelően, rá merőleges alkotókkal, azokra pedig rámérjük az elülnézetből vett valódi alkotóhosszúságokat az áthatásig (143. ábra).

Segédgömbös áthatásszerkesztés

Elemzés:

A legtöbb mértani feladat megoldására, mint tudjuk, többféle módszer kínálkozik. Az előrajzoló szakértelmé-

nek egyik jellegzetes próbája, hogy a szükséges pontosság, a teljes hibátlanúság (áttekinthetőség!), a hely- és időmegtakarítás stb. többé-kevésbé egyéni szempontjai szerint milyen megoldást választ a szerkesztés elvégzésére és milyen az ellenőrzésére

Ha forgási felületek (henger, kúp, gömb, gyűrű stb.) áthatásával van dolgunk, mindig mérlegelnünk kell, hogy az eddig használt *segedsíkoknál* nem volna-e ügyesebb megoldás a *segédgömbök* használata

Hogy metszi a gömb a vele egytengelyű forgási felületet?

Mivel a gömbnek akárhány („végtelen sok”) forgástengelye van, az egytengelyűség itt azt jelenti, hogy a másik forgási felületnek a forgástengelye a gömb középpontján megy át.

A metszésvonaluk ilyenkor mindig *forgási kör*, vagyis olyan kör, melynek síkja merőleges a közös forgástengelyre, középpontja pedig rajta van a forgástengelyen. Ha ez a tengely a rajz síkjával párhuzamos, akkor az ilyen kört *egyenest* vonal ábrázolja, mert a síkja a rajz síkjára is merőleges. Megtalálni nagyon könnyű ezt a körábrázoló egyenest: szemmel látható, hogy át kell mennie a képhátárvonalak metszéspontján. A 144. ábrán pl. a vízszintes hengert az A és a A^* pontban metszi az első gömb képhátárvonala, a ferde hengert pedig a B és a B^* pontban. A körábrázoló egyenesek meghúzásához nincs is okvetlen szükség a csillagos pontokra, mert tudjuk, hogy a saját hengerük tengelyére merőlegesnek kell lenniük, amit az ábrán a legnagyobb segédgömbnél meg is jelöltünk.

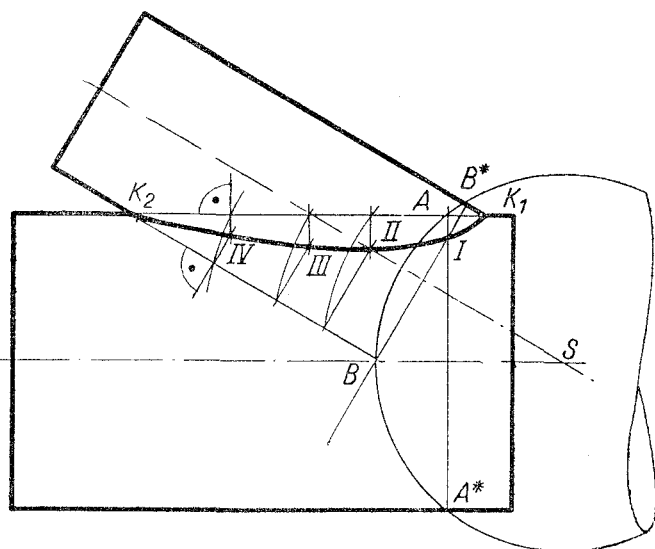
Az áthatásszerkesztéshez használt segédgömb középpontjának *mind a két* henger forgástengelyén rajta kell lennie, hogy mind a kettőt ilyen könnyen rajzolható segédvonalban messe. Két egyenesnek csak egy közös pontja lehet: a *metszéspontjuk*, S . Ez tehát valamennyi segédgömb közös középpontja

Tovább már ennek a szerkesztésnek is *ugyanaz* a menete mint a segedsíkos áthatásszerkesztésnek: *Az egy segédfelületben levő segédmetszésvonalak metszéspontja a keresett áthatás egy-egy pontja.*

A szerkesztés

ezek végigigondolása után a 144. ábra szerint megérthető és elvégezhető.

Vigyázz! Vesd össze a 145. és a 146. ábrát!

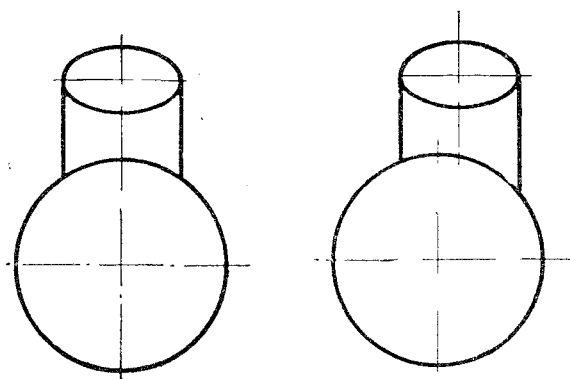


144. ábra. A tengelymetszés pont körüli segédgömbök módszere

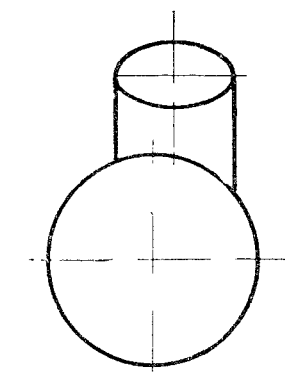
Ferde érintő csonk

Elemzés:

A csőnek és csonkjának közös érintősíkja van (a 147. ábrán ezt már nem vonalkáztuk úgy, mint a 132-en), mivel pedig a csonk szűkebb a csőnél, a tengelyük nem metsződhet, segédgömbökkel itt nem szerkeszthetjük az áthatást.



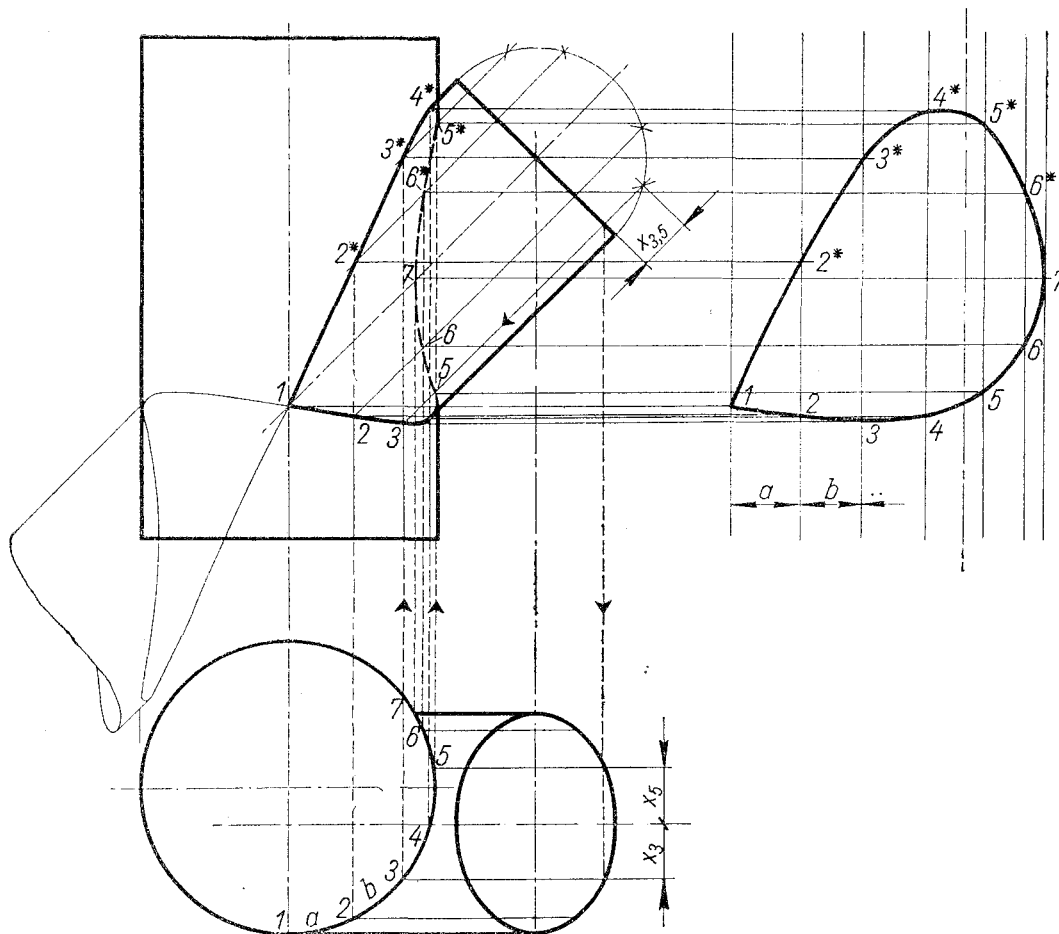
145. ábra. **Igen!** Segédgömbökre alkalmas (metsződő tengelyű) hengerek



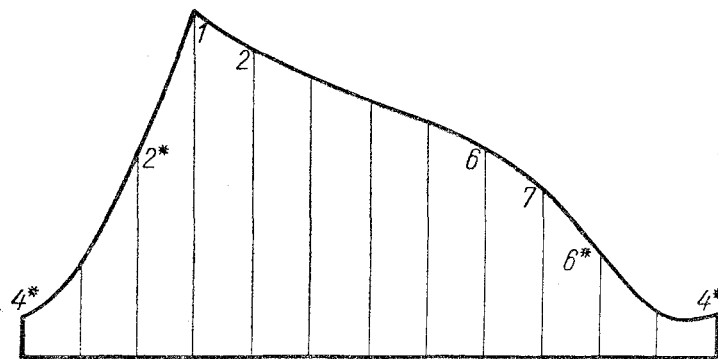
146. ábra. **Nem!** Segédgömbre nem alkalmas (kitérő tengelyű) hengerek

Áthatásszerkesztés.

Megint a 123 ábrán szemléltetett elvet alkalmazzuk. A mindkét henger tengelyével párhuzamos segédsíkokat a csonk befordított és egyenletesen beosztott harántszelvényének osztópontjain fektetjük át. Hogy a fölülnézetben biztosabban találjunk rá ugyanezen síkok vonalára, megrajzolhatjuk a csonk szélét ábrázoló ellipszist is. Evégett csak az x távolságokat kell átmérni a megfelelő rendezőkre. A segédsíkok és a nagy henger metszéspontját a fölülnézetben találjuk meg, ahol egy-egy pont ábrázolja mind-egyiket, mert a nagyobb henger alkotói ott a rajz síkjára



147. ábra. Egy pontban érintkezve metsződő ferde kitérő tengelyű hengerek két nézete és a lyukas köpeny szabása



148. ábra. A csont szabása. (A 147. ábrához)

merőlegesek. Így tehát a nagy hengert ábrázoló kör egy-szersmind az áthatási vonalnak is fölülnézete. Elülnézetét az egy segédsíkba eső segédmetszésvonalak metszéspontjai határozzák meg.

Hogy ennek a szép térgörbének az alakját egészen világosan lássuk, *el kell képzelniünk az alkatrészen el nem készített felét is*, azt, ahol az elkészítendő áthatásrésznél a bővebb hengerbe behatoló ferde csont képzeletbeli meghosszabbítása a bővebb hengerből megint kibúvik. Azt látjuk, hogy az 1-es jelű pontnál önmagát metsző nyolcas mindkét metsződő darabja hajlást vált (inflexiója van), tehát egészen kiegyenesedik. Ennek felismerése által elejét vehetjük az olyan hibának, hogy esetleg éppen itt görbületet adjunk az áthatásnak, ami a fölülnézetben épp ezen a tájon határozatlanná váló nagyon hegyes

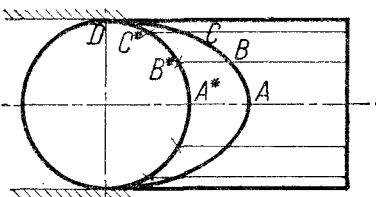
metszések miatt egyébként bizony elő szokott fordulni. Térgörbénk különös szépségének titka: *térbeli tengelyszimmetriája*. (9. ábra).

Szabásszerkesztés:

A bővebb cső kivágását most az elülnézetbe tettük, legördített helyzetbe. Az alkotók szabásának távolságát a fölülnézetből vett ívhosszak adják: a, b, \dots . A két csőfelület érintkezési pontjában (1) a kivágás is meg a csont köpenyének szabása is kihegyesedik.

A csont szabása a szokott módon készül: a kerületét kiszámítjuk ($\pi \cdot D$) és ugyanannyi egyenlő részre osztjuk, mint az elülnézetbe fordított szelvényt. Az osztópontokban az alapvonalra merőlegesen húzott alkotókra felrakjuk az elülnézetben lemerített valódi hosszúságukat.

Vigyázz! A féoldalas ferde csőcsontnak már *egyik eleme sem szimmetrikus* (a merőleges féoldalas csont — 132. ábra — köpenye még tükrös volt). Itt (a ferdénél) különösen vigyázni kell arra, hogy melyik szabást merre hajlítjuk, mert ha mind a két darabját, a cső és a csontszabását is visszajára hajlítjuk, szépen összeillenek! Észrevétlenül összehegeszthetjük tehát a rajzon meghatározott idom *tükröképét*. (Rajzolvasási selejt.)



Átmenetes vápájú egyenlő szárú T-idom

Elemzés:

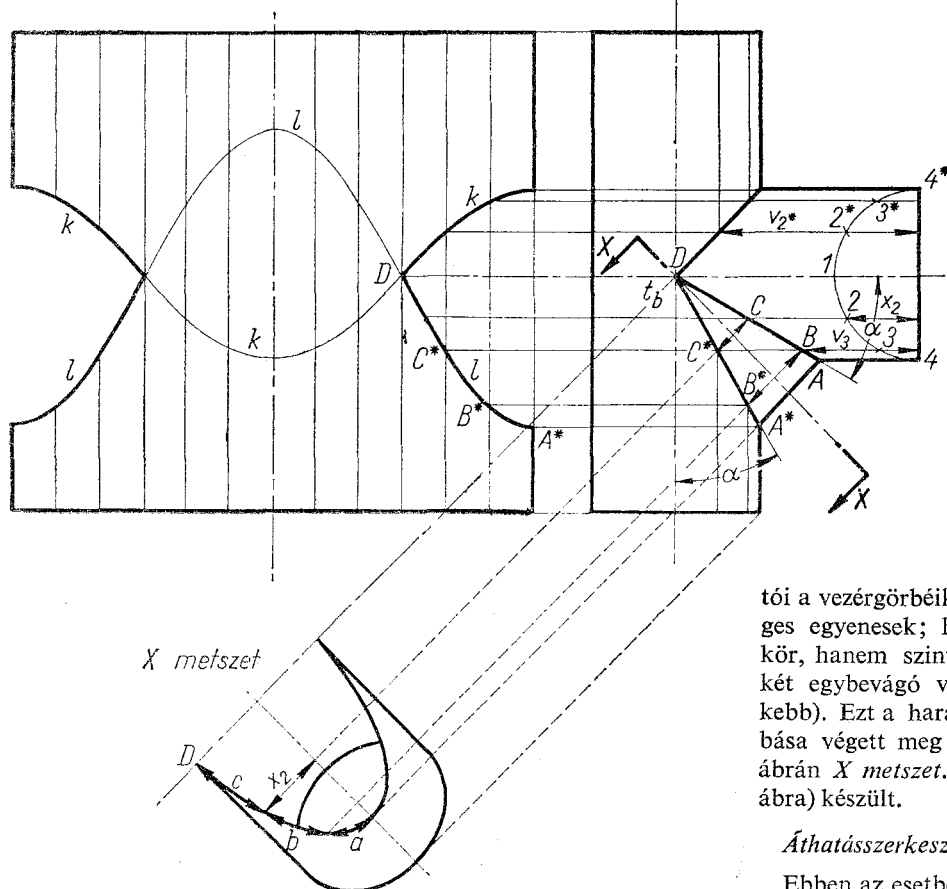
A 149. ábrán a T-idom teteje függélyesen áll; T mivoltát akkor ismerhetjük fel, ha a könyvet egy negyed fordulattal jobbra fordítjuk. Átmeneti betoldás csak a bal „hónaljában” van, másik vápája a 117. stb. ábráról jól ismert áthatási él.

A betoldott „folt” két olyan síkmetszethez csatlakozik, amelyeknek síkja a T szárának tengelyével ugyanakkora α szöget zár be, mint a tetejének tengelyével. Az új áthatási vonalak alakja tehát két teljesen egybevágó fél-ellipszis. A hozzájuk illesztett „folt” is hengerfelület; alkotói a vezérgörbék közös kistengelyére merőleges egyenesek; harántszelvénye azonban nem kör, hanem szintén ellipszis (mely azonban a két egybevágó vezérgörbénél valamivel kerekbb). Ezt a harántszelvényt a betoldás kiszabása végett meg is kell szerkesztenünk: 149. ábrán *X metszet*. Egyszerű nézetváltással (86. ábra) készült.

tói a vezérgörbék közös kistengelyére merőleges egyenesek; harántszelvénye azonban nem kör, hanem szintén ellipszis (mely azonban a két egybevágó vezérgörbénél valamivel kerekbb). Ezt a harántszelvényt a betoldás kiszabása végett meg is kell szerkesztenünk: 149. ábrán *X metszet*. Egyszerű nézetváltással (86. ábra) készült.

Áthatásszerkesztés:

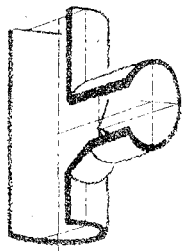
Ebben az esetben az áthatást nem szerkesztjük, hanem egyszerűen *fölvesszük*, tudva, hogy a metsződő tengelyű, egyenlő átmérőjű henge-



149. ábra. Átmeneti gerezd egy T-idom egyik vápájában. Két nézet, a gerezd metszete és a T „tetejének” szabása

rek (134. ábra) metszésvonala nem térgörbe, hanem ellipszis (103. ábra). A szabadon választott ferde képhatáralkotó A, A^* végpontjait az ellipsziseket ábrázoló egyenes vonalak által összekötjük a hengerfelületek D érintkezési pontjával.

Ebben a D pontban (meg a vele átellenes hátsó pontban) közös érintősíkja van mind a három hengerfelületnek, a két körharántszelvényűnek és a betoldott elliptikus harántszelvényűnek is. A könnyebb elképzelés kedvéért az alulnézetben bevonalkáztuk az érintősíkok mellé képzelhető anyagot, mintha két fal közé szorítottuk volna az egész T-idomot. Az érintősíkokkal párhuzamos segédsíkok alkotókban metszik a betoldott átmeneti hengert is, az egy segédsíkban levő metszésvonalak az áthatási vonalon metszik egymást, pl. a szimmetriasíktól x_2 távolságban levő második segédsíkban levő segédmetszésvonalak a C és C^* pontban metsződnek. Egy ilyen segédsíkkal elvágva szemlélteti az idomot a 150. ábra.

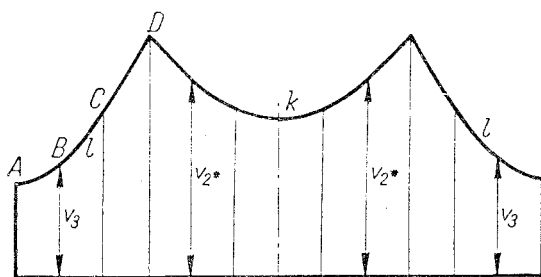


150. ábra. A segédsík alkotójának metsze mind a három hengert. (A 149. ábrához)

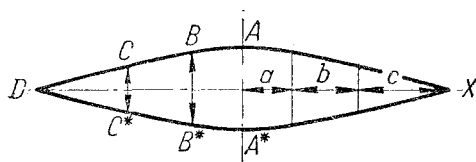
Az áthatás megrajzolásához természetesen most nincs szükség a segédsíkokra, hiszen előre tudtuk, milyen lesz, sőt magunk választottuk meg a két áthatási vonalat, mégis meg kell rajzolnunk a segédmetszésvonalakat a szabásszerkesztés kedvéért. A pontosabb kiterítés végett szokás szerint egyenlő részekre osztjuk a T szárának befördített harántszelvényét meg a tetejének alulnézetét. Az átmeneti henger harántmetszetén (X metszet) ebből adódó beosztás természetesen már nem lesz egyenletes: $a < b < c$.

Szabásszerkesztés:

A T tetejének szabását legördített helyzetben rajzoltuk meg az elülnézet mellé. A köpenyén vágott lyuk azért vált ketté, mert ebben az esetben példaképpen a lyuk középvonala mentén hasítottuk fel a köpenyt. Az ilyen változat a hulladék felhasználhatósága szempontjából gyakran előnyös lehet



151. ábra. A T „szárának” szabása. (A 149. ábrához)



152. ábra. A gerezd szabása (A 149. ábrához)

Elhelyezhettük volna a szár (151. ábra) és az átmeneti folt (152. ábra) szabását is legördített helyzetbe, de még ha van hely, se biztos, hogy a párhuzamos gördülési segéd-

vonalak meghuzogatása gyorsabb és pontosabb, mint a körzöbe vett alkotóhosszak ($v_1 \dots v_4$) átméretezése. Ezt egyéni adottságaink és gondos megfigyeléseken alapuló tapasztalataink szerint kell eldöntenünk. Aki biztosan eligazodik kusza vonalak között is, a legördített szabást akár rá is rajzolhatja az elülnézetre, mert azzal nemcsak helyet takarít meg, hanem a gördülési segédvonalak meg-rövidítése által a párhuzamosrajzolás elkerülhetetlen hibáját is csökkenti.

Az átmeneti hónaljított szabását (152. ábra) a DX középvonalra építjük fel. A hosszát ki lehet számítani a 2 táblázattal (28. oldal), de az alkotók távolságát akkor is a harántszelvény (X metszet) ívein kell lemérni: a, b, c . Az így „kiszabott” osztópont merőlegességeire az elülnézetben körzöbe vett fél alkotóhosszakat mérjük fel a középvonal alá és fölé

Ellenőrzés:

A T szárán is, tetején is csak kétféle hullámvonal ívei határolják az áthatás szabását. A betoldás nélküli áthatásé a kisebbik: k , a mindkét henger tengelyéhez mérve α szögű síkmetszeteké — tehát szintén egybevágó — az l betűvel jelölt nagyobbik hullám. Az egybevágóságot kiszabás utáni egymásra tevésével ellenőrizhetjük; ha több darab készül, közös sablont használhatunk.

Az átmeneti folt hullámvonala más alakú, de a hossza nem lehet más, mint a vele összehegesztendő l hullámdarabé! Sohase mulasszuk el az összekerülő szabásívek egyenlőségének kivágás előtti mérőkeresek ellenőrzését! (Mérőkerék: 30. oldal.)

Átmeneti darabbal megtámasztott ferde elágazó csomk

Elemzés:

A 149. ábrán található ellipszisszelvényű átmeneti darab helyett itt, a 153. ábrán, egy függélyes tengelyű forgási henger felét használjuk a ferde csomk megtámasztására. Átmérője egyenlő a vízszintes és a ferde henger átmérőjével. Az ellipsziseket ábrázoló egyenesek tehát szögjелеzők.

Mind a három egyenlő átmérőjű hengernek a tengelye is metszi egymást (az A, B és C ponttal fedésben levő belső pontokban), tehát mind a három hengernek kétfelől közös érintősíkja is van. Ezek a síkok most nem képzeletbeliek, hanem az érintési alkotók közötti háromszöletes darabjuk (ABC) el is készül lemezből.

Megjegyzés: Sík felülettel határolt teret nagynyomású közegek — gőz, nyomóolaj stb — vezetésére nem tanácsos használni. Elkerülhetetlen szükség esetén gondos szilárdsági ellenőrzés és ennek eredményeképp rendszerint különleges megerősítést (bordákat, támcasavarokat stb.) kíván.

Áthatásszerkesztés:

Tudjuk, hogy az egyenlő átmérőjű, metsződő tengelyű hengerek áthatása síkbeli görbe: ellipszis (103. ábra). Mint gyakorlott rajzolvások, rég fel is fedeztük a 153. ábrán az ellipsziséket ábrázoló egyeneseket. Mivel ezeknek az ellipsziseknek itt csak a fele valósul meg, vonaluk „a levegőben lóg”, más vonalhoz való csatlakozás nélkül ér véget az A, B , illetve a C pontban, ami a géprajzon meglehetősen ritka dolog.

Az áthatásszerkesztés tehát a képhatáralkotók metszéspontjának a hengertengelyek metszéspontjával való egye-

Csőcsös fazék

Elemzés:

Ha a hellyel takarékos 154. ábra műhelyrajz volna, azt jelentené, hogy két kiöntő csöcse van a fazéknak, mert hiszen csak akkor hagyhatjuk el egy vetület felét, ha az elhagyott fél pontos tükörképe a megrajzoltnak. A rajzlemezén azonban csak annyit rajzolunk meg — a semleges száznak megfelelő méretekkel —, amennyi a szabás bonyolultabb részeinek megszerkesztéséhez kell. A részletek műhelyrajz szerinti összeállítása már szót sem érdemel.

A kiöntő csöcs a részsút föléje rajzolt fél harántszelvénye szerint egy hengernek kb. a harmadából és a hengert alkotó mentén érintő két ferde síkból áll. Az áthatás egyik része tehát térgörbe lesz, ahol a csöcs hengerszalagja az edény hengerfelületét metszi, másik két része pedig az edény hengerfelületének síkmetszete: egy-egy ellipszisdarab. Rajzolás vázlatunkon (155. ábra) képzeletben meghosszabbítva a síkokat, jóval többet megrajzoltunk az ellipszisekből, mint amennyi el is készül (a fölfelé kiálló két görbe tehát nem két füle az edénynek).

Ha függélyes segédsíkokat választunk, azok párhuzamosak a hengerszalag tengelyével is, meg a fazék hengerfelületének tengelyével is, tehát mind a kettőt alkotókban metszik, a csöcs sík oldallapjait pedig olyan egyenes vonalakban, melyek a hengerszalag alkotóival párhuzamosak.

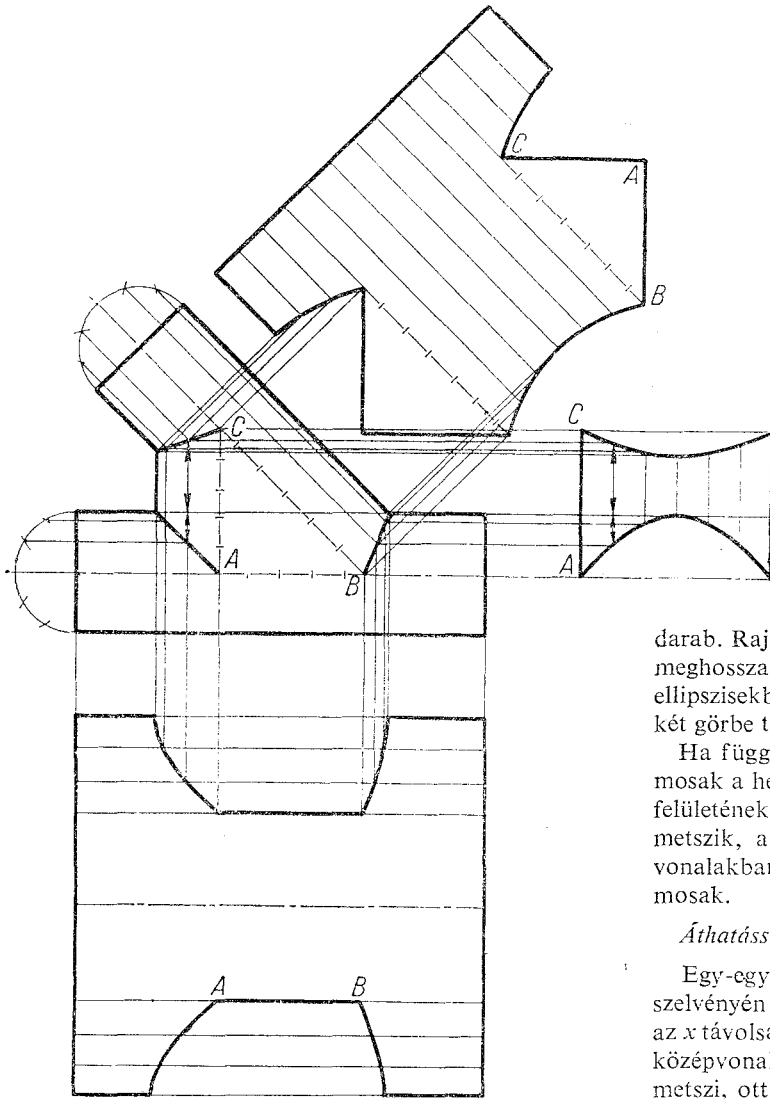
Áthatásszerkesztés:

Egy-egy segédsíkot úgy veszünk fel, hogy a csöcs harántszelvényén is, meg a fazék harántszelvényén is *ugyanabban* az x távolságban húzunk egy-egy párhuzamost a szelvény középvonalával. Ahol a segédsík vonala a szelvény vonalát metszi, ott megy át a segédsíknak és az illető felületnek a metszésvonala; két ilyen egy segédsíkba cső metszésvonal pedig a keresett áthatásnak egy pontjában metszi egymást. Az ábrán a 4. segédsík (x_4 távolságban levő) segédmetszésvonalait nyíllal láttuk el, metszéspontjuk az áthatási vonal 4-es pontja.

Szabásszerkesztés:

Mind a két felület szabását legördített helyzetbe rajzoltuk. Az alkotók távolságát mind a két szabásrészletben a saját harántszelvényének ívei szolgáltatják, az edény kivágásán $a \dots d$, a csöcs szabásán $e \dots h$. Ügyesebb lett volna tehát az x_5 távolság egyenletes beosztása helyett valamelyik harántszelvény vonalát osztani be egyenletesen, hogy annak szabás-alapvonalára egy környezőrással rakhassuk fel az alkotó-távolságokat, ne külön-külön méregetve. (Mind a két beosztás csak kivételesen, pl. egyenlő átmérőjű hengerek esetében lehet egyenletes, 102., 109., 110., 114., 136., 149. és 153. ábra.)

Megjegyzés. A 155. ábrán olyan fazekat rajzoltunk, amely lefelé egy kissé kúposan hegyesedik, a valóságban ugyanis gyakrabban fordul elő fölfelé mégjobban táguló csöcsös *serpenyő* is. Az ilyen idom áthatásszerkesztése sokkal érdekesebb, mint az egyszerű hengeresé; megoldásokat a 303...308. ábrák segítségével találhatunk rá, ha önállóan alkalmazzuk az ott fölfelé *szűkülő* edényről mondotakat.



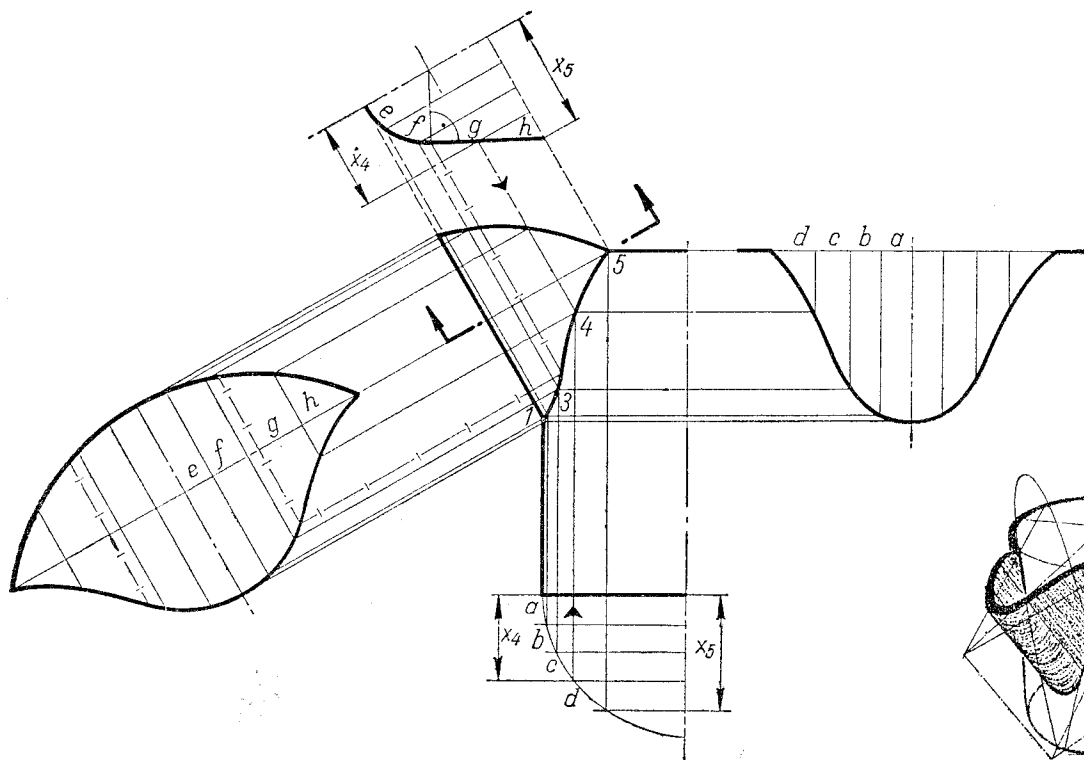
153. ábra. Három egyenlő átmérőjű, metsződő tengelyű henger és két közös érintősíkjuk nézete és szabásai

nes összekötéséből áll. A befördített harántszelvények egyenletes beosztásán át megrajzolt alkotók (melyek mindhárom henger tengelyével párhuzamos segédsíkok segédmetszésvonalait képviselik) most nem is az áthatásszerkesztéshez, hanem a szabásszerkesztéshez kellenek.

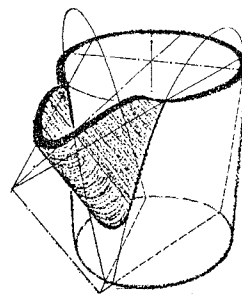
Szabásszerkesztés:

A 153. ábrán mind a három szabásdarabot legördített helyzetben rajzoltuk meg, így a kiszámított kerület ($\pi \cdot D$) megfelelő osztópontjain át húzott szabásalkotók hosszát nem kellett körzőbe venni, hanem gördítési segédvonalak metszéspontjai határozták meg.

A háromszög alakú *síkdarabokat* a ferde csonk szabásához biggyesztettük itt hozzá, bár ugyanolyan joggal kívánhatja akár a vízszintes cső, hogy ne vágjuk le ezeket róla az AB vonal mentén, akár a támasztó folt, hogy az AC mentén vele függjenek össze. Az ábrázolt megoldás a legkevesebb hegesztést biztosítja, mert a CB oldal a leg hosszabb; ha azonban a lemez nagyobb vastagsága miatt hengerlőgéppel hajlítják a szabásdarabokat hengeresre, akkor legfeljebb az AC egybenhagyásáról lehet szó de a műhelynek valószínűleg az a legegyszerűbb, ha a síklapokat egészen külön szabjuk ki.



154. ábra. Fél nézet, fél metszet — de a csöcs és a kivágás teljes szabása



155. ábra. Lefelé szűkülő (kúpos) csöcsös fazék

Hasábot lezáró ferde körhenger

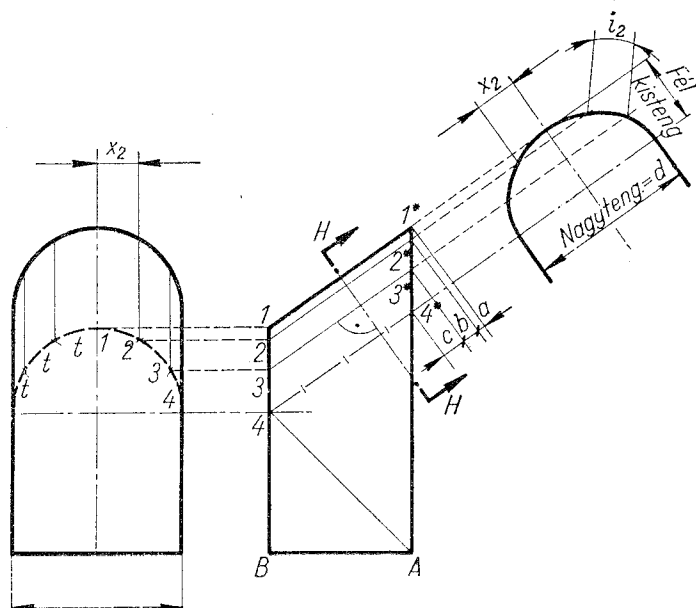
Elemzés:

A hengerfelületet meghatározó körök síkja nem merőleges a henger alkotóira, ez jellemzi a *mértani* értelemben vett *ferde* körhengert (nem pedig az, hogy a henger egy másikhoz képest ferde, mint a 109., 110., 136., 139., 141., 147. ábrán). Találkoztunk már ferde körhengerrel a 115. és a 149. ábrán.

A 156. ábrán két párhuzamos sík érinti a ferde körhengert, s így csak a fele készül el. Nézetváltással (87. ábra)

könnyen megszerkeszthetjük a ferde körhenger harántszelvényét: az elülnézetből vett x távolságokat kell átméretezni az új vetület megfelelő rendezőire (156. ábra, jobboldalt).

A ferde körhenger harántszelvénye ellipszis. Ha ezt tudjuk, más ellipszisszerkesztést is használhatunk a harántszelvény megrajzolásához (pl. 44. ábra) és a kerületét is pontosan kiszámíthatjuk (2. táblázat, 28. old.). Azt is jó tudni, hogy minden ellipszis-harántszelvényű hengernek (pl. 149. ábra) vannak éppen kör alakú ferde síkmetszetei; e körök átmérője akkora, mint a harántszelvény nagytengelye.



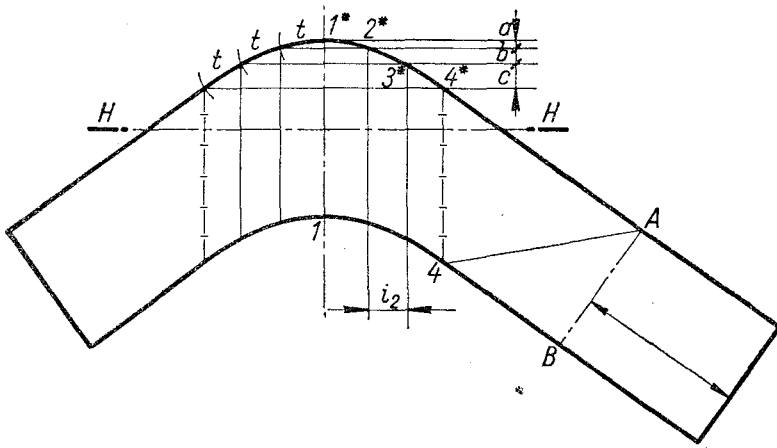
156. ábra. Ferde körhenger-fél; két érintősíkja között. (Két nézet meg egy harántszelvény)

Szabásszerkesztés:

A harántszelvény megszerkesztése nélkül ugyanúgy megszerkeszthetjük a ferde körhenger szabását, mint pl. a ferde ötlapú hasábot (84. ábra): legördítéssel.

Ha nincs hely a gördülési elrendezésre, elkülönítve is megrajzolhatjuk a gördülési segédegyeneseket a távolságuk (a, b, c) átmásolása által (157. ábra). A szabásgörbe pontjait is egészen hasonló módon találjuk meg a gördülési segédegyeneseken, mint az ötlapú hasáb zezugos szabásvonalának sarokpontjait: a kiválasztott alkotók végpontjainak távolságát (t) a ferde véglapon vesszük körzöbe, és a szabásban végpontról végpontra haladva, metsszük el egy kis körívvel a megfelelő segédegyenest.

A leggyorsabb nyilván az, ha ehhez egyenletesen osztjuk be az elülnézetben a vezérkört. Az osztópontokon átmenő alkotók oldalézetét rendezőhúzással határozzuk meg. Az alkotók az adott ferde képhatárvonallal párhuzamosak. Végpontjaikon (pl. 1*, 2*, 3*, 4*-on) át rájuk merőlegesen indul-



157. ábra. A 156. ábra lemezköpenyének szabása

nának a gördülési segédvonalak, melyeknek csak akkora darabkáját húzzuk most meg, hogy a távolságukat (a, b, c) körzöbe vehessük és egymás után átmérhessük a szabás I, I^* középvonalára. A szabásban már hosszabb darabon kell (a középvonalra merőlegesen) meghúzni a segédvonalakat, hogy az említett módon a t ívhosszal végiglepegethessünk rajtuk a középvonaltól jobbra-balra.

A szabás alsó görbéje ezzel egybevágó, csak egy alkotóhossznyiival el van tolva. Az alkotók valódi hosszát az oldalnézetben vesszük körzöbe.

A ferde körhengerhez érintőleg csatlakozó sík hasábolalak valódi alakját az oldalnézet mutatja, átmásolásukhoz pl. az AA átlót használhatjuk.

Ellenőrzés:

Rendszerint pontosabb a *harántszelvény* segítségével való szabásszerkesztés. Az alkotók távolságát (most nem a végpontjaikét) a harántszelvény ívén mérhetjük le: $i_1 \dots i_3$. Az oldalnézetben az alkotókra merőlegesen, de egyébként tetszőleges helyen felvett H sík vonalától mérhetjük át a szabásba az alkotók megfelelő darabjait. Ez az eljárás a 88. ábra módszerére emlékeztet.

Csatornakönyök

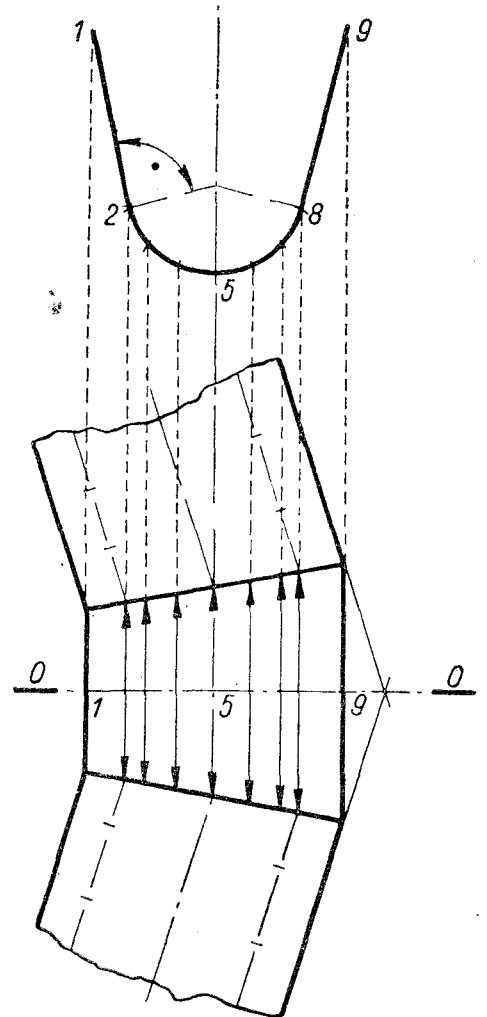
Elemzés:

A csatorna feneke egyenes körhenger szalagja, két oldala ehhez érintőleg csatlakozó két sík. A könyököt egy ugyanilyen szelvényű közdarab tompítja (158. ábra).

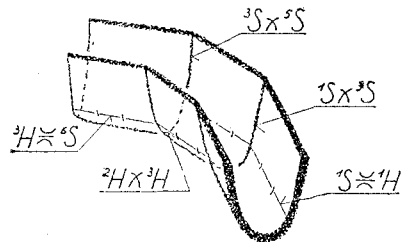
A fölülnézetben szögfelező egyenesek árbácsolják az áthatást, mivel egyenlő átmérőjű, metsződő tengelyű hengerszalagokkal van dolgunk, tudjuk, hogy ezek ellipszis-íveket rejtenek magukban. A szabás megfelelő része tehát hullámvonal, a sík oldalfalak metszészvonala pedig egyenes, melynek érintőleg kell átmennie a hullámvonalba. (Most már a térbeli viszonyok áttekintésekor — 159. ábra — mindjárt a szabásról is sok mindent előre meg tudunk mondani.)

Szabásszerkesztés:

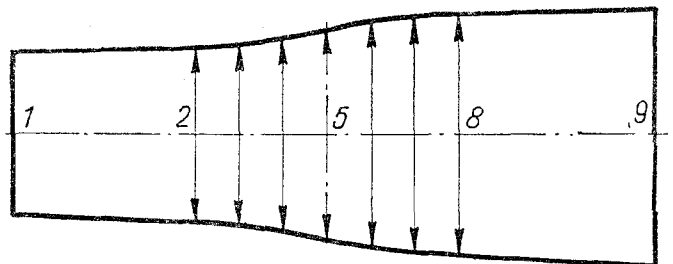
A szelvényben a fenék körívét beosztjuk egyenlő részekre: 2...8. E pontok rendezői a fölülnézetben a könyöktompító közdarab alkotóiként folytatódnak, melyeknek az áthatási vonalakig terjedő hosszát nyíllal jelöltük meg. Irányuk a könyök két szárának 00 szögfelezőjére merőleges.



158. ábra. Tompított csatornakönyök



159. ábra. Idomelemzés. A jelek olvasása: „A harmadik sík metszi az ötödik síkot.” „Az első sík metszi a harmadik síkot.” „A harmadik henger vonal mentén érinti a hatodik síkot.” „A második henger metszi a harmadik hengert.” „Az első sík vonal mentén érinti az első hengert.”



160. ábra. A tompító darab szabásának a fele (A 158. ábrához)

A szabás megrajzolását az 00 szimmetriatengellyel kezdjük, rá mérve a szelvényből valódi nagyságban lemerített ívhosszakat: $1, 2, 2, 3, \dots, 7, 8, 8, 9$. Az osztópontokon át a szimmetriatengelyre merőlegesen húzott alkotókra a fölülnézetben körzőbe vett fél alkotóhosszakat rakjuk fel.

A könyök két szárának szabását a könyöktompító közdarab szabásgörbéivel egybevágo görbe határolja.

Garatos sisak

Elemzés:

A *sisak* síklapú test, lapjainak minden mérete megvan valódi nagyságban vagy az elülnézetben, vagy a fölülnézetben (161. ábra).

A sisakból kiálló *garat* idomfelépítése ugyanaz, mint a 159. ábrán megbeszélt csatorna darabjaié: hengerfelületből és azt érintő két sík oldalapból áll. A garatfenéke is, meg a sisak oldala is ferdén metszi ezt a függőlyesen álló „csatornát”, egy ellipszis-ív rejtőzik tehát az elülnézetben a garatfenék egyenesében, a fölülnézetben pedig a garatköpeny köríve alatt (162. ábra).

Szabásszerkesztés:

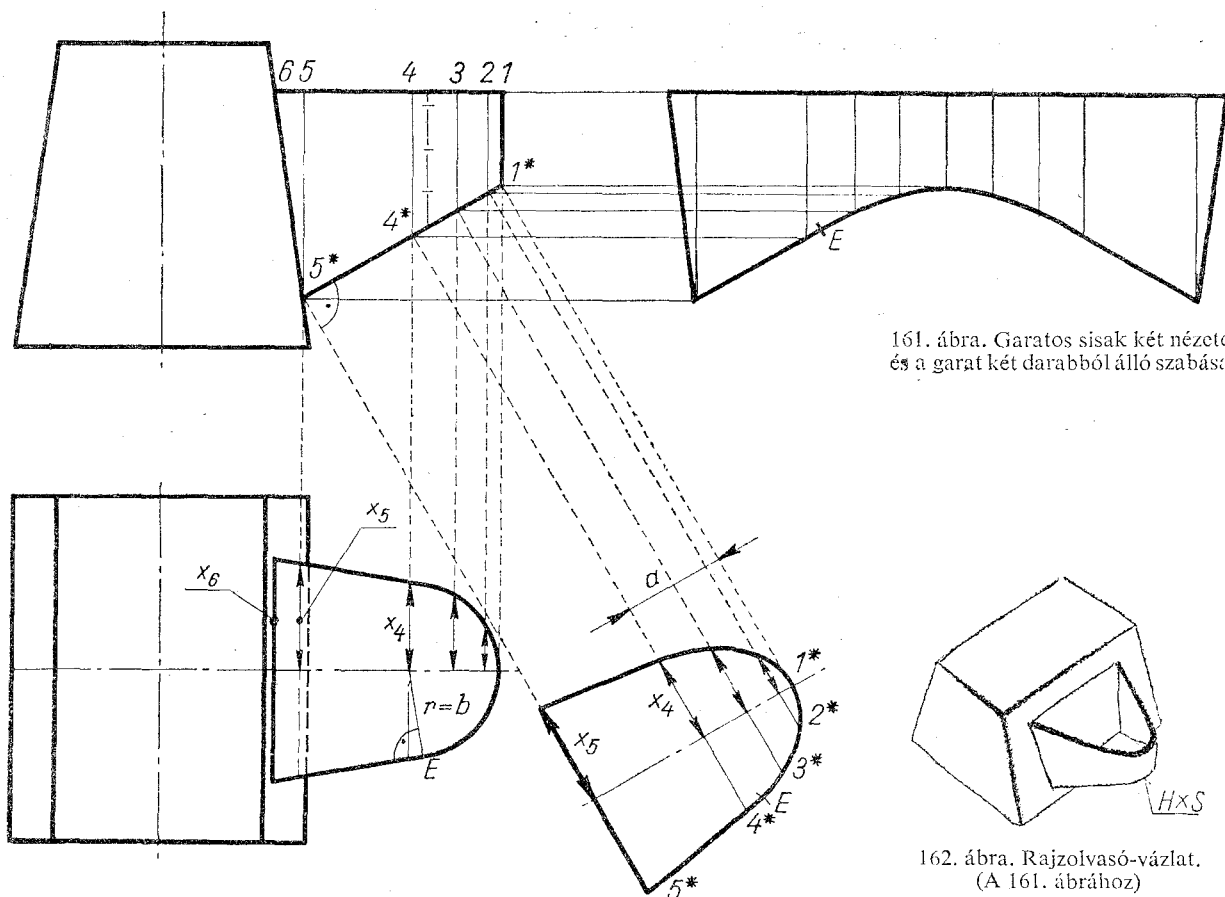
A síklapú *sisak* szabása nem okoz gondot, meg se rajzoljuk itt, említést érdemel mégis a garathoz csatlakozó kivágása. Ez a nyílás ugyanis nem derékszögű, hanem lefelé keskenyedő trapéz alakú, amit az adott vetületeken csak jó rajzolás vesz azonnal észre. Magasságát az elülnézetben $(6, 5^*)$, párhuzamos oldalainak hosszát a fölülnézetben $(2x_6, 2x_5)$ mérhetjük le, ferde oldalai ebből már kiadódnak.

A *garatfenék* szabását a 161. ábrán nézetváltással szerkesztettük meg (ami megfelel a 98. ábrának és nem jelenti azt, hogy megfeleldezhetünk a 97. és a 99. ábrán bemutatott lehetőségek gondos mérlegeléséről! A szabás középvonalától jobbra-balra a fölülnézetből mértük át a köpeny szabása kedvéért egyenlő részekre osztott vonal osztópontjainak a szimmetriásíktól való távolságát $(x_2 \dots x_5)$ a megfelelő rendezővonalakra.

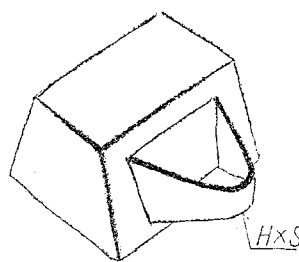
A *garatköpeny* szabását az elülnézet mellé legördített helyzetbe rajzoltuk. Hosszát a garat fölülnézetén lemeríthető beosztással méregetjük föl, szélességi méreteit pedig, vagyis az osztópontokba állított alkotók hosszát az elülnézetből induló gördülési segédvonalak határozzák meg.

Ellenőrzés:

A garatfenék ellipszis-ívét valamilyen más ellipszisszerkesztéssel is megkaphatjuk (pl. 44. ábra). Egy kis figyelmet igényel a tengelyméretek megállapítása: a fél nagytengely, a , az elülnézetben mérhető le a kör középpontjával fedésben levő 4^* és a 1^* között; a fél kistengely, b , azonban nem egyenlő most a középpont rendezőjén a fölülnézetből az új vetületbe átrakott x_4 távolsággal. Az x_4 végpontja ugyanis már nem a hengerfelületen, hanem az azt érintő síkon van. Az elülnézetben keresztvonalas szaggatott vonallal jelölt alkotó alsó végpontja, az E pont a 4^* mellett van. Helyét a fölülnézetben a henger tengelyétől az oldalsíkok vonalára bocsátott merőleges határozza meg. Szükség azért van rá mind a két szabásban, mert ez az E pont a határ a szabás egyenes és görbe darabja között. Ha nem szerkesztjük meg, rendszerint még ott is görbének rajzoljuk a szabás vonalát, ahol már egyenesnek kellene lennie, s ezért aztán ott rosszul csatlakozik hozzá a másik



161. ábra. Garatos sisak két nézete és a garat két darabból álló szabása



162. ábra. Rajzolás-vázlat. (A 161. ábrához)

szabásdarab (pl. ha ennek a garatköpenynek a széle ott is görbe, ahol a garatfenéké már egyenes, akkor ott a fenék nem lesz sík).

Versenypálya-szelvényű csont

Elemzés:

A félkörökből és azokhoz érintkezve csatlakozó egyenesekből álló szelvénynek megfelelően a csont két félhengerből és azok közös érintőszíkjából áll (163. ábra).

A vízszintes cső tengelyéhez képest a csont félhengerei kitérő tengelyűek, az egész idom tehát két féldoldalas csontnak (130. ábra) és két közösleges harántmetszetnek a kombinációja. Előre tudjuk ebből, hogy a szabás hullámvonalának azok a darabjai, amelyek a csont sík darabjait határolják pontos *körívek*. Sugaruk egyenlő a vízszintes henger sugarával (164. ábra, R), két végük mértanilag érintkezve (azaz simán, törés nélkül) folytatódik a hullámvonalban.

Áthatásszerkesztés:

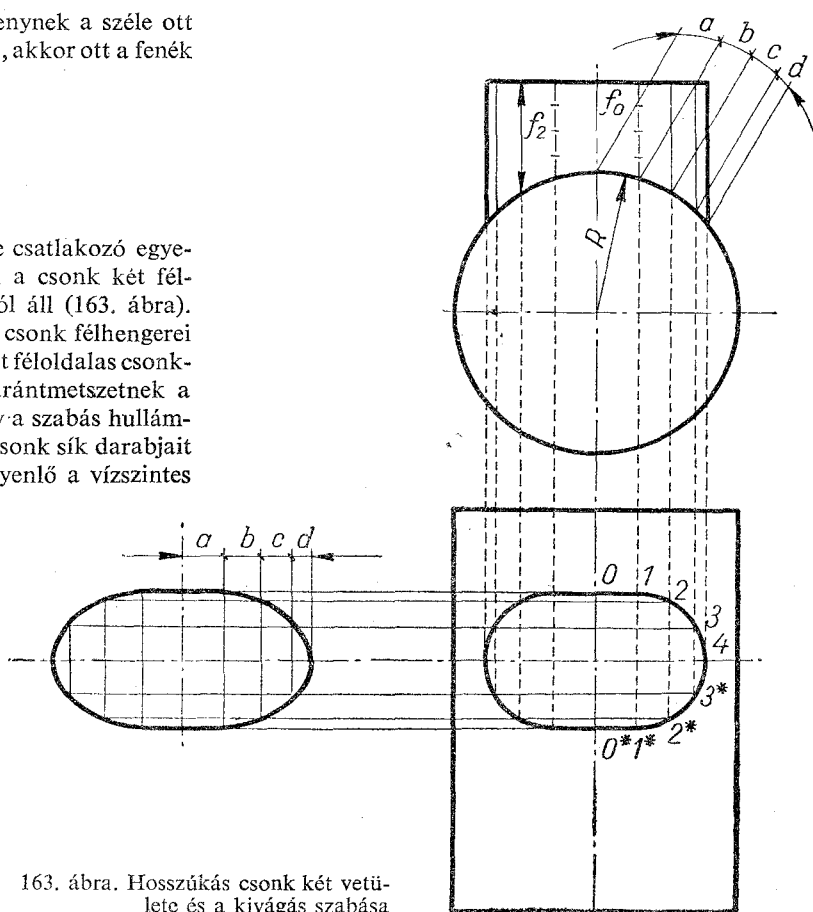
Most már a két vetület megpillantásakor „látnunk” kell, hogy az áthatás egészben véve térgörbe, bár van két síkgörbe szakasza is (a két körív). Kezddőknek tanulságos gyakorlat volna az *oldalnézet* megszerkesztése, de mi már azt is előre megmondhatjuk, miben fog különbözni a 130. ábrán elülnézetként jelentkező ilyen beállítású vetülettől: nem lesz olyan aszimmetrikus szakasza, amilyent a 130. ábrán a szaggatott vonal ábrázol, mert a féldoldalas hengereknek az a fele itt nem készül el, az elkészülő felük pedig szimmetrikus, úgyhogy az áthatás két fele fedésbe jut.

A szabásszerkesztés kedvéért azonban az *oldalnézetre nincs szükség*, mert az adott két „alkotóirányú” vetületből a szabás minden méretét megállapíthatjuk.

Szabásszerkesztés:

A szabásalkotók távolságának gyorsabb felmérése végett *valamelyik* felület szelvényét *egyenletesen* osztjuk be, a másik szelvény beosztását ezzel összefüggően rendezővonalakkal határozzuk meg, mert azokra az egyenes beosztás alkotóhosszainak meghatározásához amúgy is szükségünk van. Itt a versenypálya-szelvényt érdemesebb egyenletesen beosztani, mert ez a hosszabb: $0 \dots 4 \dots 0^*$; a cső körszelvényének (elülnézet) egyenlőtlen beosztása ebből kiadódik: $a \dots d$.

A csont szabásában (164. ábra) az f_0 alkotókat megtoldjuk R -rel, hogy a hullámvonal körív-szakaszainak közép-



163. ábra. Hosszúkas csont két vetülete és a kivágás szabása

pontját megkapjuk. A körív a henger és sík — keresztvonalas — érintési alkotójáig tart, mely ebben az esetben véletlenségből éppen beleesik az egyenes beosztásba. A cső kivágásának szabását most legördített helyzetbe tesszük a fölülnézet mellé.

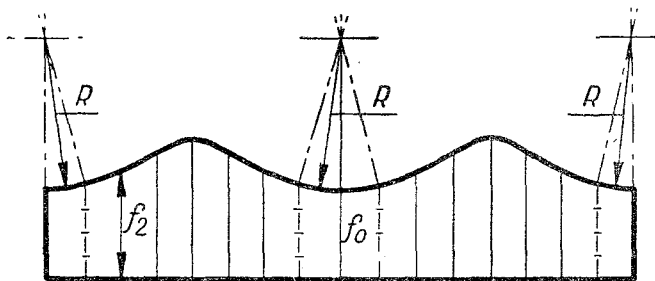
Ellipszisszelvényű csont

Elemzés:

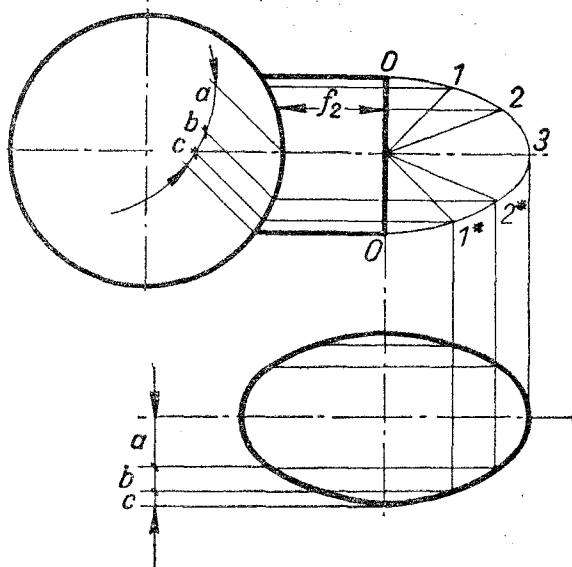
Lényegében nem különbözik az előző feladattól; érdekessége, hogy az ábrázolás (165. ábra) még takarékosabb: a csont befördített szelvénye fölősslegessé teszi a csontalkotók irányában vetített nézetet. A hengeres cső hosszát ez a rajz természetesen nem határozza meg, de hiszen ez nem is műhelyrajz, hanem szabásszerkesztési ábra, melyet a semleges szál külön kiszámított méreteivel rajzlemezre rajzolunk.

Szabásszerkesztés:

Bizonyára ugyanúgy a leggyorsabb, ahogy az imént a versenypálya-szelvényű csontos idom szabásait (163., 164. ábra) készítettük. Ha már nem kell a zsúfolt vonalak közti eltéréstől félnünk, a 165. ábra elrendezése helyett úgy is elhelyezhetjük a nyílás szabását, hogy a középvonala egybeessen az ellipszisszelvény és a csont közös középvonalával. Nemcsak a helypazarlás szűnik meg ezzel teljesen, mert az egész szerkesztés elfér a szabás területén, hanem a pontosság is nő, mert így lesznek a gördülési segédvonalak a lehető legrövidebbek. A csont szabásán (166. ábra) most

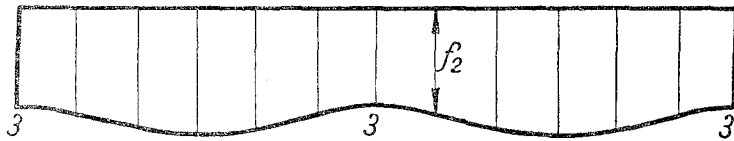


164. ábra. A hosszúkas csont szabása. (A 163. ábrához)

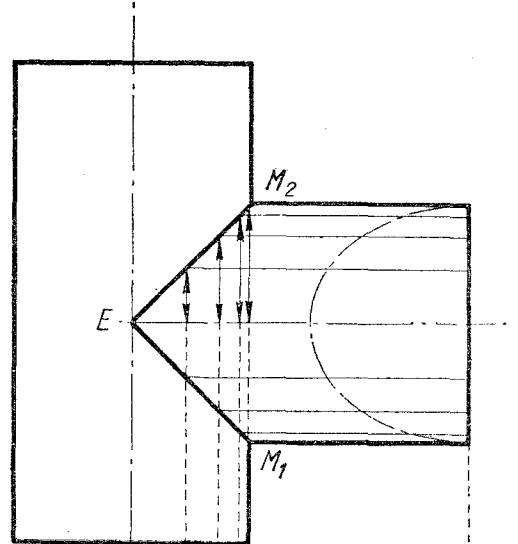


165. ábra. Ellipszisszelvényű csőcsonk nézete, befördített harántszelvénye és a bővebb csővön vágandó nyílás szabása

nincs pontosan *köríves szakasz*, a hullámvonal görbülete folytonosan változik: ahol azonban a csonköpeny egy pillanatig éppen merőlegesre fordul a cső alkotóira (ahol az érintő síkja a csőnek harántsíkja), vagyis a 3-as alkotónál: ott egy pillanatig a hullámvonal *belesimul* a cső harántkörébe, a görbületi sugara egyenlő a cső sugarával. Ezt felhasználhatjuk a hullámvonal *ellenőrzésére*.



166. ábra. Az ellipszisszelvényű csonk szabása. (A 165. ábrához)



167. ábra. Két egyforma ellipszisszelvényű — merőlegesen metsződő tengelyű — henger áthatásából megvalósított T-idom

Ellipszisszelvényű T-idom

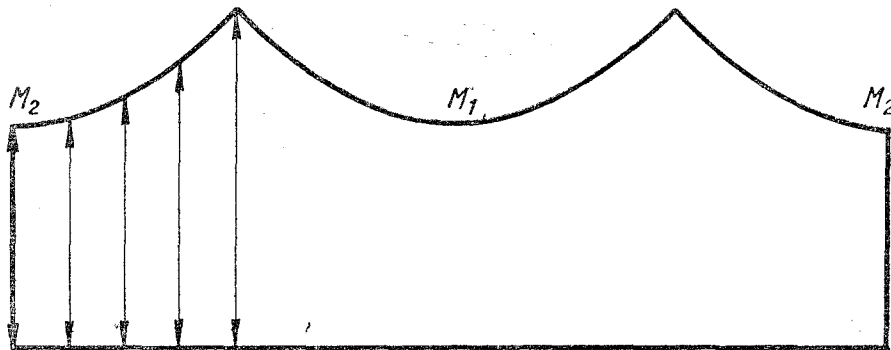
Elemzés:

Mind a két cső harántszelvénye azonos ellipszis (167. ábra). Tudjuk, hogy az ellipszisszelvényű hengerek *ferde körhengerek* (akárcsak a 115., 149. vagy a 156. ábrán). A tengelyük itt merőlegesen metsződik, szelvényük pedig kölcsönösen „keresztben” áll egymás alkotóira (azaz mindkét szelvény *nyagtengelye* merőleges a *másik* cső alkotóira). Hasonlóan „keresztben” áll pl. a 163. ábra hosszúka

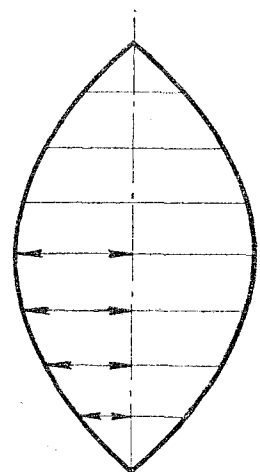
szelvényű csonkja a körhenger alkotóira. A 165. ábrán a cső „hosszában” áll a csonk ellipszise.

Áthatásszerkesztés:

Az áthatás ebben a szerencsés esetben megint nem térbeli, hanem *síkbeli* görbe: ellipszis (esetleg éppen kör, ha a



168. ábra. Az ellipszisszelvényű T-idom (167. ábra) csonkjának szabása



169. ábra. A csővön vágandó nyílás szabása

szelvény nagytengelye egyenlő a kistengellyel mint oldalhosszal rajzolt négyzet átlójával). Az áthatás vetülete pedig *egyenes*, azon a képen, ahol az áthatási görbe síkja merőleges a rajz síkjára. Szerkesztése tehát annyiból áll, hogy az M_1 meg az M_2 pontot összekötjük a hengerfelületek érintkezési pontjával, E -vel (134. ábra).

Szabácsszerkesztés:

Most érdemes lehet az ellipszis területét kiszámítani (2. táblázat 28. old.). Egyébként a 116. ábra ugyanilyen szerkesztést ábrázol, a különbség csak annyi, hogy ott gördített helyzetbe tettük mind a két szabást, itt meg külön-külön rajzra (168. és 169. ábra) méregetjük át a megnyilazott alkotóhosszúságokat.

Ellenőrzés:

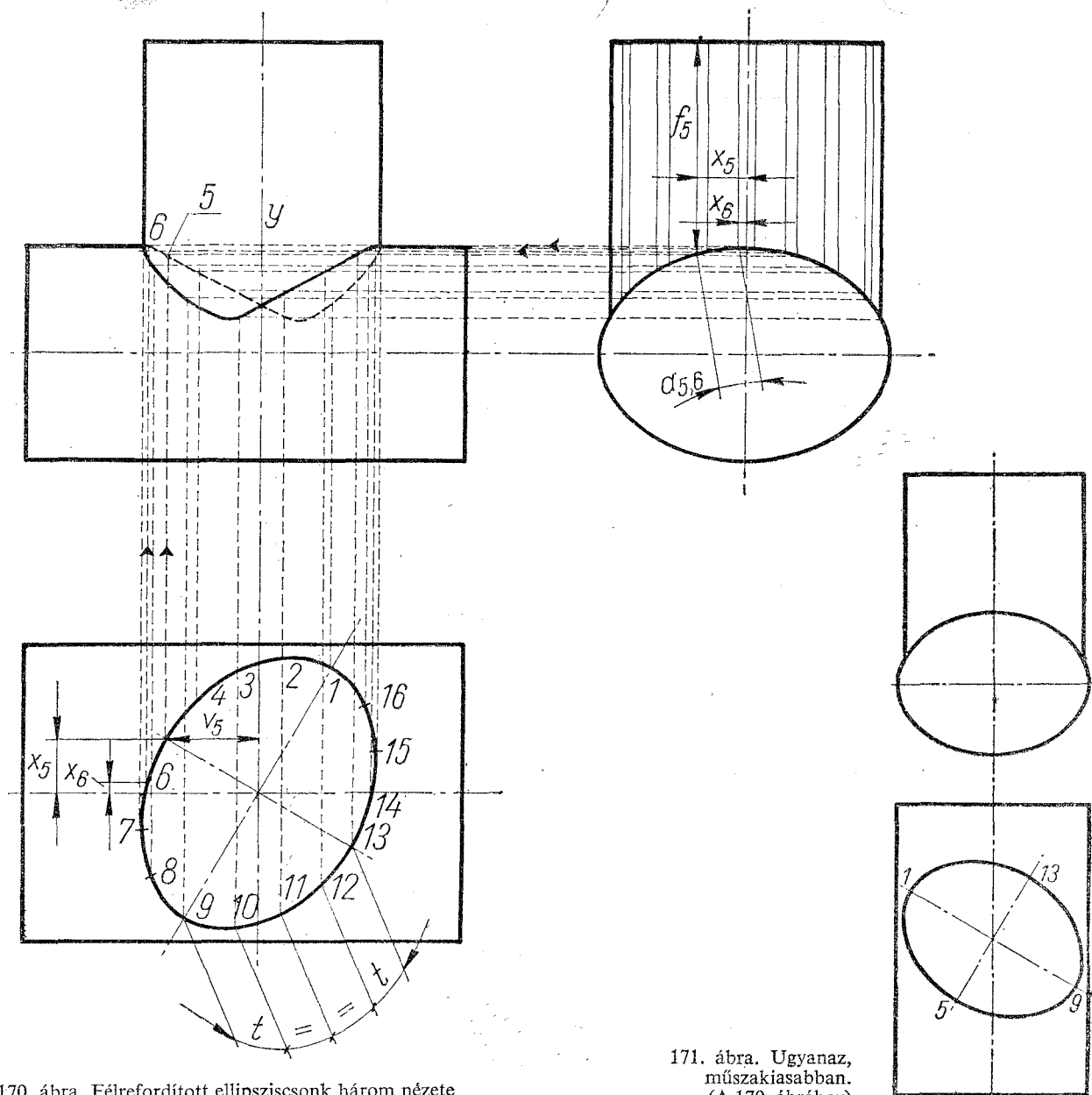
A csomk szabásának hullámvonal-ívei, melyek épp a hajlásváltó pontjukban metszik egymást, *egybevágók* a dohányylevél alakú nyílást határoló hullámvonal-ívekkel.

Félrefordított szárú ellipszisszelvényű T-idom

Elemzés:

Gyakorlott rajzolvasónak mindjárt feltűnik, hogy a 170. ábra fölöslegesen bőbeszédű. A két alkotóirányú vetület (171. ábra) közé iktatott nézet, melyben mind a két henger alkotói párhuzamosak a rajz síkjával, jól megmutatja az idom T alakját, mégjobban az áthatás térgörbe voltát, de csak a tanulás kedvéért érdemes vele vesződni. A tanulónak nagyon érdemes még e térgörbe drótmintáját is megcsinálnia, sőt éppen ezt az idomot rajzolni meg a 127. ábra szerinti mindenféle beállításban.

Az áthatásszerkesztés különlegessége itt az, hogy minden segédsíknak csak az egyik metszészonalát használta fel a rajzoló; nyilván mert a másik nem eshet egybe a kiterítés kedvéért választott egyenletes osztópontok egyikével sem. Az x_5 távolságú segédsík másik metszési csomkalkotója pl. valahova a 15-ös és a 16-os közé esne. Olyan kevésvonalú beosztást, amilyen a 143. meg a 147. ábrán sikerült, ellip-

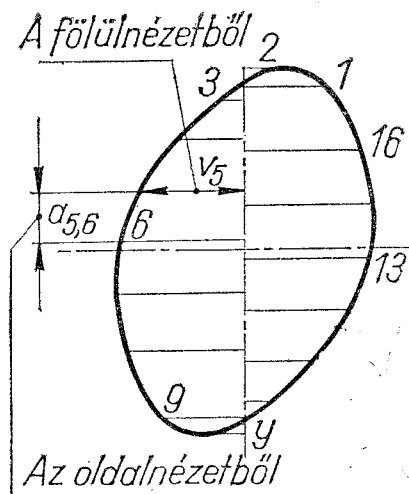


170. ábra. Félrefordított ellipsziscsomk három nézete

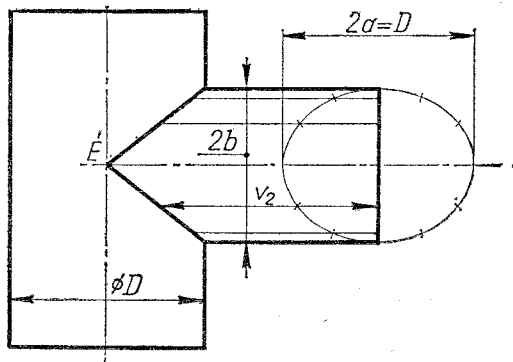
171. ábra. Ugyanaz, műszakiasabban. (A 170. ábrához)

szísen csak az egyenletesség feláldozása árán készíthetnénk. És nem is biztos, hogy a kezdőnek nem egyszerűbb ez a rendező-rendeteg, mint az, ahol minden rendezőből két fedésben levő alkotót kellett kiókumlálni.

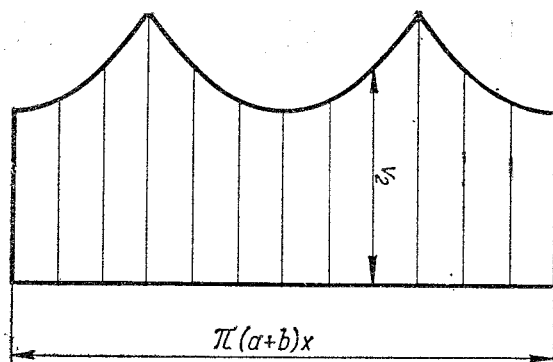
A szabásszerkesztést — az eddigiek után — a 172. és 173. ábra feliratait untig magyarázzák. A hullámvonal érdekessége itt a felszeg hullám: az eleje meredekebb minden hullámnak, mint a háta.



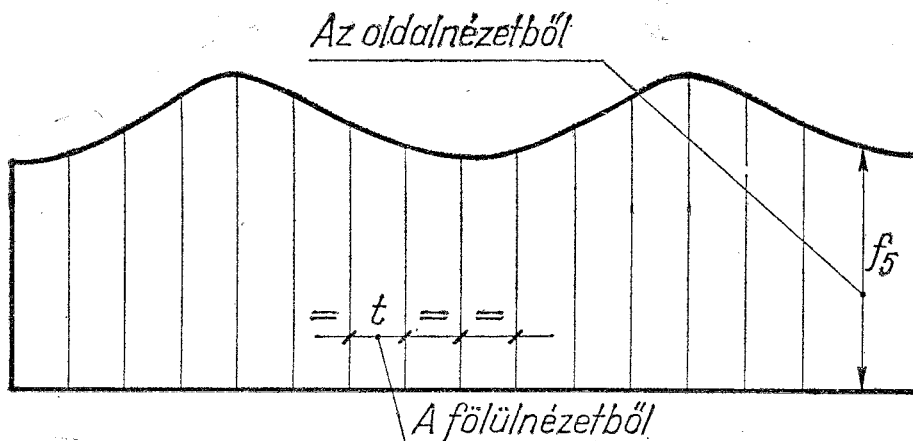
172. ábra. A kivágandó lyuk szabása. (A 170. ábrához)



174. ábra. A 118. ábra egy „javított” kivétele



175. ábra. A körhengerhez csakugyan csatlakozó ellipszisszelvényű csomk szabása. (A körhenger kivágása változatlanul a 118. ábra szerint!)



173. ábra. A félszférásított csomk szabása. (A 170. ábrához)

Forgási hengerével egyszélességű ellipszisszelvényű csomk

Elemzés:

A 118. ábra tanulságos kis meglepetését tovább kamatoztathatjuk. A benne rejlő ellentmondást nemcsak úgy némiíthatjuk el, hogy az egyenesen húzható, vagyis síkgörbe áthatás helyett beletörődünk a térgörbe alakú áthatásba (125 – 127. ábra). Meg is tarthatjuk a 118. ábra minden

vastag vonalát, sőt a két henger valamelyikének az alakját, kivágását, tehát még a szabását is, úgy, ahogy rajzoltuk: hanem akkor a másik henger *szelvényét* és szabását kell megváltoztatnunk.

A 174. ábrán a *csomk* szelvényének *kör* voltából engedünk. Legyen a szélessége ugyanakkora, mint a függélyes hengeré ($2a=D$), maradjon meg a már megrajzolt magassági mérete ($2b$), és ne legyen sehol olyan hézag az álló henger kivágása és a csomk széle között, amilyen a 119. ábrán látható. Ez azt jelenti, hogy a meghagyott hengerkivágás legyen a *vezérgörbéje* a csomk hengerének, az ilyen henger harántszelvénye pedig nem más, mint az a és b féltengelyű ellipszis.

Szabásszerkesztés:

Alkotóirányban változatlan marad a csomk palástjának minden mérete (175. ábra), csupán keresztben kell olyan arányban megnyújtani, amilyenel hosszabb az új ellipsziszelvény kerülete a $2b$ átmérőjű henger kerületénél (2. táblázat).

Megjegyzés:

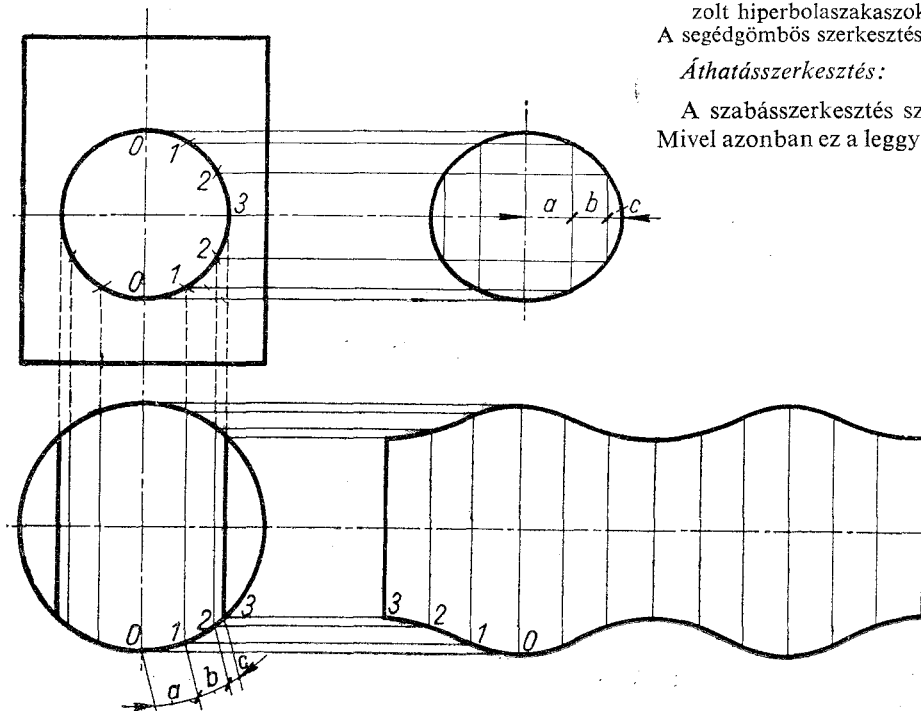
Ha a csomk alakjához és 118. ábrán elkészült szabásához ragaszkodunk, akkor a függélyes henger kaphatja ugyanazt az ellipszist harántszelvényül, s ennek kivágásos szabása fog megfelelően összezsugorodni változatlan függélyes méretek mellett.

Belső keresztcső

Elemzés:

Már több alkalommal (92., 100., 107., 116., 133., 136., 147. ábra) meggyőződhattunk arról, milyen fontos, hogy az adott idomokból ne csak annyit lássunk, amennyi belőlük csakugyan el is készíthető, hanem — legalább képzeletben — mindig szemügyre vegyük az egész mértani alakzatot. Ha ez már vérünkbe vált, akkor most a 176. ábráról hamarosan felismerhetjük, lényegében melyik jól ismert feladattal azonos.

Két merőlegesen metsződő tengelyű, de nem egyenlő átmérőjű henger? — Ez volt a 125. ábra mértani tartalma is! A 127. ábra térgörbéi rejtőznek a 176. ábra köreiben is! A különbség csak annyi, hogy ott a vastagabb csőből kiálló

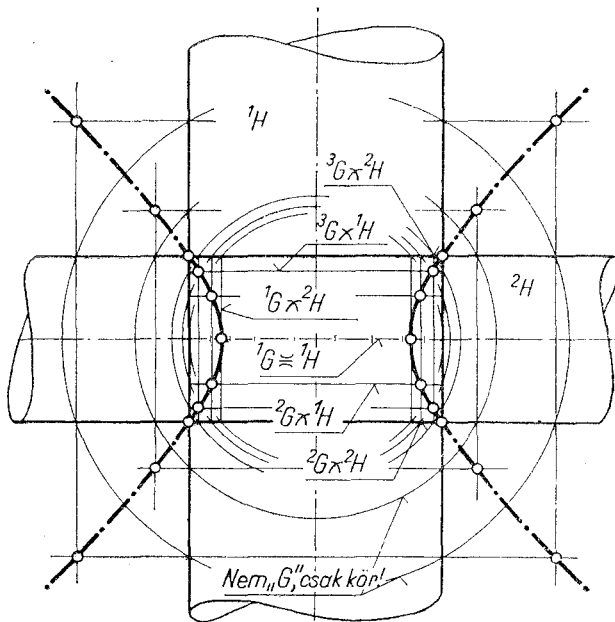


176. ábra. Belső keresztcső két nézete, szabása és a kivágandó lyuk szabása

csomk, itt meg a belsejében levő keresztcső készül el a vékonyabbik csőből. A mértani gondolat megfogalmazása nélkül bajosan vehettük volna ezt észre, mert a 176. ábrán éppen az a két nézet ábrázolja az idomot, amelyek a 125-ön nincsenek meg. Hiányzik ezáltal innen az áthatási térgörbe legjellegzetesebb vetülete is, amelyet annak idején

a 118. ábrán tévesen egyenesekkel próbáltunk helyettesíteni, s amelynek most — a csomk híján — úgy kell hatnia, mintha a vastagabb csőből gömbölyű reszelővel munkáltunk volna ki egy darabot. Sőt: nem is egyet, hanem kettőt áttelenezen.

Ennyi mindent tudunk már előre, minden szerkesztés nélkül.



177. ábra. Két merőlegesen metsződő henger teljes áthatását ebben a nézetben hiperbolaívok ábrázolják. (A pont-vonallal rajzolt hiperbolaszakaszoknak nincs térbeli jelentésük.)

A segédkömbös szerkesztéshez a többi vetületre nincs szükség

Áthatásszerkesztés:

A szabásszerkesztés szempontjából itt most fölösleges. Mivel azonban ez a leggyakoribb áthatási vonal, nagyonis

érdemes most már töviről hegyre megismerkedni vele. Ha a 144. ábrán megbeszélt segédfelületeket, a hengerek tengelyének metszéspontja köré képzelt gömböket alkalmazzuk, akkor nincs is más vetületre szükségünk, csak arra, amelyik a 176. ábrán hiányzik: 177. ábra. Az 1. segédkömböt úgy vettük fel, hogy a bővebb hengert (az $1H$ -t) ne két vonalban messe, hanem éppen még vonalmentén érintse, így kaptuk az áthatás két részének egymáshoz legközelebb fekvő pontjait. Nagyon érdekes, hogy a szerkesztést gépiesen folytathatjuk a képhatáralakotók metszéspontjait magukba-ölelő körökkel, melyek se-

gédvonalai a hengereken kívül metsződnek, tehát térbeli jelentésük nincsen, de jól megmutatják a görbe rohamos egyenesedését. Ennek a fontos térgörbének a mindkét henger alkotóival párhuzamos rajzsíkra vetett képe hiperbolaív.

Sok más esetben is hiperbola-darab az áthatási térgörbe

vetülete (pl. 139., 309. ábra), amikor a szabásszerkesztéshez sem lehet nélkülözni.

Szabásszerkesztés:

A hengerek számításával ($D \cdot \pi$), illetve a beosztás (a, b, c) átmérésével kiterített harántszelvényére keresztben meghúzzuk az alkotók szabását; az alkotók hosszát vagy szintén körzővel rakjuk át, vagy — mint a 176. ábrán is — gördülési segédvonalakkal szerkesztjük meg. (Kellő gyakorlat után úgy helyezhetjük el a szabásokat, hogy 0 alkotójuk a megfelelő vetület középvonalára kerüljön, mert ezáltal csökken a szerkesztés hely- és időszükséglete, valamint a párhuzamosrajzolás velejáró hibája.)

A bővebb hengeren most két kivágás van, de természetesen elég egyszer kiszabni, mert egybevágók. Megjegyzendő, hogy az ilyen áthatás szabása, bár zárt görbe, mégsem pontosan ellipszis, tehát nem lehet ellipszisszerkesztéssel kiszabni vagy ellenőrizni, mint a ferde síkmetszeteiket. (Szinguláris a térgörbéből lett hullámvonal is másként görbül és másutt vált hajlást, mint a 89., 90. stb. ábrákon megszokott egyszerűbb hullámvonalak.)

Megjegyzés:

A gyakori *ferde keresztcső* a ferde csónk (139. ábra) folytatása. Ennek kiszabásához már nem nélkülözhetjük az áthatás fent megbeszélt hiperbolavetületét tartalmazó nézetet.

Egy négy keresztcsöves kazán lángtér-köpenyének szabása

Elemzés:

A köpenyt keresztező csövek mértani szemmel nézve egyenes körhengerek, amelyek tengelye a köpenyhenger tengelyét ferdén metszi (178. ábra). Az áthatási vonal tehát elvben ugyanolyan mint a 139. ábra ferde csőcsónkjáé, csak hogy a csövek kiálló része az áthatásnak megfelelően le van vágva. A nyílások szabását körökkel helyettesítettük,

A köpeny szabása:

A rajz méréthálózata szerint elkészíthető.

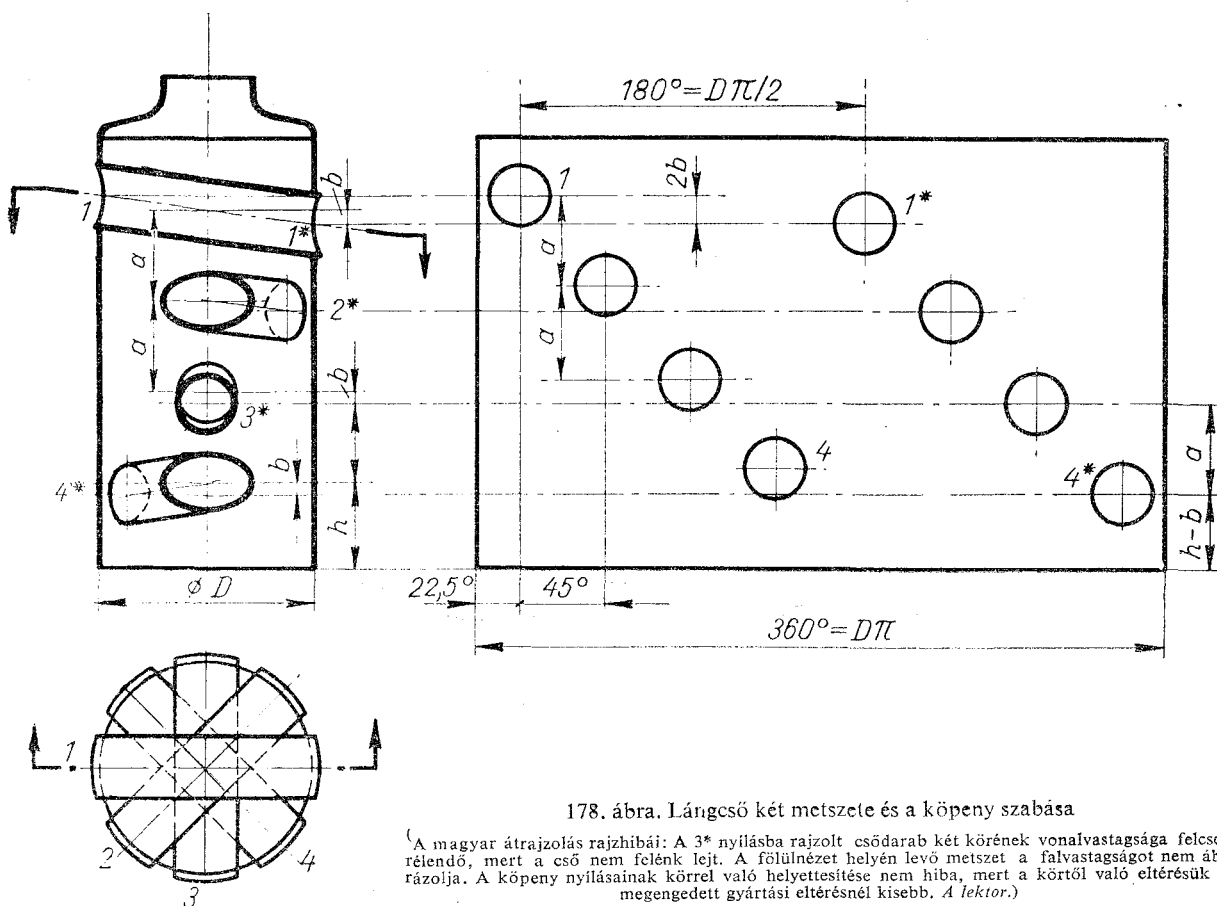
Egy egylángcsövű hajókazán füstszekrénye

Elemzés:

A füstszekrény (179. ábra) köpenye szimmetrikus, különböző érintkező körívekből összeállított harántszelvényű hengerfelület. Az 1-es és 2-es, a 4-es és 5-ös, meg a 12-es és 13-as alkotók között sík darabjai is vannak (180. ábra).

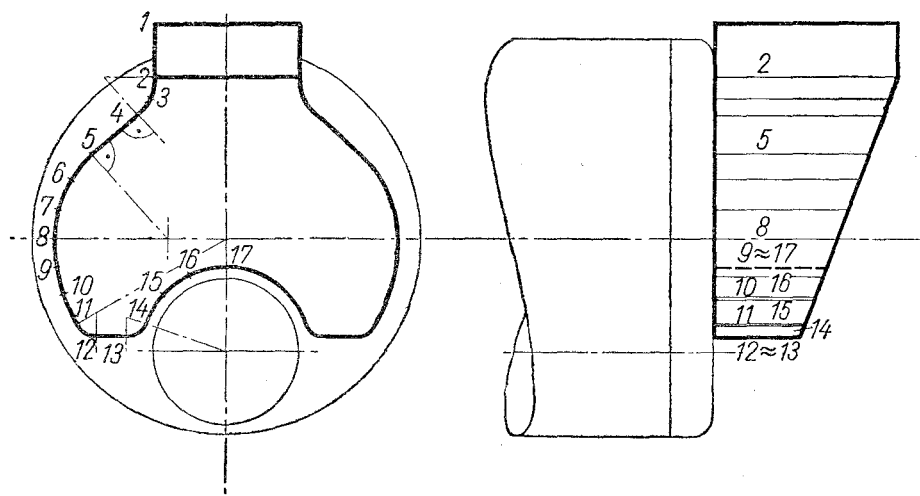
Szabásszerkesztés:

A köpeny alkotóirányú vetületén minden egyes körívét két-három egyenlő részre osztottuk, így kaptuk az 1...17

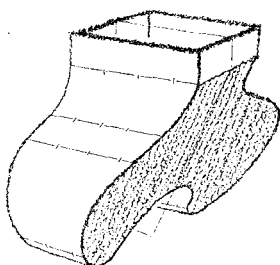


178. ábra. Lángcső két metszete és a köpeny szabása

(A magyar átrajzolás rajzhibái: A 3* nyílásba rajzolt csődarab két körének vonalvastagsága felcserélendő, mert a cső nem felénk lejt. A fölülnézet helyén levő metszet a falvastagságot nem ábrázolja. A köpeny nyílásainak körrel való helyettesítése nem hiba, mert a körtől való eltérésük a megengedett gyártási eltérésnél kisebb. A lektor.)



179. ábra. Füstszekevény



180. ábra. Rajzolvasó-vázlat. (A 179. ábrához.)

alkotóit. Az oldalnézetében rendezővonalakkal meghatároztuk ugyanezen alkotók valódi méretű vetületét.

A köpeny szabásához (181. ábra) a harántszelvényét jelentő egyenesre felmértük a 17-es szimmetriatengely-alkotótól jobbra-balra, egymás után a 17, 16, 16, 15...3, 2, 2, 1 közőket; a valódi hosszukat az alkotóirányú vetületből vettük körzöbe. Az osztópontokba állított merőlegesekre az oldalnézetből vett hosszúságukat raktuk fel, és megkaptuk a szabásgörbe szélének pontjait.

A füstszekevény ferde síklapjának szabását nézetváltással kaphatjuk meg a 86., 87., 98. vagy a 161. ábrák szerint.

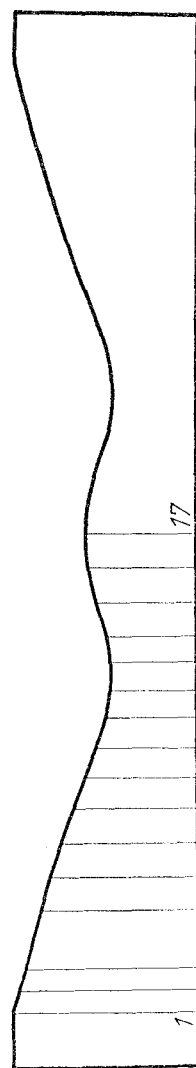
Példa egy lokomotívkazán füstszekevény körüli külső és belső köpenyének kiterítésére

Elemzés:

Mind a két köpeny hengerfelületekből és síkokból áll. Mivel a tüzelőnyílás felőli faluk ferde, ajánlatos a H harántsík-tól mérni az alkotóhosszakat (182., 184. ábra). A rejtett ellipszisíveket rajzolvasó vázlattal (183. ábra) magyarázzuk.

Szabásszerkesztés:

Az elülnézetben a henger-íveket egyenlő részekre osztjuk és kapjuk az 1...5 és az $a...d$ pontokat. Az oldalnézetben találjuk meg a 2...5 és az a, b, c, d alkotókat. Az ismert módon kiterítjük a köpeny H harántmetszetét, felmérve rá az elülnézetben körzöbe vehető alkotótávolságokat. Az így felmért pontokban a H vonalára merőlegesen húzott al-



181. ábra. A füstszekevény köpenyének szabása. (A 179. ábrához)

kotókra felrakjuk az oldalnézetben körzöbe vehető 2...5 és $a...d$ alkotóhosszakait, és megkapjuk a görbe köpenyrészek szabásának a vonalát.

Egy hajókazán füstszekevénye

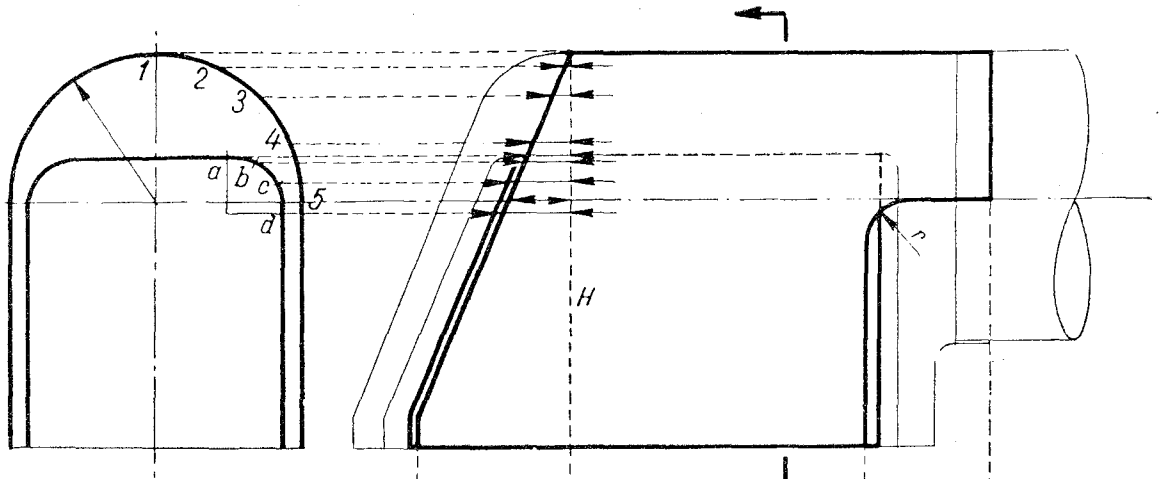
Elemzés:

A füstszekevényköpeny (185. ábra) körös-körül csupa hengerfelület, melyeket az alkotóirányú vetületekben látható vezérgörbék határoznak meg. Mivel ezek a vonalak helyenként egyenesek (pl. az elülső fal vezérgörbéje a 3-as és a 9-es között, vagy a hátulsó falé a 2*-es és a 8*-as, meg a 10* és 12*-es pont között): a hengerfelületeket ezeken a szakaszokon sík felületek (186. ábra) helyettesítik, melyek nagyon nagy sugarú hengerfelületnek tekinthetők.

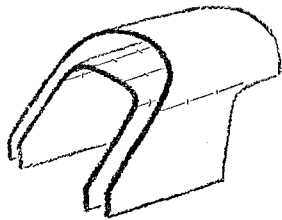
Valamennyi henger alkotói vízszintesek, tehát vízszintes segédsíkok metszik valamennyit alkotókban.

Szabásszerkesztés:

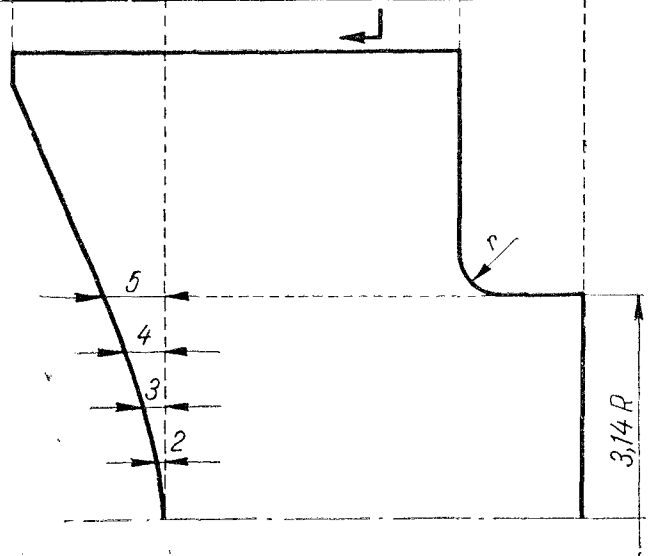
A belső hengerfelület szabását legördített helyzetben készítettük el, a többire (187., 188. és 189. ábra) körzövel mértük át az alkotók hosszát.



182. ábra. Egy tűzszekrény körüli két kazánköpeny vetületei és a külső köpeny szabása. (A vékony vonalak a csatlakozó részeket ábrázolják)



183. ábra. Rajzolvató-vázlat. (A 182. ábrához a csatlakozó részek nélkül)

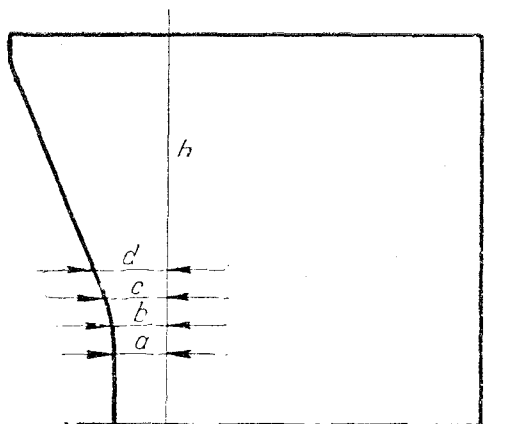


A számozás és a betűzés teljesen megvilágítja a beosztásokat és az alkotóhosszak felmérégetését.

Ferde helyzetű kitérő tengelyű hengerek áthatása (Hozzávetőleges megközelítő szerkesztés)

Elemzés:

A 190. ábrán a két henger oldalnézete és elülnézete a helyi körülményekből adódik (az épület és a gép vagy készülék elrendezéséből), amelyeket itt nem tüntetünk fel.



184. ábra. A belső köpeny szabása. (A 182. ábrához)

Azt, hogy a hengerek tengelye nem metsződik, hanem kitérő, onnan látjuk, hogy az oldalnézetben metszéspontnak látszó A pont rendezővonala az elülnézetben két külön A és A^* pontban metszi az AB meg a CD egyenest. Nem metszéspont tehát, hanem csak oldalnézeti *fedőpont*.

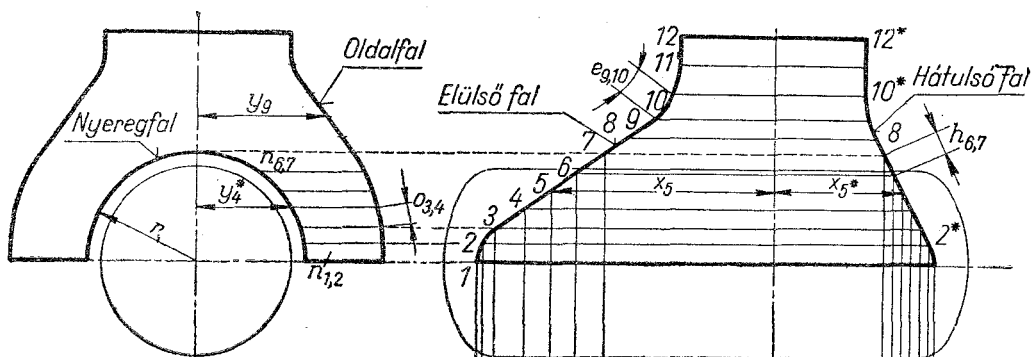
Az így adott két kép egyébként nem tájékoztat világosan a két henger viszonylagos helyzetéről, beállításáról. Nem látni sem azt, hogy *menyire kitérők*, sem azt, hogy *milyen ferdek* egymáshoz képest a hengerek, azaz nem lehet ezeken a nézeteken bekotázni sem a két henger *tengelyének távolságát*, sem a *szögét*.

Ilyenkor a helyszíni adottságoknak megfelelő nézetek helyett valószínűleg olyan *műhelyrajzokat* kapunk, amelyekben ezek a fontos beállítási méretek is megvannak. Azonban magunk is könnyen megszerkeszthetjük a hiányzó adatokat két nézetváltással (191. ábra).

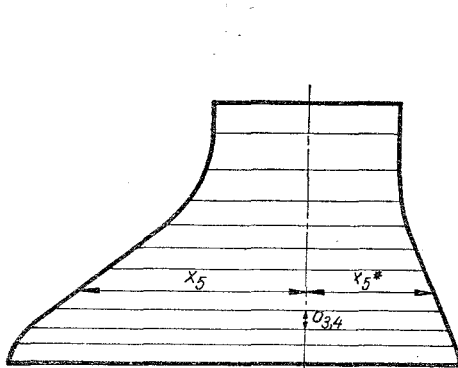
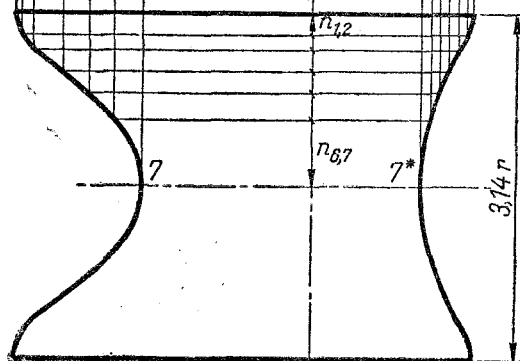
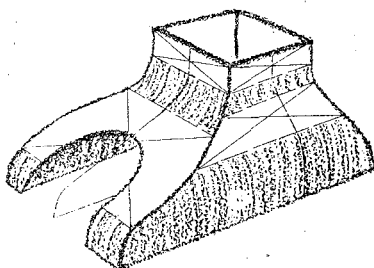
A *kitérő egyenesek távolságát* olyan vetületben méretezhetjük, amelyben az egyik egyenes a rajz síkjára merőlegesen áll. A 191. ábrán ilyen nézet az AB cső tengelyirányú vetülete, melyen a B és az A pont fedésben van: B, A jelű pont. A kitérő egyenesek távolsága: h (harántszelő hossza, normális transzverzális).

Ez a vetület egyébként arra is alkalmas, hogy ellenőrizzük: *teljes áthatás-e* a két henger metszészvonala. Mert ha csak *részleges* (192. ábra), akkor külön kell gondoskodnunk a ferde T-idom szárának *befenekeléséről*. A részleges áthatás ugyanis azt jelenti, hogy *egyik henger sem metszi a másiknak valamennyi alkotóját*

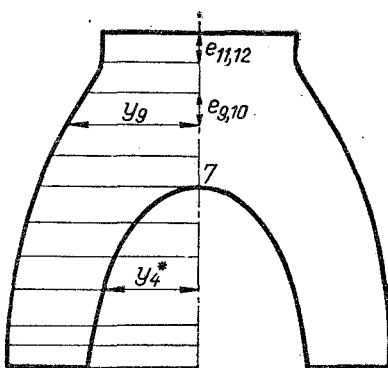
185. ábra. Egy füstszekrény két vetülete és a nyeregfal szabása



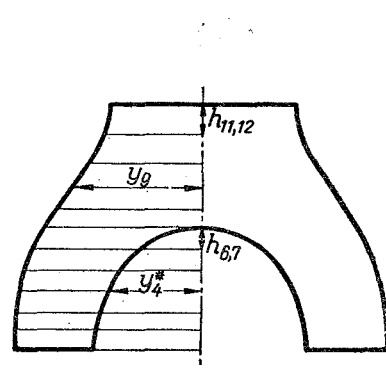
186. ábra. Rajzolvató-vázlat



187. ábra. Az oldalfal szabása



188. ábra. Az elülső fal szabása



189. ábra. A hátulsó fal szabása

A két henger szögét (191. ábra, α) egy olyan további nézeten nyerjük, amelynek vetítési iránya a már megszerkesztett harántszelő irányával párhuzamos.

Áthatásszerkesztés:

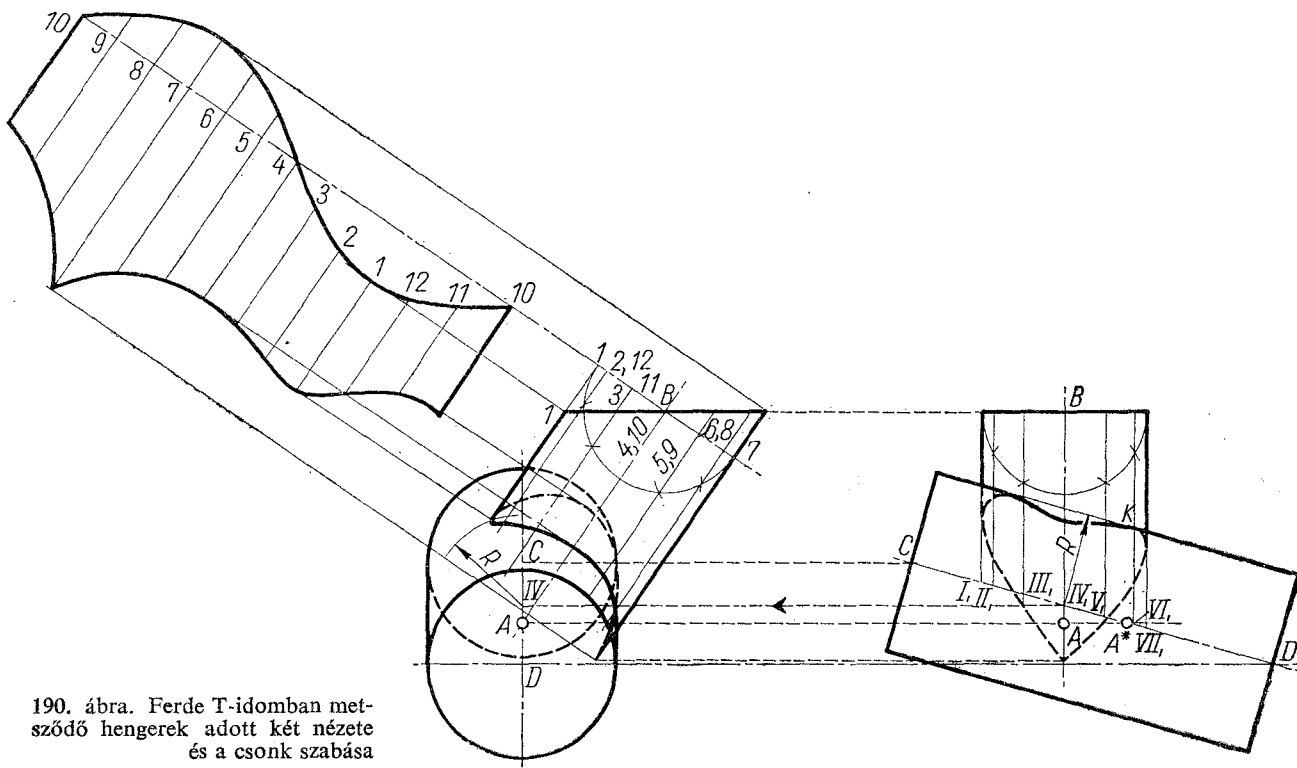
A kitérő tengelyű hengerek mindegyikével könnyen megszerkeszthető segédmetszésvonalat az olyan segéd-síkok adnak, amelyek mind a két henger tengelyével párhuzamosak: ezek mind a két hengert alkotókban metszik. Ezt a megszokott, pontos szerkesztést azonban csak a 191. ábra két új vetületén alkalmazhatnók, mert csak az α szöget valódi nagyságában ábrázoló vetület fölötti helyzetében párhuzamos mind a két henger középvonala a rajz síkjával.

A 190. ábrán adott két vetületben vagy csak az egyik, vagy csak a másik henger párhuzamos a rajz síkjával. Ha itt akarunk gyorsan tájékozódni, az áthatás és a szabás hozzávetőleges alakjáról, választhatunk pl. olyan segéd-síkokat, amelyek az elülnézetben függélyesnek látszó ferde alkotókon mennek át, s az oldalnézetben párhuzamos

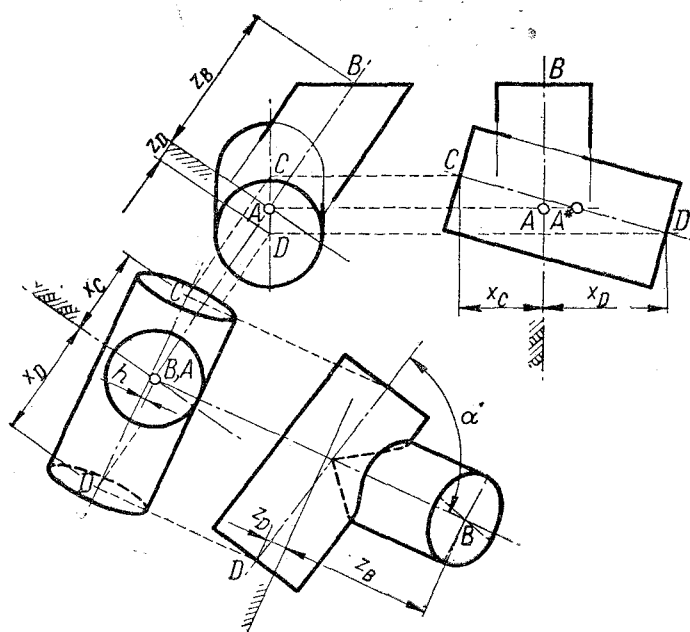
mosak a rajz síkjával. Az elülnézetben ezek a rajz síkjára merőlegesek. A T-idom ferde keresztcsövét ellipszisben vágják el. Ha a T-idom nem nagyon ferde, esetleg jó megközelítéssel körökkel helyettesíthetjük ezeket az ellipsziseket. A körök középpontját az elülnézetben a segédsík és a ferde CD vonal metszéspontja szolgáltatja (I...VII). E pontok oldalnézetét egyszerű rendezőhúzással kapjuk meg.

A segédkör sugarát a megközelítés pontosságának fokozása végett különbözőképpen választjuk meg, aszerint, hogy az áthatási vonal melyik részét szerkesztjük. A 11-es és a 3-as számú alkotó az ellipszis alakú segédmetszésvonalat a nagytengely végpontja közelében metszi, ezért a fél nagytengelyt a VI, K távolságot vesszük körzöbe. Az 1-es és a 7-es alkotó az ellipszis alakú segédmetszésvonalat a kistengely közelében metszi, ehhez tehát a keresztthenger R sugarát vehetjük körzöbe, hogy az oldalnézetben a IV-es oldalnézet körül írt körrel elmessük az 1-es és a 7-es alkotók oldalnézetét.

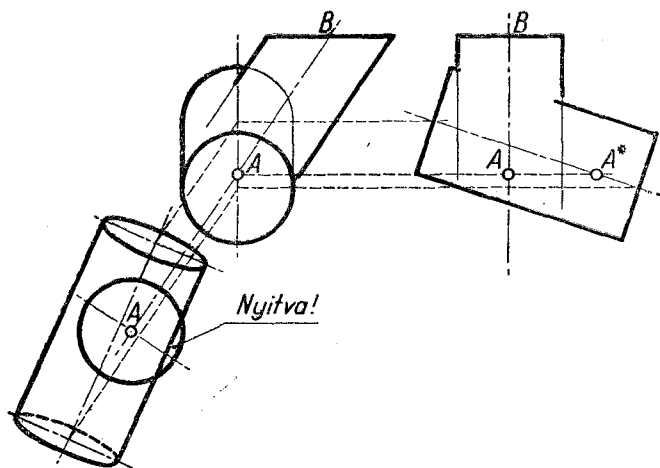
A keresztadarab szabásának legördítése kedvéért az át-



190. ábra. Ferde T-idomban metsződő hengerek adott két nézete és a csomk szabása

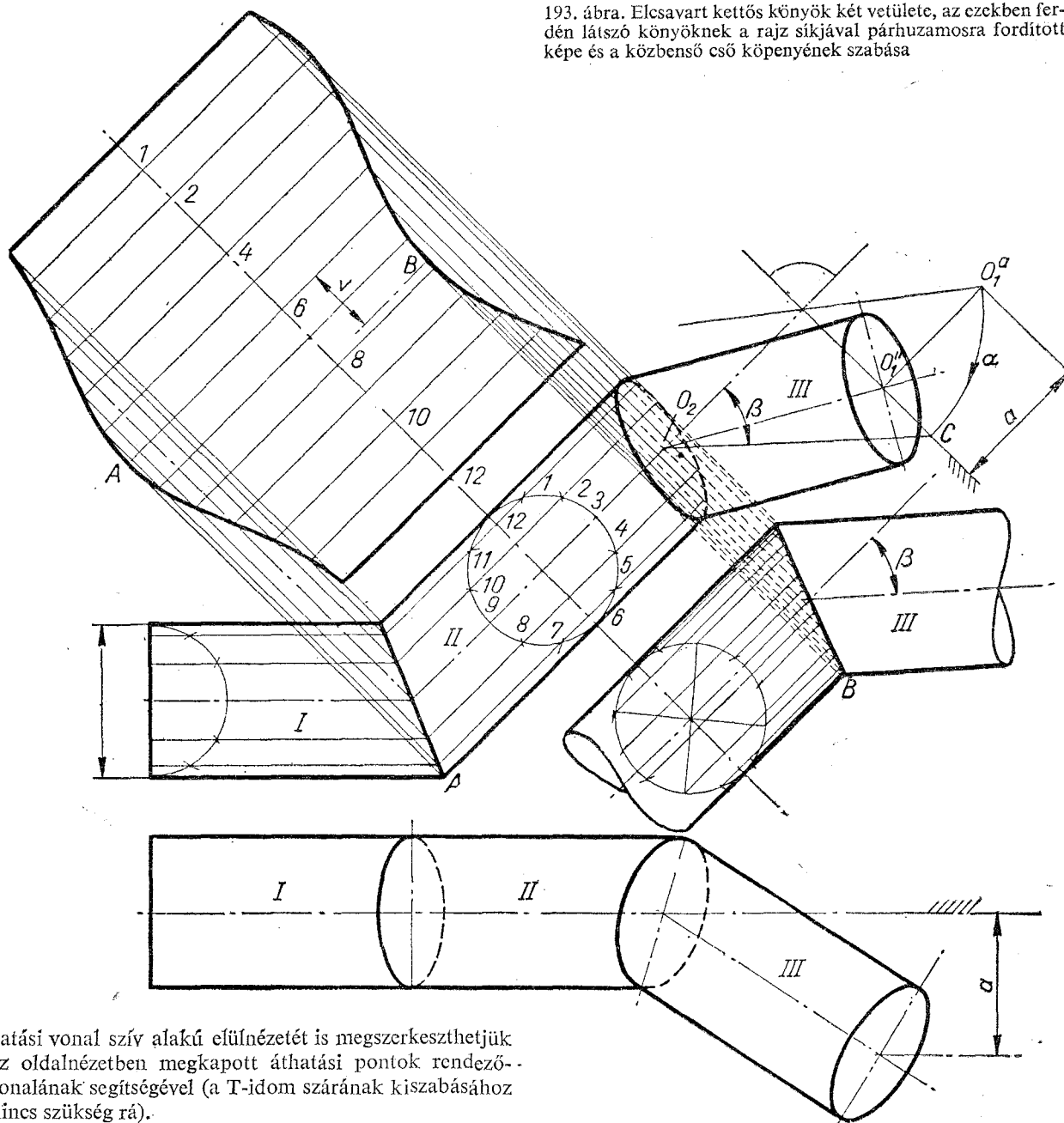


191. ábra. Két nézetváltás (a 190. ábrához): 1. Az AB alkotóirányú vetületében megkapjuk a h harántszelő hosszát. 2. A mindkét henger alkotóiival párhuzamos síkú (harántszelőirányú) vetületben mérhető két henger tengelyének szöge (α)



192. ábra. Részleges áthatás. Csak az első nézetváltás után (191. ábra) derül ki, hogy a 190. ábra nem ilyen idomot ábrázol-e

193. ábra. Elcsavart kettős könyök két vetülete, az ezekben ferdén látszó könyököknek a rajz síkjával párhuzamosra fordított képe és a közbenső cső köpenyének szabása



hatási vonal szív alakú elfülnézetét is megszerkeszthetjük az oldalnézetben megkapott áthatási pontok rendezővonalának segítségével (a T-idom szárának kiszabásához nincs szükség rá).

A T-idom szárának szabását legördített helyzetben megszerkesztve mutatjuk be.

Különböző síkú két könyök egy csövön

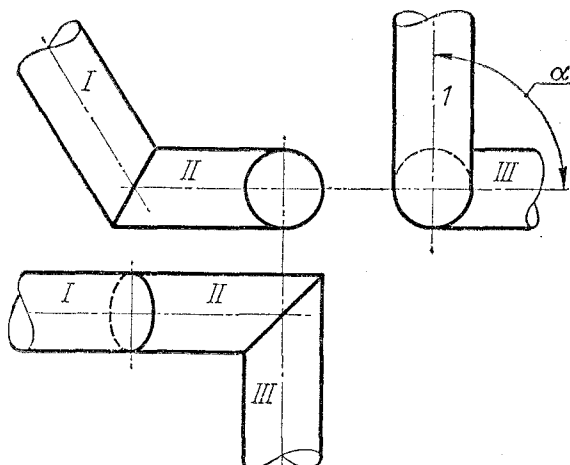
(A nézetváltás és befordítás alkalmazása)

Elemzés:

A II közbenső cső (193. ábra) két kitérő csövet (I, III) ferdén köt össze. (A középvonala tehát a két kitérő cső középvonalának nem harántszelője, hanem közösleges ferde szelője.)

Ha a kitérő csövek nem egyenlő átmérőjűek, az összekötő darab kúpos is lehet, az alábbi gondolatmenet erre is érvényes, csupán a henger és kúp áthatásához van a későbbiekben tárgyalt (319. ábra) szerkesztésre szükség.

A közbenső csődarab a 90. ábrához hasonlít. A különbség az, hogy ott a hozzáképzeltető (ugyanolyan ferdén



194. ábra. A 90. ábra kiegészítése kitérő csövekkel: derékszögű elcsavayarás

levágott) két kitérő cső és a közbenső csődarab által meghatározott síkok egymásra merőlegesek, itt pedig (195. ábra) ferde szöget zárnak be.

A két könyök síkjának szögét (a könyök *elcsavarodását*) a közbenső darab alkotóirányú vetületén találjuk meg valódi nagyságban. Ezt a vetületet — éppúgy mint a 194. ábrán — nézetváltással szerkeszthetjük meg (195. ábra), a 193. ábrán azonban a nézetváltást a középvonallal való szerkesztésre korlátoztuk.

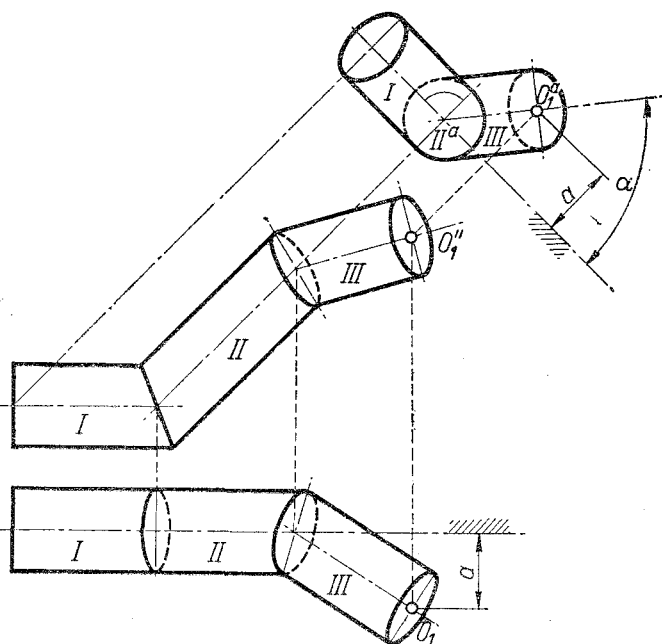
Áthatásszerkesztés:

Egyenlő átmérőjű metsződő tengelyű hengerekről lévén szó, tudjuk hogy az áthatás *síkgörbe*, amelyet abban a nézetben, ahol a könyök síkja a rajz síkjával párhuzamos, egyenes vonal ábrázol. A *I—II* csövek könyökét tehát az elülnézetben egyszerűen meghúzzhatjuk a képhatáralkotók metszéspontjai között. (Fölülnézetének megszerkesztése sem okoz gondot, bár a szabásszerkesztéshez erre nincs szükség.)

A *II—III* könyök áthatásvonalának megszerkesztéséhez előbb el kell végezni a fent említett *nézetváltást* és a könyöknek ezáltal megkapott *síkját még be is kell fordítani* a rajz síkjába.

Nézetváltás: A fölülnézetben látjuk (195. ábra), hogy a *III*-as csődarab harántszelvényének O_1 középpontja a távolságban van a *I—II* könyök síkjától, mely itt a rajz síkjára merőleges. Ugyanez a vonalkázással jelzett *I—II* könyöksík a *II*-es henger alkotóirányú vetületében a *II*-es elülnézeti tengelyvonalára merőlegesen képzelendő. Az egyszerűség kedvéért a 193. ábrán ezt a vonalat az O_1 pont elülnézetén (O_1'' -n) keresztül rajzoltuk meg, az a távolságot megint erre merőlegesen, tehát a *II* elülnézeti tengelyvonalával párhuzamosan kell a *I—II* könyöksíktól felmérni. Végpontja az O_1 középpontnak a közbenső darab alkotó irányban képzett vetülete: O_1^a . A közbenső darab tengelyének ugyanolyan vetülete II^a . A $II^aO_1^a$ egyenes a *II—III* síkjának ugyanolyan irányú vetülete, az itt bekótázható α szög a két könyök síkjának szöge, a kettős könyökidom *elcsavarodása*.

Befordítás: A *II—III* könyök irányváltozására jellemző szögét a *II—III* síkban mérjük. Valódi nagyságának ábrázolása végett ezt a síkot most befordítjuk a rajz síkjába (193. ábra). A fordítás tengelye a *II*-es közbenső darab tengelye. Az O_1 pályája az alkotóirányú vetületben látszik



195. ábra. A 193. ábrán egyszerűsített, egyberajzolt nézetváltás külön megrajzolt alkotóirányú vetülete: α szögű elcsavarás

valódi alakjában: a II^a középpont körül leírt $II^aO_1^a$ sugarú *körív*. Az *I—II* síkját ez a C pontban metszi. A *II—III* könyök középvonalának metszéspontja, O_2 , fordítás közben helyben marad. A C pontnak és az O_2 pontnak az összekötő egyenese a *III*-as cső befördített középvonala A β (görög betű, olvasd: béta) szög a könyök *irányváltozásának* valódi nagysága.

A *II* közbenső darab alkotóira merőlegesen (gördülés-irányban) *egy kissé eltolva* föl is rajzoltuk a 193. ábrán a *II—III* könyököt ilyen befördített helyzetben. A O_2 középpontú kört itt egyetlen egyenes ábrázolja, mert síkja a rajzára merőleges.

Szabásszerkesztés:

Az eddigiekhez képest csak az *jelent* újdonságot, hogy vigyázni kell a v elfordítási mértékre. Ez nem más, mint az A és B ponton átmenő alkotók távolsága a *II* hengerköpeny kerületén mérve. Ha ismerjük az α szöget fokokban, akkor $v = 3,14D \cdot \alpha / 360$. Ezzel a v távolsággal tolódik el a szabás két hullámvonala egymáshoz képest. Meghajlításakor vigyázni kell a jobbos és balos lehetőségre.

HARMADIK FEJEZET

KÚPOS ÉS MÁS SZÜKÜLŐ-TÁGULÓ IDOMOK

Csonka gúla

Elemzés:

Nem minden összehajló lapú test gúla! Figyeljük meg, mi a különbség a 196. és a 198. ábrán adott — nagyon hasonló idomfelépítésű — két test között. A gúlának, ha csonka is, egy pontban (O) futnak össze az élei.

Az elfordítás

A négy ferde lap valódi alakját (szabását!) sokféle módon megszerkeszthetjük. Pl. nézetváltással, ahogy az ötlapú ferde hasáb véglapját szerkesztettük (86. ábra), vagy — tudva, hogy a ferde lapok szimmetrikus trapézok — a 200. ábra szerint, stb. De egyszerűbb és pontosabb

itt és nagyon sok ilyesféle test kiszabásakor, ha az egyik nézetben a rajzra merőleges egyenes körül, most a gúla tengelye körül, a másik nézet rajzsíkjával párhuzamos helyzetbe fordítjuk a gúla egyik ferde élét, pl. a II -t.

A fölülnézetben a gúla tengelyét egy pont ábrázolja, O' , a körülötte való fordítás körei ott valóban körnek is látszanak. Ezek a II és a II^* pontból induló körívek. Az O' ponton átmenő e középvonal párhuzamos az elülnézet rajzsíkjával: idáig húzzuk a köríveket, innen pedig rendezővonalal átmegyünk az elülnézetre.

Az elülnézetben meghosszabbítjuk bal felé a gúla alapsíkjának vonalát és csonkítósíkjának vonalát is, amíg az előbb említett rendezővonalakat nem metszik: II_e'' , II_e''' . A meghosszabbító vonalдарabkákat az elfordulási körívet ábrázolják elülnézetben, végpontjaik összekötése pedig az elfordított gúlaél elülnézete. Mivel ilyen elfordított helyzetben az él már párhuzamos az elülnézet rajzsíkjával, az a távolság az él valódi hossza.

Ellenőrzés:

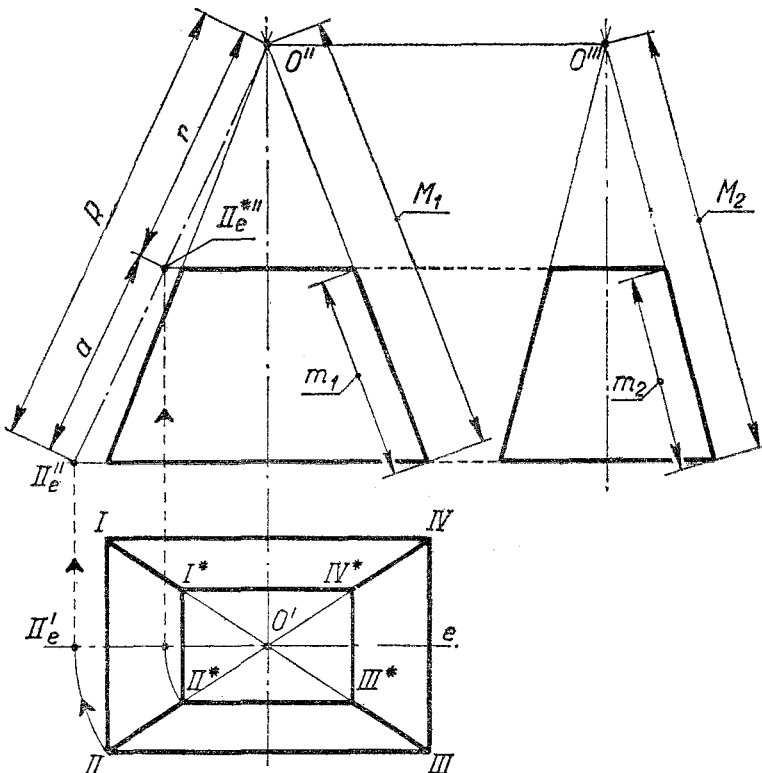
Az elfordított él meghosszabbításának át kell mennie az O'' ponton, a gúla csúcsának elülnézetén.

Változatok:

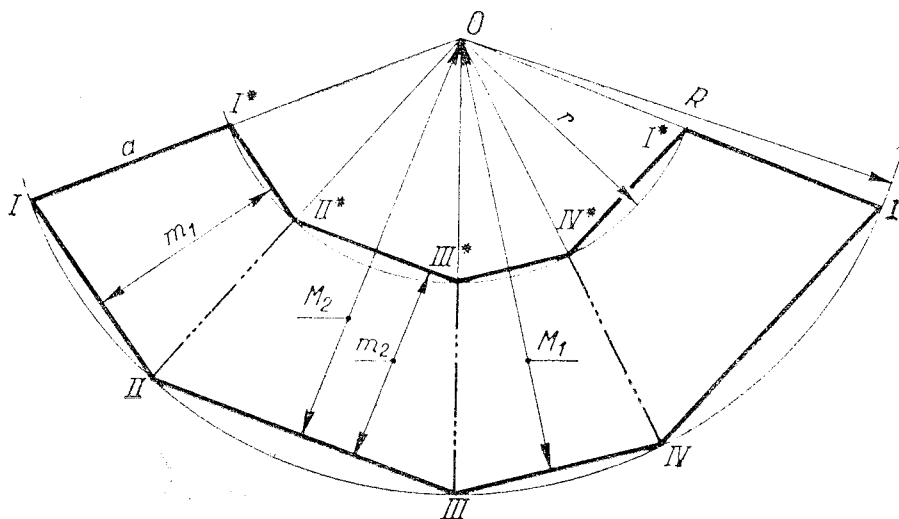
Gondoljuk végig önállóan ezt a továbbiak szempontjából alapvető szerkesztést!

Nyilván úgy is elvégezhetjük, hogy vagy csak a II , vagy csak a II^* ponton fordítjuk el, és az elfordítottját mindjárt a csúccsal, O'' -vel kötjük össze. A csúcs ugyanis fordítás közben helyben marad. (Mint a forgástengely minden pontja.)

Ez megint egy példája annak, hogy majdnem minden szerkesztésnek több változata van. A változatok rendszerint felhasználhatók egymás ellenőrzésére, mert hiszen valamennyinek ugyanazt az eredményt kell adnia. A gyakorlott szerkesztő mindig megfontolja, melyik változat lehet — az elkerülhetetlen, parányi körző-beállítási, vonalzóillesztési hibák mellett — a legpontosabb és melyik a leggyorsabb. (Tankönyvben a „legkönnyebben érthető” és a „legtanulságosabb” változatok is figyelmet érdemelnek.) Az ilyen szempontok szerinti választás természetesen gyakran vitatható, többnyire egyéni; ha azonban (üres szöveg helyett) a lehetőségeket többen, többször



196. ábra. Téglalap alapú csonka gúla és egy élének elfordítása



197. ábra. A csonka gúla köpenyének szabása. (A 196. ábrához)

végigpróbáljuk, a magunk és egymás munkáját mindig figyeljük és ellenőrizzük, akkor másképp elérhetetlen gyakorlatot és ítélőképességet szerzünk!

A köpeny szabása:

Egy gúlaél valódi hosszát megkaptuk. Ha megfigyeljük az adott test kétszeres szimmetriáját, belátjuk, hogy vala-

mennyi ferde éle egyenlő hosszú. (Az ilyen gúla „egyenes gúla”; „ferde gúla” úgy lesz belőle, ha a tengelyét valamilyen irányba megdöntjük, pl. a 203. és 205. ábra). Körzöbe vesszük tehát a *csonkítatlan* gúla valódi hosszúságában látszó elfordított élet, a nagy R -et, és a szabásrajzon (197. ábra) O pont körül egy segédkört húzunk vele. Szintúgy a csonkítás végett levágott *kis gúla* ugyanott lemerhető valódi élhosszával, a kis r -rel is. A nagyobbik körívet rendre elmetsszük a gúla főlnézetén (is) valódi nagyságban ábrázolt, tehát körzöbe vehető *alapélhosszúságokkal*: $I-II$, $II-III$, $III-IV$, $IV-I$. Az alap csúcspontjainak így megkapott szabáspontjait összekötjük a középpont szabásával: az összekötő sugarak a csonkítatlan gúla élei. A *csonkítólap* csúcsait a már megrajzolt r sugarú kör jelöli ki rajtuk: $I^*, II^*, III^*, IV^*, I^*$.

Ellenőrzés:

A kis r sugarú körön kiadódó csonkítóélhosszak, I^*-II^* stb. ugyanakkorák kell hogy legyenek, mint amekkorát a vetületekben lemerhetünk.

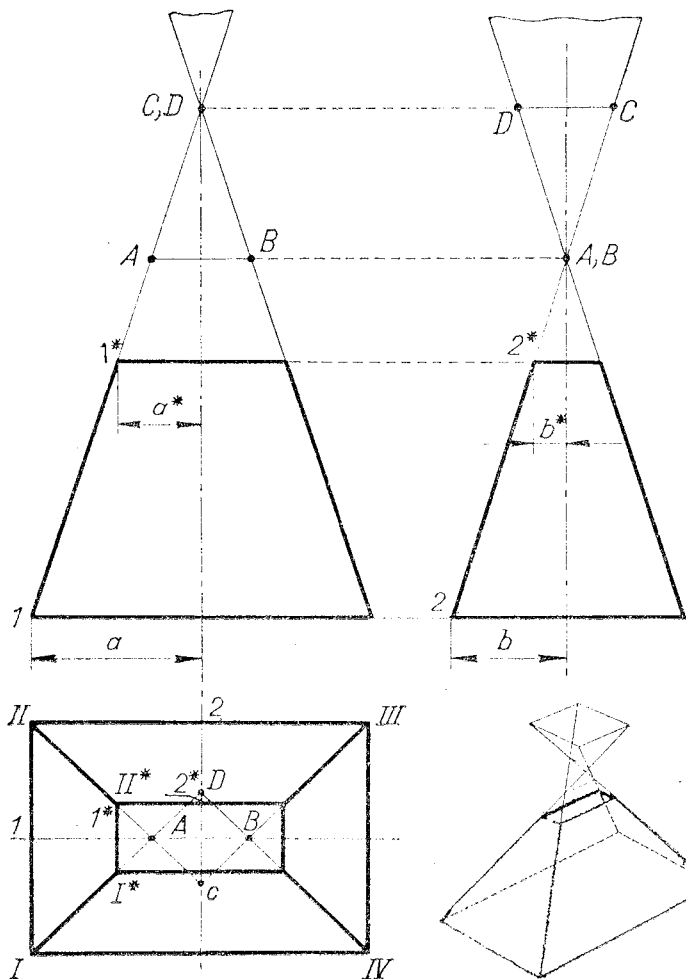
Az O pont szabásából az alapélek szabására bocsátott merőlegesek M_1, M_2 hosszát, vagyis a csonkítatlan gúla *oldallapjainak* magasságát megtaláljuk az elülnézetben, ill. az oldalnézetben mindennemű szerkesztés, befordítás nélkül. Szintúgy a trapéz alakú csonkagúla-lapok magasságát, az m_1, m_2 hosszúságokat.

Csonka tetőidom

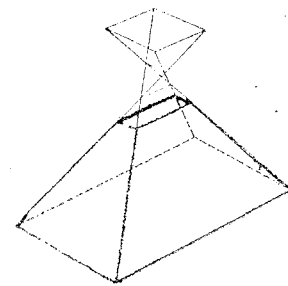
Elemzés:

Nem nevezhetjük gúlának az olyan felfelé szűkülő idomot, amelynek élei nem *egy* O pontban, hanem *több külön* pontban metszik egymást (A, B, C, D). Ezeket az A, B pontig terjedő darabjukról tetőidomoknak nevezhetjük. A 198. ábrán csonka tetőidom van adva. A pontosabb szerkesztés kedvéért mindig célszerű ezt az AB élét kiegészíteni.

Az AB és CD közötti négylapú testet (sza-



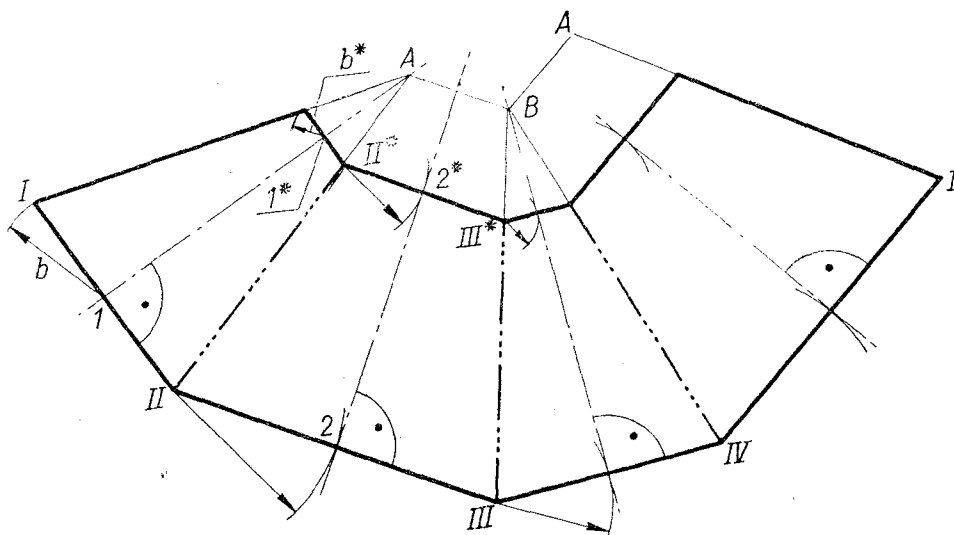
198. ábra. Csonka tetőidom



199. ábra. A mértanilag teljes tetőidom. (A 198. ábrához)

bálytalan tetraédert) és a CD él fölötti újabb tetőidomot csupán mértani képzelőtehetségünk fejlesztése kedvéért kell elképzelnünk! (199. ábra.)

gyakorisága miatt, azok szerkesztésének bevezetése-ként el kell készítenünk ezt a talán kevésbé gyakorlati, de nagyon szép testet is.



200. ábra. A tetőidom köpenyének szabása. (A 198. ábrához)

Szabásszerkesztés:

Az elülnézetben valódi nagyságban látjuk az oldallapok magasságát (I, I^*), az oldalnézetben pedig az elülső és a hátsó ferde lap trapézmagasságát ($2, 2^*$). A tetőidom „egyenes”, mert ezek a magasságok merőlegesen felezik a csonka tetőidom vízszintes éleit. Az I, I^* középvonal szabásának (200. ábra) két végpontjába, rá merőlegesen jobbra-balra felmérhetjük az oldalnézetben vett b és b^* távolságot. Ezzel az oldallap szabása meg is van. A II és II^* sarka körül, az elülnézetből valódi nagyságban lemerített a és a^* körzőnyílással húzott íveket érinti a hátlap középvonala ($2, 2^*$). A hátlap alsó és felső vízszintes éle erre a középvonalra merőleges; a III -as és III^* pont pedig a $2, 2^*$ -ra szimmetrikus. Ezzel a köpeny szabásának a fele elkészült, a másik felét természetesen hasonló lépésekben szerkesztjük meg.

Ellenőrzés:

A ferde élek metszéspontjai, A, B, C, D a szabáson is megtalálhatók.

a) Az AB távolság a szabáson ugyanakkora mint a rajzon. A hozzá tartozó magasságok is megegyeznek a rajzban lemerhető magasságokkal.

b) Ha van hely a szabáson, folytathatjuk az ellenőrzést a C, D pontokkal.

Ferde síkkal metszett gúla

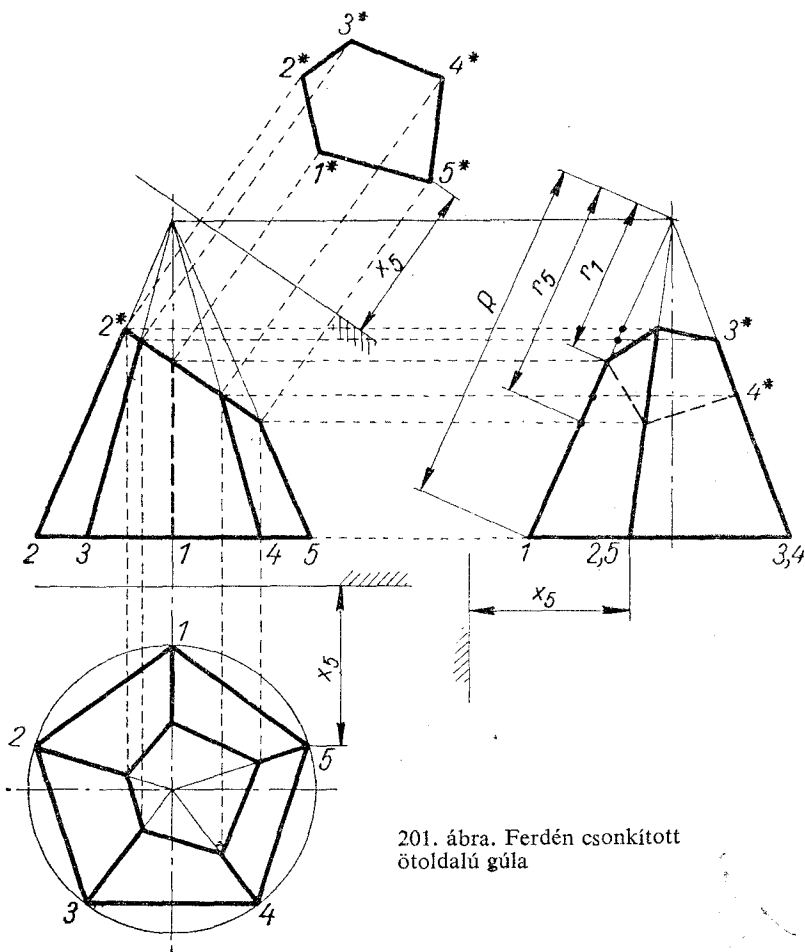
Elemzés:

Ilyen lemezidom (201. ábra) a gyakorlatban nemigen fordul elő (legfeljebb mint dísz tárgy), azonban a kúp-idomok

A test felvétele:

Legyen a gúla alakja szabályos ötszög, és függőleges tengelye menjen át alapjának középpontján („egyenes gúla”).

A ferde metszősík legyen az elülnézetben a rajz síkjára merőleges, vagyis ott egyetlen egyenes vonal ábrázolja



201. ábra. Ferdén csonkított ötoldalú gúla

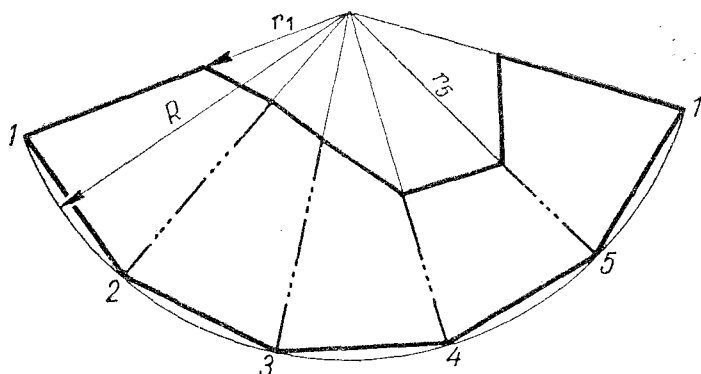
Ebben az egyenesben — csupa fedővonallal — benne van az egész metszési idom. A metszési idom fölülnézetét és oldalnézetét rendezővonalakkal találjuk meg az élek gondos számozással azonosított képén.

A ferde metszőlap szabása:

A ferde síkra merőleges vetítéssel, vele párhuzamos rajzsíkon nézetváltással szerkesztjük meg, éppen úgy mint pl. az ötoldalú hasáb ferde lapjának szabását a 87. ábrán.

A köpeny szabása:

Az oldalnézet az 1-es gúlaélt — véletlenül — valódi nagyságban ábrázolja, mert a fölülnézet tanúsága szerint ez éppen párhuzamos az oldalnézet rajzsíkjával. Képzeletben a gúla függőleges tengelye körül ugyanígy fordíthatjuk valamennyi ferde élt: az oldalnézetben a fordítási köröket a már meghúzott rendezővonalak ábrázolják. Ezen az egy, párhuzamosra fordított élen minden szükséges sugárméretet ($R, r_1 \dots r_5$) megtalálunk valódi nagyságban.



202. ábra. A ferdén csonkított gúla (201. ábra) köpenyének szabása

A szabásban (202. ábra) az R sugarú körön a fölülnézetből körzöbe vett alapélhosszával készítettük a beosztást ($1, 2 \dots 5, 1$). Az osztópontokba húzott élekre az oldalnézetből raktuk át — valódi nagyságban — az $r_1 \dots r_5, r_1$ hosszúságokat (a levágott ferde gúla élhosszait). Így kaptuk a szabás felső, zezugos vonalát.

Ferde gúla

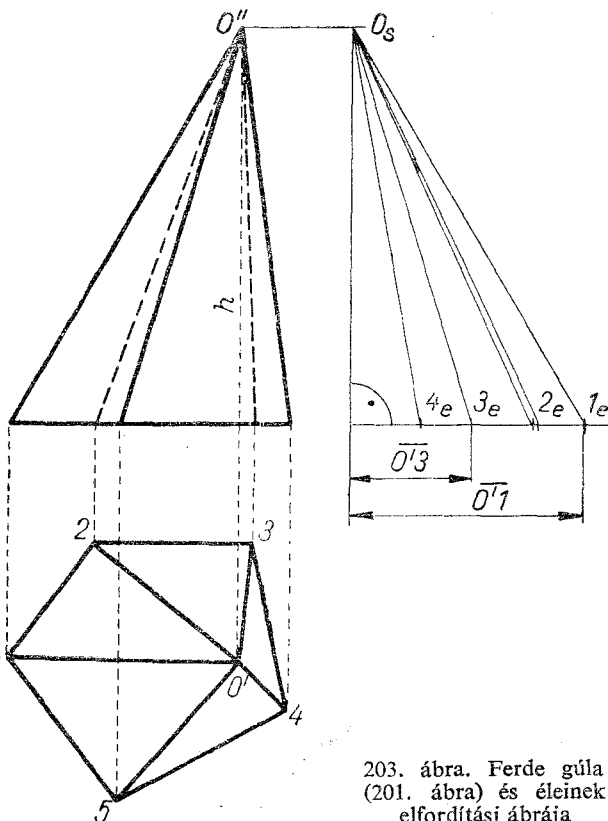
Elemzés:

A csúcsából az alapjára bocsátott merőleges (203. ábra, h) nem megy át az alap középpontján, az alap pedig nem is szabályos, hanem szabálytalan ötszög.

Szabásszerkesztés:

Minden élt külön-külön elfordítjuk az elülnézet rajzsíkjával párhuzamosra. A legáttekinthetőbb, ha ezt nem az elülnézetben, hanem mellette egy *segédábrán* (a 203. ábra jobb felén) végezzük. A segédábra alapvonalára az élek fölülnézeti hosszát rakjuk fel ($0'1 \dots 0'5$).

Az O pont „szabása” körül a segédábrában kapott leghosszabb éllel ($1_e O_s$) húztunk egy körívet (204. ábra). Az ezen megválasztott 1-es pont körül a fölülnézetből vett $1,5$ körzőnyílással húzott



203. ábra. Ferde gúla (201. ábra) és éleinek elfordítási ábrája

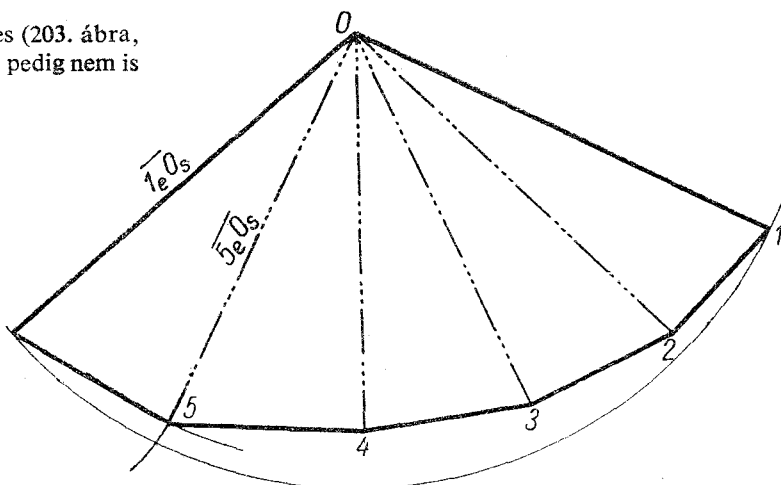
körívet az O pont szabása körül rajzolt $5_e O_s$ sugarú körívvvel elmeszve kaptuk az 5-ös pont szabását. Ugyanígy pontról pontra kaptuk meg a szabás teljes alapvonalát.

Ferde csonka gúla

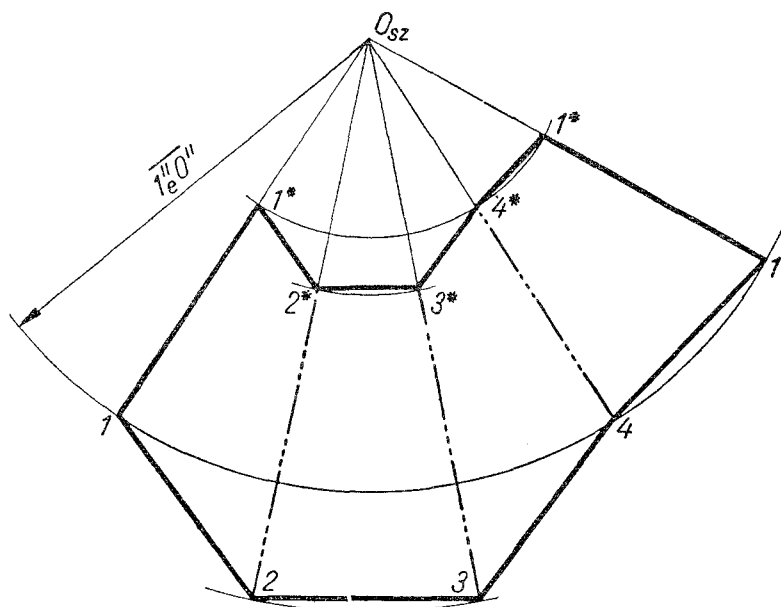
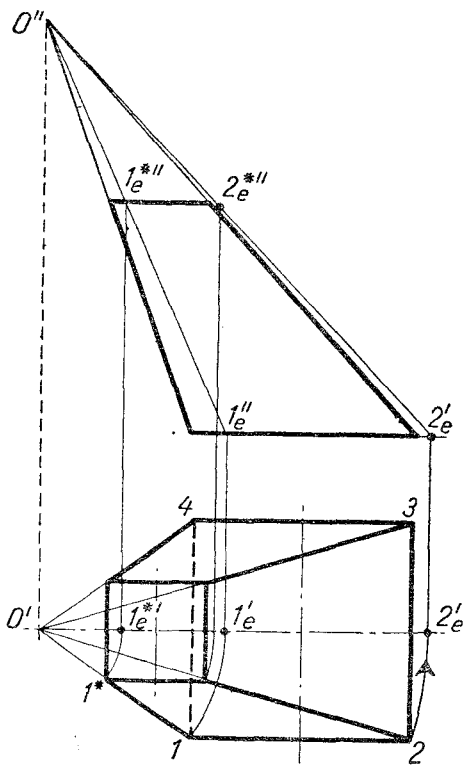
Elemzés:

Az alapjának és a csonkítólapjának a síkja párhuzamos egymással (205. és 207. ábra).

Ha az egyik négyzet alakú, akkor négyzet alakú a másik is. Az ilyen idom már a gyakorlatban sem ritka (füstfogó stb.).



204. ábra. A ferde (201. ábra) gúla szabása



206. ábra. A ferde csonka gúla (205. ábra) szabása

205. ábra. Ferde csonka gúla és éleinek elfordítása a csúcs függélyese körül

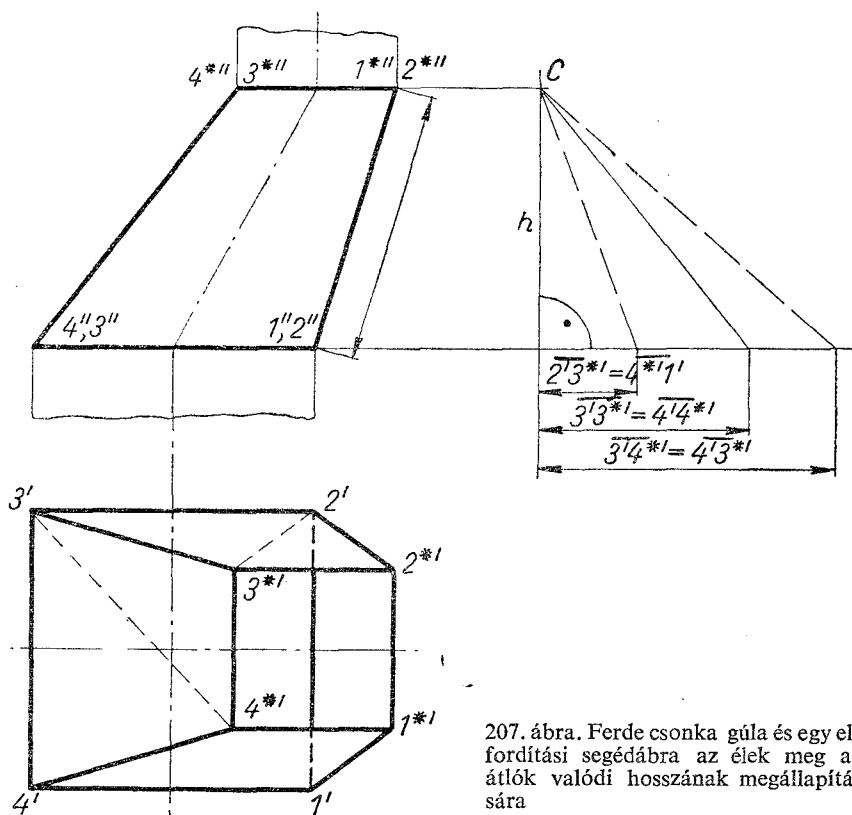
Szerkesztés:

a) *Ha van hely*, megszerkesztjük a csonkítatlan gúla csúcsán átmenő képzeletbeli függőleges tengely körül az előlnézet síkjával párhuzamosra fordítjuk az éleit, és az előbbieket szerint szerkesztjük meg szabását (206. ábra). Figyeljük meg a 201., 202 és a 205., 206. ábrán bemutatott szerkesztések lényegét. A trapéz alakú csonkagúla-lapokat *olyan háromszögek*ből kapjuk, amelyeknek *egy csúcsa*, a gúlacsúcs, s annak szabása *közös*. A közös csúcs lehetővé teszi, hogy az egyenlő oldalakat (pl. $O''I_{n''}^* = OI^* = O4^*$ stb.) egyszerre mérjük fel, körívrájjalással.

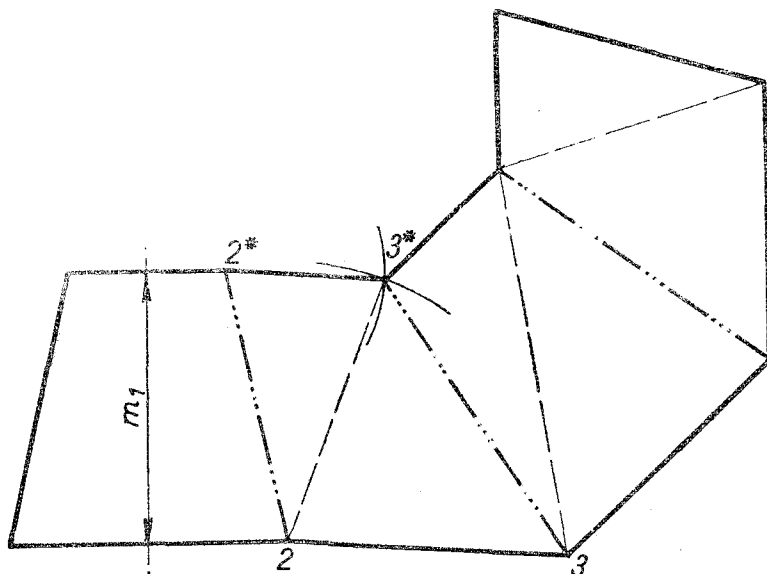
b) *Ha nincs hely* a gúlacsúcs megszerkesztésére, akkor a közös csúcsú háromszögek helyett a *váltakozó csúcsú háromszögmérés* módszeréhez folyamodunk.

Az adott nézeteken (207. ábra) gondosan megbetűzzük vagy megszámozzuk az adott lemezidom minden csúcsát. Mivel valamennyi ferde vonalnak egyenlő nagy a h magassága, az elfordítási segédábra egymásra rajzolt derékszögű háromszögeinek lesz egy közös C csúcsa, ennek azonban semmi köze a csonkítatlan gúla O csúcsához. A segédábra *alapvonalára* most a csonka gúla éleinek *fözlőnézetét* mérjük fel (pl. $3'3^*$ stb.), de ezeken kívül felmérjük a trapéz alakú oldallapok egy-egy átlójának fözlőnézetét is ($2'3^*$ stb.), ezeket és a segédábrában megtalálható valódi hosszúságukat hosszútágú vé-

kony szaggatott vonallal jelöltük. A trapézt az átlója *két háromszögre osztja*, ha pedig egy háromszög oldalainak valódi nagyságát ismerjük, a háromszöget körzővel pontosan megszerkeszthetjük. Az átló mellé szerkesztett két háromszög adja a trapéz valódi alakját, azaz szabását, s az egymás mellé helyezett trapézokból áll a csonka gúla köpenyének szabása. *Váltakozva* szolgáltatja ez a szerkesztő-



207. ábra. Ferde csonka gúla és egy elfordítási segédábra az élek meg az átlók valódi hosszának megállapítására



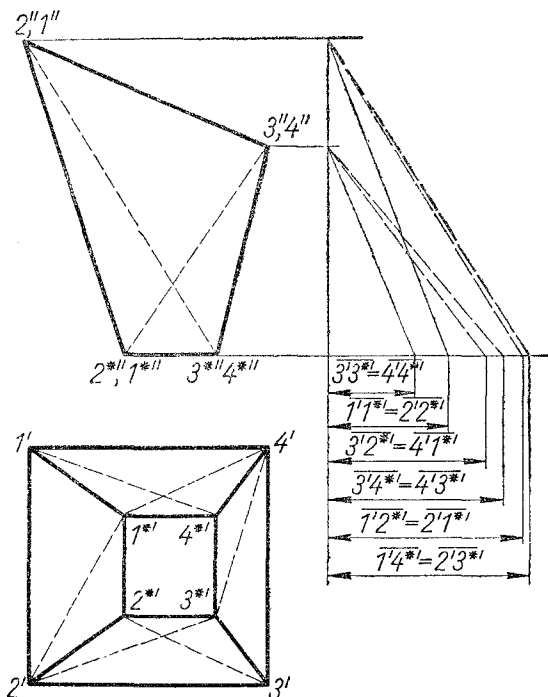
208. ábra. Ferde csonka gúla (207. ábra) szabása váltakozó csúcsú háromszögméréssel szerkesztve

módszer a köpeny (csillag nélkül számozott) alapvonalának és (csillagos számú) csonkítóélének egy-egy sarkát (208. ábra).

Ellenőrzés:

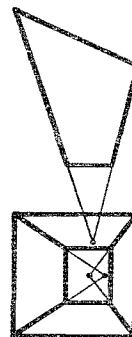
Az elülnézet rajzsíkjára merőleges oldallapok trapézmagasságát (pl. m_1) valódi nagyságban találjuk meg az elülnézetben. A 208. ábrán az első oldallap szabása nem is háromszögméréssel hanem az m_1 -gyel készült: látva, hogy ez szimmetrikus („egyenes”) trapéz, az m_1 két végébe, rá merőlegesen felraktuk a fölülnézetből vett fél alapél-, ill. csonkítóél-hosszúságokat. Ezért nincs meg az elfordítási segédábrán az $1' 2^{*}$ és az $1' 1^{*}$ méret.

Ezt a lapot tehát az utólag megszerkesztett átlójával ellenőrizhetjük, a vele szemben fekvőt a trapéz magasságá-



209. ábra. Ferde gúla?

val, a többi pedig a *másik* átlójával, hiszen minden négyszögnek két átlója van. Ha *kéthegyű körzövel* dolgozunk, a segédábra alapvonalára mért fölülnézet jobb végpontjában hagyva a körző egyik hegyét, a másikkal mindjárt a C pontba léphetünk: a *segédábra ferde vonalait* tehát bizonyos gyakorlat után meg se kell rajzolni!



210. ábra. Csúcsa nincsen — tetőidom lehet... (A 209. ábrához)

További ellenőrzés: Minden trapéz alap- és csonkítóvonal a egymással párhuzamos. Valamennyi trapéz ferde oldala pedig — ha csakugyan gúlát és nem valami tetőidomot szabtuk ki — egy pontban (a csonkítatlan gúla itt megrajzolatlan csúcsában) metszi egymást.

Egy tölcser szabása

Az első pillantásra ferde alapú csonka gúlának látszik az adott rajz (209. ábra). Ha azonban meghosszabbítjuk a ferde élek fölülnézetét (210. ábra), megállapítjuk, hogy azok *nem egy pontban metsződnek*. Nem gúlával, hanem *csonka tetőidommal* van tehát dolgunk.

„Szabásszerkesztés váltakozó csúcsú háromszögméréssel:

A 196. ábrával kapcsolatban megbeszélt *elfordítást* a 203. ábrán megismert módon: az elülnézet mellé rajzolt segédábrával végezzük. Mivel a tölcser felső kávája *ferde*, a segédábra háromszögei nem egy, hanem két befogóhoz csatlakoznak. A valódi hosszúságú élekkel és átlókkal háromszögről háromszögre haladva kapjuk a szabást (211. ábra) ugyanúgy, mint a 208. ábrán.

Ellenőrzés:

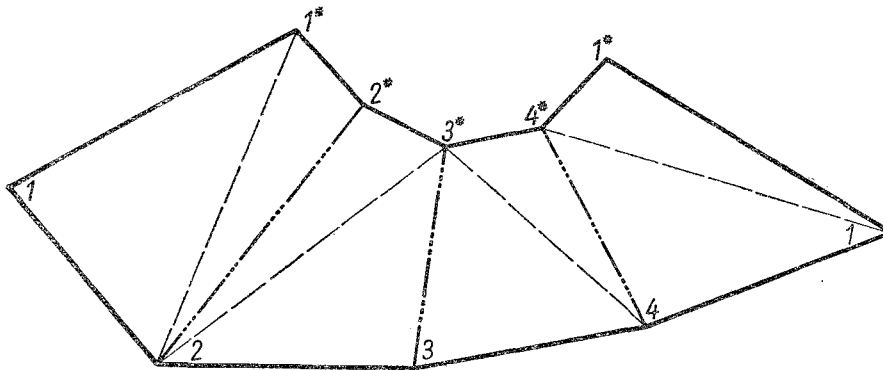
Az elülnézetben a rajz síkjára merőleges lapokat trapézmagasságukkal ($1' 1^{*}$, $3' 3^{*}$), a szabálytalan négyszögeket a *másik átlójukkal* újra megszerkesztjük (212. ábra).

Meglepetés:

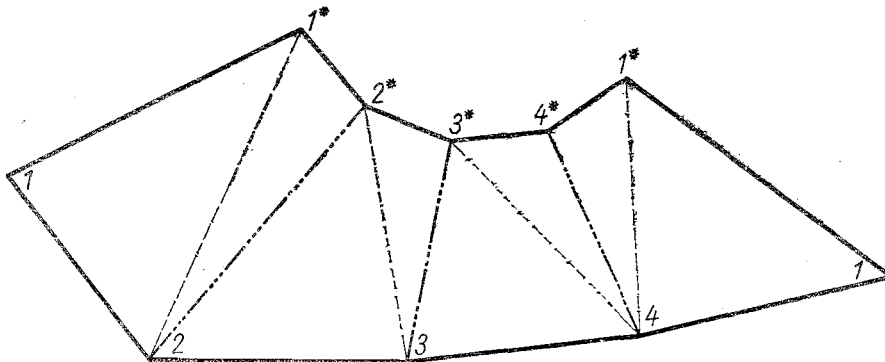
Az ellenőrzésül szerkesztett szabás nem vág egybe az először szerkesztett (213. ábra). Az eltérés nem nagy, de mindig megmarad, akármilyen gondosan ismételtjük a kétféle szerkesztést.

Hol a hiba?

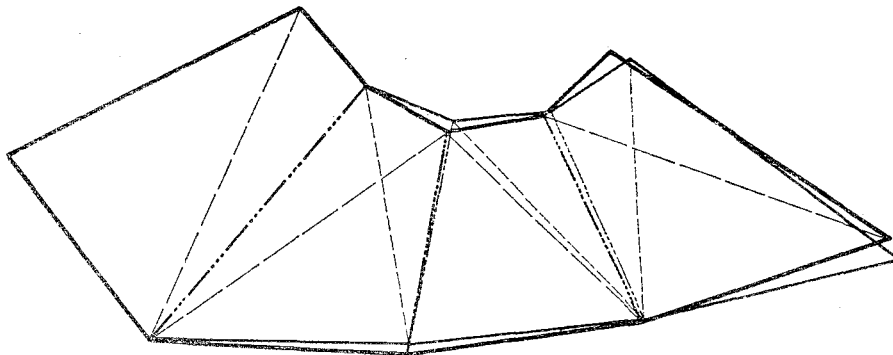
Gyakorlott rajzolás nemcsak azt látja első pillantásra, hogy nem csonka gúlát ábrázol az adott rajz, hanem azt is, hogy a *két ferde oldallapja* (az $1, 1^*, 4^*, 4$ és a $2, 2^*, 3^*, 3$) *nem lehet sík lap*.



211. ábra. A tölcser szabása. (A 209. ábrához)



12. ábra. Ellenőrző szabás. (A 209. ábrához)



213. ábra. A két szabás egymáson. (A 209. ábrához)

Egy síkban fekvő két egyenes ugyanis *vagy* párhuzamos, *vagy* („a végesben”) metszi egymást. Mivel pedig *párhuzamos egyenesek vetülete is párhuzamos* egymással, *metsződő egyenesek metszéspontjának két vetülete pedig egy rendezőn van*: olyan két egyenes, mely az egyik nézetben párhuzamos, a másikban metsződik, a térben nem

lehet se párhuzamos, se metsződő, hanem csakis *kitérő*.

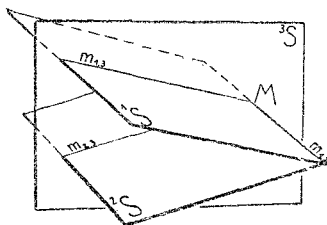
Kitérő egyeneseknek közös síkjuk nincsen.

Nyilvánvaló, hogy a szabálytalan lapok alsó és felső éléről van szó ($1' 4' \parallel 1'' 4''$, de $1'' 4'' \text{ nem } \parallel 1''' 4'''$ stb.). A 214. és a 215. ábra végigtanulmányozása után mindezt igen könnyen beláthatjuk.

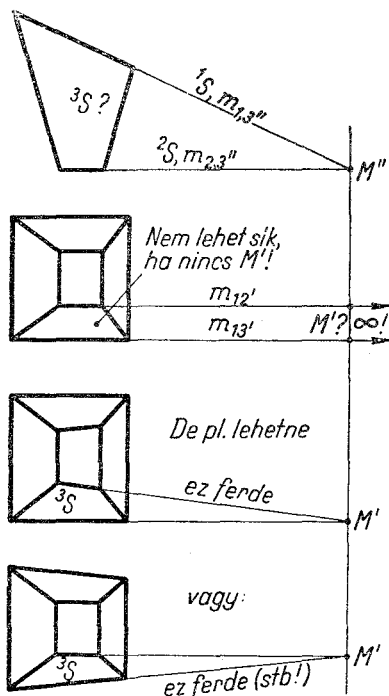
Hát akkor egyik szabás se jó?

— Próbáld csak ki előbb, aztán okoskodjál! — tartja a mondás. Ha már felrajzoltuk, vágjuk is ki mind a két szabást, legalább papírosból, és ragasszuk össze (216. és 217. ábra). Még nagyobb meglepetésünkre: *mind a kettő jó*. Csak *meg kell hajlítani* a szabálytalan négyszögeket a megszerkesztésükhöz használt átló mentén. (Vékony lemezről esetleg éles meghajlítás nélkül is odailleszthetjük a kiszabott lapot a többi él által meghatározott *torznégyszöghöz*.)

A rajzból megítélni, hogy melyik átló mentén lesz kívülről *éle* vagy *vápája* a két háromszöggel borított torz-



214. ábra. Ha két metsződő síkot egy harmadik metsz, mind a három metszésvonal egy pontban metszi egymást. (A 209. ábrához)



215. ábra. Lehetne-e a tölcser oldalja sík? (A 209. ábrához)

négyszögnek, úgy lehet, hogy berajzoljuk mind a két átlót, és a látszólagos metszéspontjuk (fedőpont!) *másik nézetét* megszerkesztve (rendezőhúzás) megnézzük, melyik átló van a fedést létrehozó vetítésugáron nézve *a szemünkhöz közelebb* (218. ábra). A tompa nyíl a rendezőhúzás irányát jelöli, a vetítés iránya ezzel szembe mutat, azaz a P'' vetítéskor előbb éri a P_2 -t, amely a 2^*3 átlón van, aztán a P_1 -et, tehát a 23^* átló van beljebb, ez a vápa, a másik kifelé „vág”. A fölülnézet Q fedőpontjait szétválasztó elülnézet ugyanezt tanúsítja.

A hiba:

A rajz nem jelzi egyik lehetséges élt sem, nem tudjuk, melyik változatot kell elkészíteni.

A rajz határozatlan.

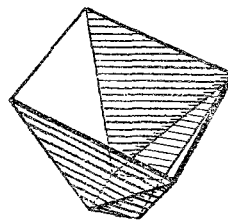
HATÁROZATLAN RAJZ SZERINT NEM SZABAD GYÁRTANI!

Értesíteni kell a szerkesztőt.

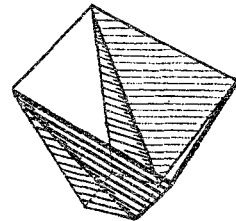
Prizmatoid

Elemzés:

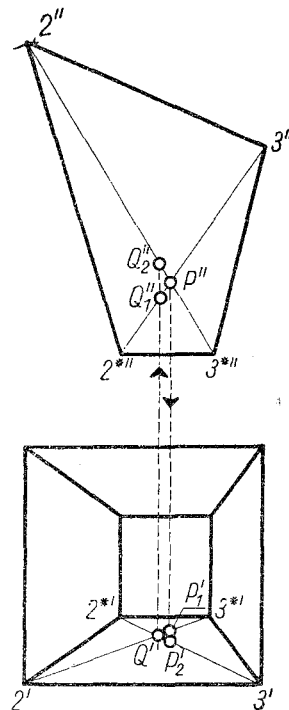
Az adott rajz (219. ábra) az előző tapasztalatok szerint mindjárt gyanús. Az *oldalnézetben* az idom felső sík lapja a rajz síkjára merőleges. Meghosszabbítása megadja az alapsíkkal való c metszévonalát. Ugyanezen két lap megfelelő éleinek *fölülnézetét* meghosszabbítva meg, a kapott A és B metszéspont nem lehet rajta a c metszévonalon, mert sokkal közelebb van a testhez és nem is párhuzamos a felső lap megfelelő éleivel. Sőt: az alap megfelelő éleire is áll a 215. ábra gondolatmenete. Elvégezhetjük a 218. ábra átló-metszési próbáját is minden oldalfelületre. Eredmény:



216. ábra. A 211. ábra szerint szabott tölcser



217. ábra. A 212. ábra szerint szabott tölcser



218. ábra. Torz négyszög átlói kitérők. (A 209. ábrához)

egyik sem sík. (Még az elülső, az $1, 1^*, 2^*, 2$ a legkevésbé torz.)

A nagyon torz négyszögekre csak rugalmas, helyesebben *nyújtható* anyagból lehetne *él nélküli, görbe felületeket* feszíteni (223. ábra), acéllemezből ilyen csak sajtolni, kapálni tudunk (vastag lemezből csak melegen).

KÉRDÉSEK A SZERKESZTŐ IRODÁHOZ:

1. *Nyeregfelületekkel* kell-e burkolni az adott torznégyszögeket, vagy *prizmatoidot* készítsünk?

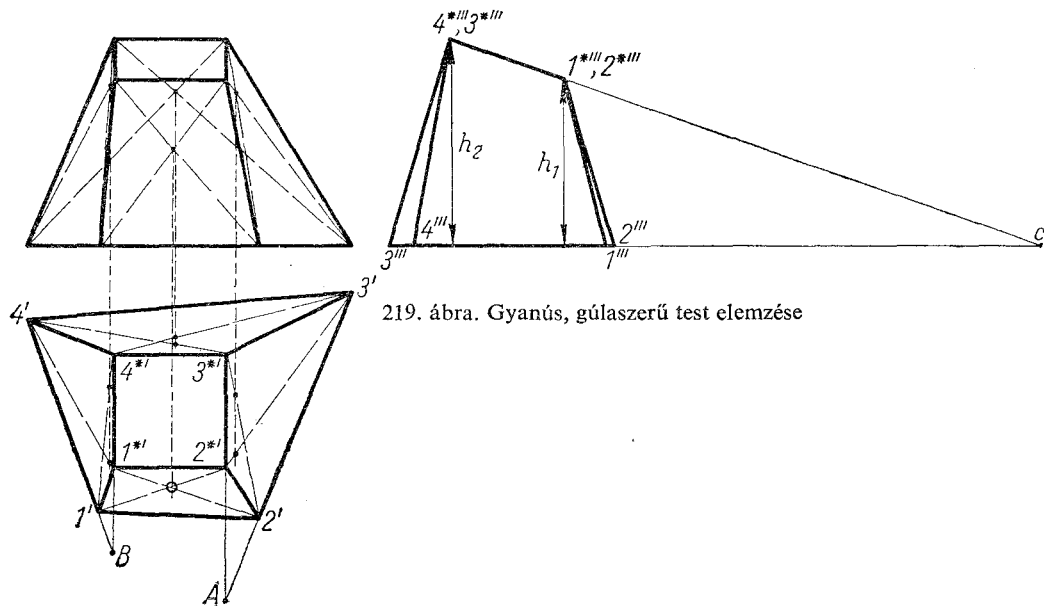
2. Az utóbbi esetben mely átlók legyenek *élek*?

A *prizmatoid* olyan síklapú test (poliéder), melynek két vezérsokszögét háromszög alakú oldallapok kötik össze. (Némelyik oldallap *négyszög* is lehet.)

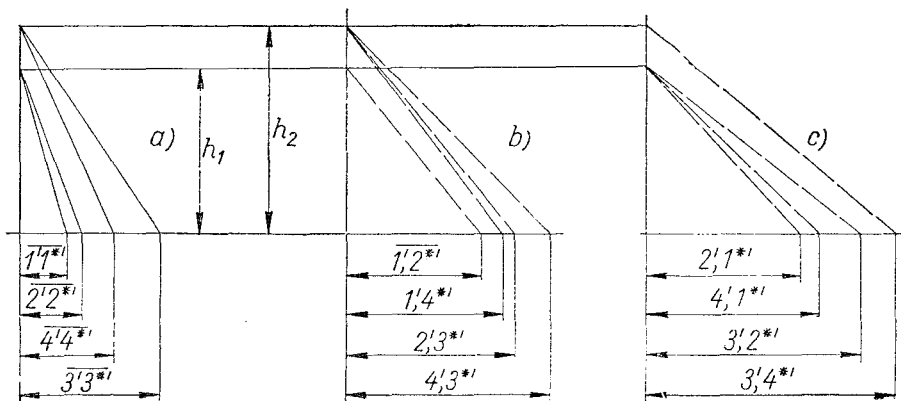
A *nyeregfelület* (hiperbolikus paraboloid) a legpontosabban úgy állítható elő, hogy egy drótból készült torznégyszöget szappanoldatba mártunk. A megvetemedett deszkák is elég jól megközelítik. A lemezdarabot a szélein *nyújtani* (középtájt *zömíteni*) kell, hogy nyeregfelület legyen belőle.

Szabásszerkesztés:

1. A nyeregfelület *kiteríthetetlen felület*, szabását a 4. fejezet elvei szerint, oldalanként külön-külön és bőséges



219. ábra. Gyanús, gúlaszerű test elemzése



220. ábra. a) Az élek valódi hossza, b) A homorú átlók valódi hossza, c) A domború átlók valódi hossza. (A 219. ábrához)

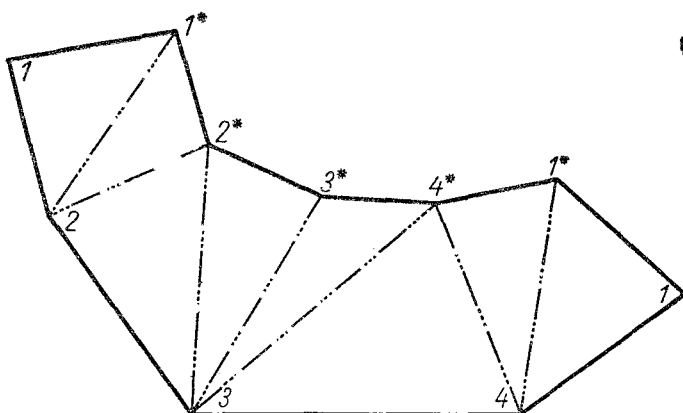
ráhagyással készítjük, úgyhogy mindkét átló szerinti szabást magába foglalja.

2. A prizmatoidról módosított rajzot kell kapnunk, amelyen a meghajlítandó (vagy vastag lemez esetén összehegesztendő) éleket vastag vonal ábrázolja.

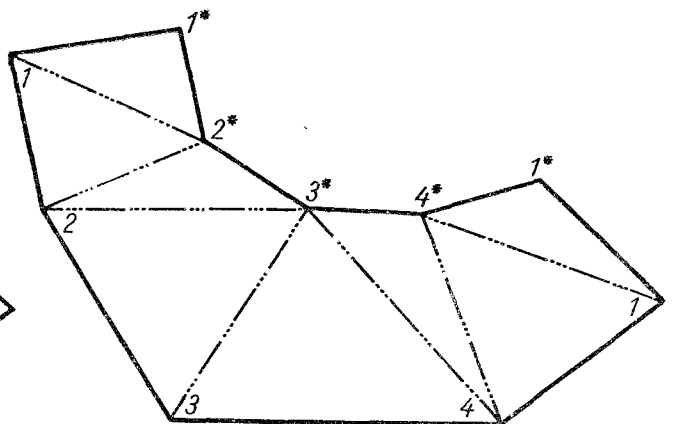
A 221. és a 222. ábra két különböző megoldást mutat be, a 224.-en egy további látható. A négy torz oldal két-két

háromszögre-bontási lehetőségét tetszés szerint variálva, 16 különféle prizmatoidot enged meg az adott rajz; ha az idom előlő lapját trapéznek vesszük, a változatok száma 8-ra csökken stb.

A szerkesztés lényegében nem különbözik az előző két feladattól.



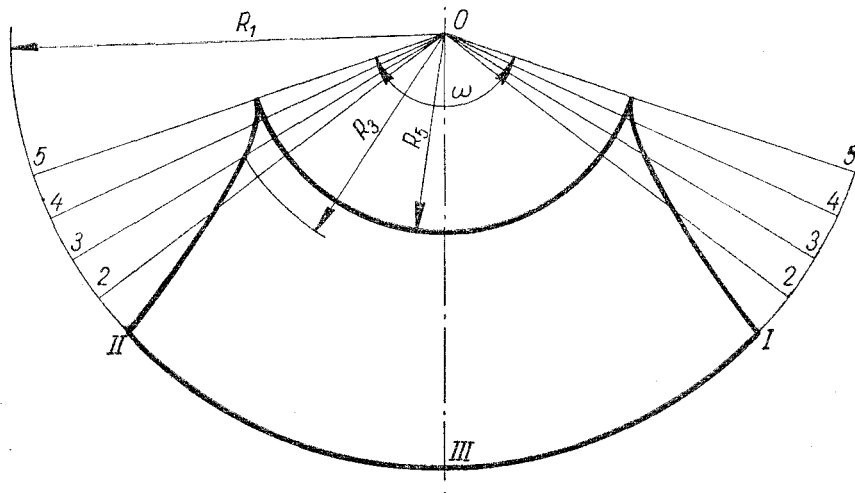
221. ábra. A domború oldalú szabás. (A 219. ábrához)



222. ábra. A homorú oldalú szabás. (A 219. ábrához)

és megkapjuk ezeknek az alkotóknak és a lelapoló síknak a dőléspontjait: $A, 4^* 3^* 2^*$.

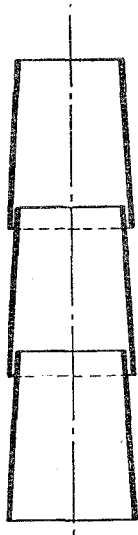
Az oldalnézetben ugyanezeket a pontokat az alapkör beosztásának átmérésével rajzoljuk meg. A középvonalától jobbra-balra felmérjük a fölülnézetben körzöbe vett $x_1 \dots x_4$ távolságokat. Ha most ezeken át meghúzzuk az oldalnézetben is az alkotókat, akkor az elülnézetben megtalált metszéspontok rendezőivel megkapjuk rajtuk a metszéspontok oldalnézetét: $2'''$, $3'''$... Ezek összekötése a keresett hiperbola, a síklap szabása.



258. ábra. A pontos szabás. (A 257. ábrához)

A köpeny szabása:

A szabás ω szögét vagy az alapkör hosszát az ismert módon (246. ábra) meghatározzuk, azután visszamérjük az 5 pont mindkét szabásából (258. ábra) a lemeztett ívek hosszát a fölülnézetben körzöbe vehető 4, 3, 2, I, ill. II beosztás segítségével. Az ezeken átmenő alkotókon a dőléspontjuknak a csúcstól való távolságát az elülnézetben vagy az oldalnézetben az alkotók elfordításával határozzuk meg. Az elfordítás köreinek elülnézete egybeesik a már meghúzott rendezőkkel, amelyek pl. az elülnézet képhatáralkotóján kijelölik a 4_{eII} , 3_{eII} , 2_{eII} pontokat. Körzöbe vesszük tehát az elülnézetben az R_3 stb. távolságokat és ezeket



259. ábra. „Hengeres” köpeny enyhén kúpos övekből

mérjük rá a szabásban megrajzolt alkotókra. Összekötő görbétjük a lelapolás élének vonala a köpeny szabásán.

Majdnem hengeres övdarab szabása

Elemzés:

Már a 69. ábrán olyan „hengert” találtunk, amelynek egyik vége 705 mm, másik vége 703 mm átmérőjű. Hasonló övdarabok — amelyek tehát voltaképpen egy-egy

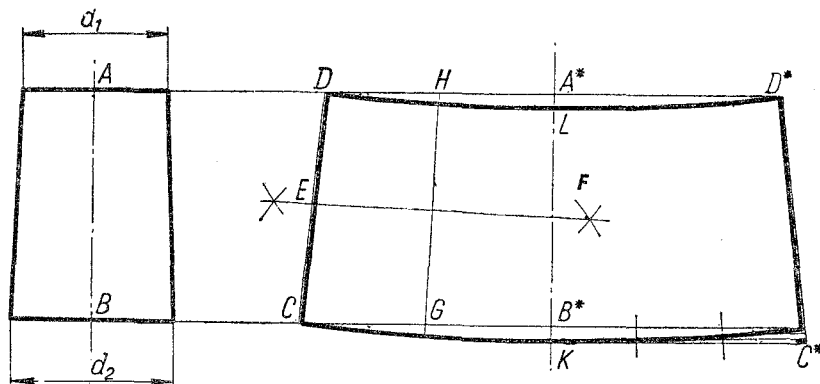
nagyon hegyes csónka kúp palástjai — előfordulnak ilyen „enyhén kúpos” övekből szegecselt lemezhangereken is (259. ábra).

Szerkesztés:

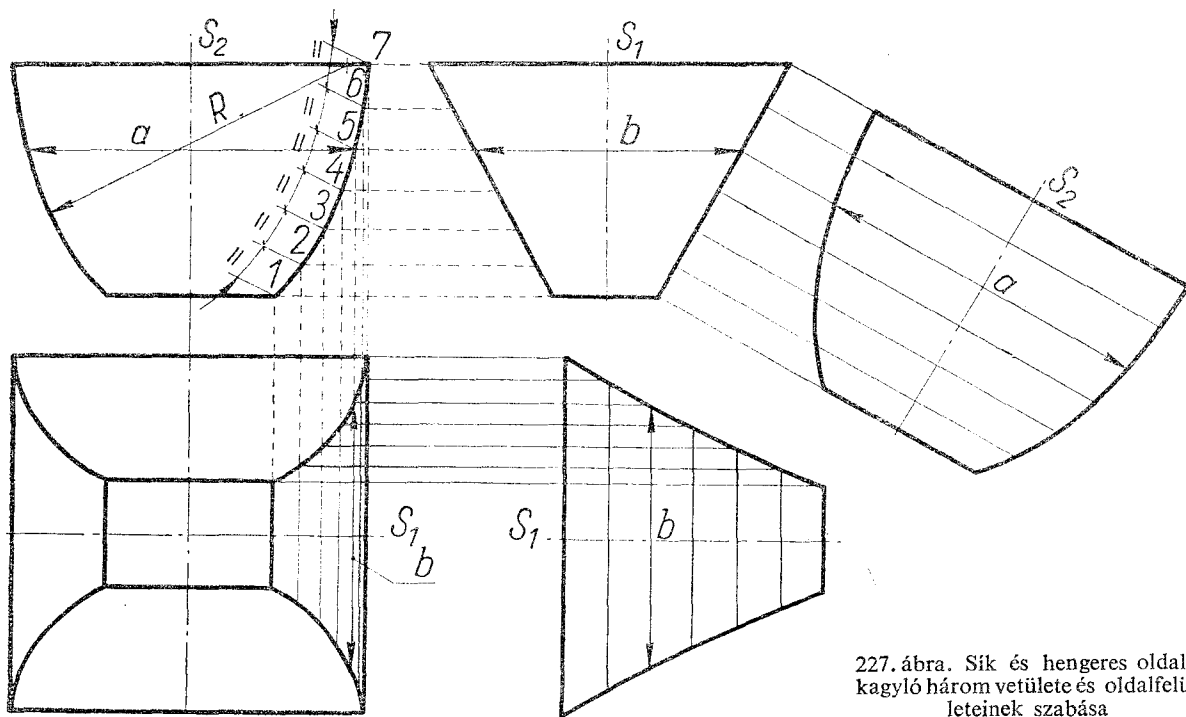
A kúp csúcsa messze kiesik a rendelkezésünkre álló rajzterületből. Felrajzoljuk egyenes trapézként az övdarab megközelítő szabását: az $AB = A^*B^*$ hosszúságú szimmetriatengelytől jobbra-balra felmérjük a kiszámított körkerületek felét: DA^* a kisebbik, CB^* a nagyobbik kör kerületének a fele (260. ábra).

Megszerkesztjük a félkerületek két felező pontját: H, G ; összekötő vonalukat merőlegesen elfelezzük, kapjuk az E és az F pontot. Körzöbe vesszük a CE távolságot, és F -ből rámérjük a középvonalra: K . Szintúgy az ED távolságot is: L .

A E, L, D^* pontokon át, valamint a C, K, C^* pontokon



260. ábra. Enyhén kúpos övdarab megközelítő szabása

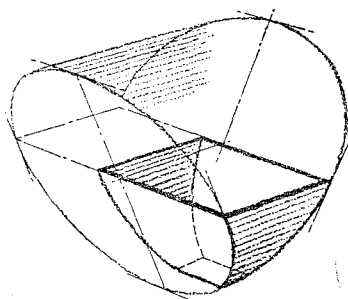


227. ábra. Sík és hengeres oldalú kagyló három vetülete és oldalfelületeinek szabása

Négyoldalú kagyló

Elemzés:

Az adott műhelyrajz (227. ábra) szerint két oldal sík, kettő pedig domború. A domború lapok az R méretvonal tanúsága szerint, hengerfelületek. A kagyló „ferde” élei tehát ellipszisévek (hengerfelületek ferde síkmetszetei) (228. ábra).



228. ábra. Rajzolvasó-vázlat

Áthatásszerkesztés:

Vízszintes segédsíkok a síklapokat és a hengerfelületeket is egyenes vonalakban metszik. (A szabásszerkesztés kedvéért a segédsíkokat nem egymástól egyenlő távolságba vettük fel, hanem az elülnézetben a hengert ábrázoló körívre mértünk föl egyenletes beosztást.) Az egy segédsíkban fekvő segédmetszévonalak metszéspontja a keresett áthatási vonal egy pontja. Pl. az 5-ös pont rendezővonala a fölülnézetben egy hangeralkotót képvisel, erre az S_1 szimmetriasíktól jobbra-balra fölmérjük az oldalnézetben körzöbe vehető b távolság felét. Így kapjuk a fölülnézetben az áthatási vonal pontjait.

Szabásszerkesztés:

A síklapok szabását nézetváltással kaptuk. Pl. az 5-ös síknak az oldalnézet jobb szegélyére merőlegesen húzott

vonalában az S_2 szimmetriasíktól jobbra-balra felmértük az a távolság felét, melyet az elülnézetben vettünk körzöbe. A hengerfelület szabását legördített helyzetben, gördülési segédvonalakkal (lásd 84., 89. ábra) szerkesztettük meg.

Gyakorlottabb szabásszerkesztő megjegyzése:

Ha jól meggondoljuk, az áthatás megszerkesztése fölösleges volt. Az S_1 szimmetriasíknak a hengerfelülettel való metszévonalát, ill. rajta az önkényesen megválasztott $1, 2, \dots, 6, 7$ egyenletes beosztást akárhol kiteríthettük volna, az osztópontokba emelt merőlegesekre pedig az oldalnézetből mértük volna át az alkotók valódi hosszát, pl. az 5-ös alkotóra a b távolság felét az S_1 -től jobbra-balra.

Négyoldalú kupola

Elemzés:

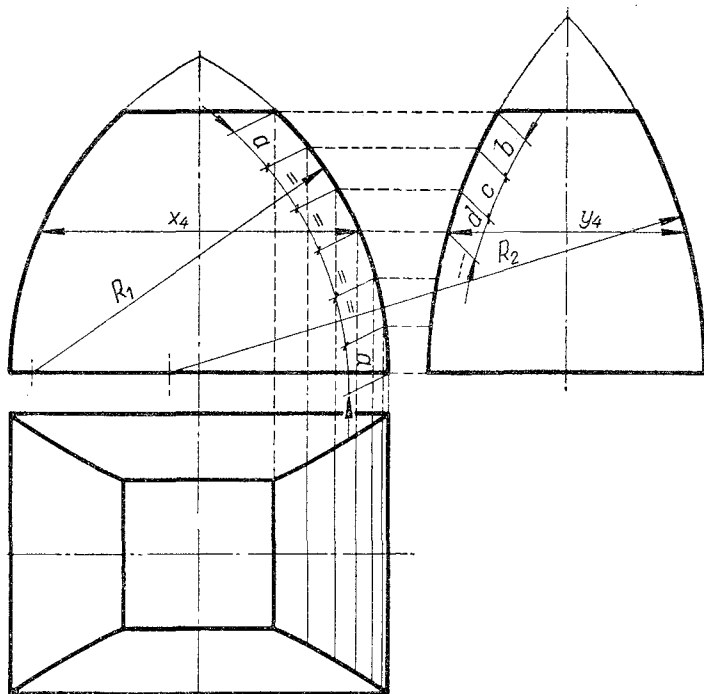
Ez a lemezidom (229. ábra) csak abban különbözik az előzőtől (228. ábra), hogy mind a négy oldala meg van hajlítva. (Az, hogy a kagyló lefelé szűkül, a kupola pedig felfelé, mértani szempontból nem különbség.) Az oldalfalak görbülete nem egyenlő: két felület R_1 , két felület pedig R_2 sugár szerint van hajlítva. Elrendezésük olyan, hogy a tárgy két síkra szimmetrikus.

Szerkesztés:

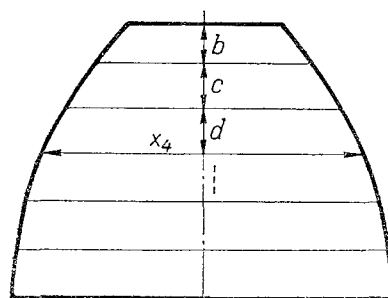
Vízszintes segédsíkokkal, ugyanúgy, mint az előbb.

Vigyázz: ha az R_1 sugárú kört osztottuk egyenlő részekre, az R_2 sugárú kör beosztása nem lehet egyenletes, hanem felfelé egy kissé sűrűsödik.

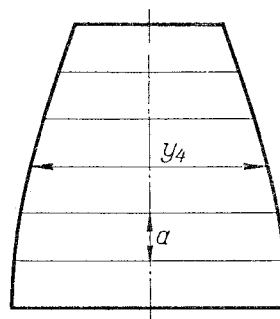
Ellenőrzés: A két szabás görbe szélei egyenlő hosszúak! (Mérőkerék, 63. ábra.)



229. ábra. Négy hengerfelülettel határolt kupola három vetülete



230. ábra. A kupola (229. ábra) szélesebbik oldala kiterítve



231. ábra. A kupola (229. ábra) keskenyebbik oldala kiterítve

Görbe fenekű teknő

Elemzés:

Az oldalnézet tanúsága szerint a teknő feke olyan henger, amelynek vezérgörbéje nem kör. A két oldalap ferdén metszi a hengert (232. ábra).

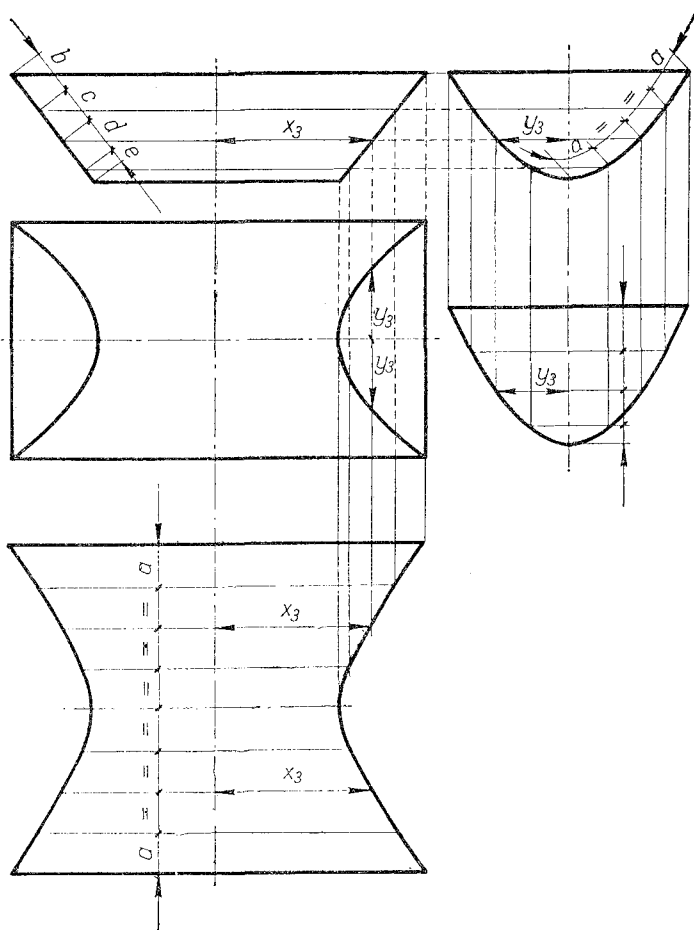
Az idom alakját az elülnézet és az oldalnézet teljesen meghatározza, a fölülnézet csak a gyorsabb megértést szolgálja.

Az áthatásszerkesztés — vagyis a fölülnézet megszerkesztése — a szabásszerkesztéshez nem szükséges. Gondot egyébként, a segédsíkos szerkesztés elvét ismerve, nem okoz.

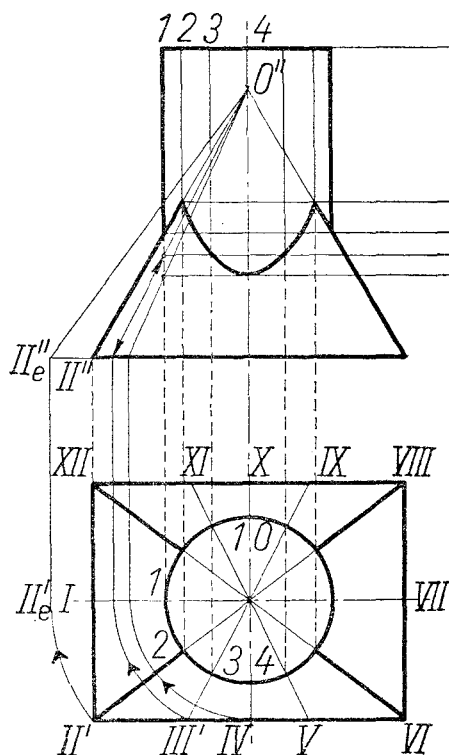
Szabásszerkesztés:

A köpeny kiterítése kedvéért a oldalnézetben látható görbét osztottuk be egyenletesen. Az osztópontokon átmenő vízszintes segédsíkok ennek folytán egymástól nincsenek egyenlő távolságra, hanem lefelé sűrűsödnek. Az oldalapok szabását elhelyezhettük volna nézetváltásnak megfelelően is, de ezen a rajzon úgy helyeztük el, ahogy az oldalnézet rajzsíkjával párhuzamosra fordítható. Ezáltal a középvonalra az elülnézetből átmért lefelé sűrűsödő beosztás merőleges osztóvonalaira nem körzövel raktuk át a szélességi méreteket (amilyen pl. az y távolság), hanem a befordítási segédvonalak által jelöltük ki azokat a pontokat, amelyek az oldalap szabásának görbe vonalát meghatározzák. (Meglehet azonban, hogy a körzövel való átméretezés pontosabb és nem is lassúbb, mint a párhuzamos-huzogatás. Ezt már önmagunk megfigyelése alapján kell eldöntenünk.)

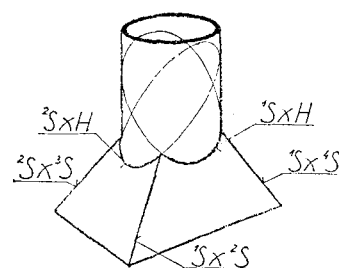
A köpeny szabását legördítési helyzetben rajzoltuk meg, de természetesen itt sem kötelező az egyenletes alkotóhálózat gördülési segédvonalakkal való elmetszegetése, hanem körzövel is átrakhatjuk a szimmetriasíktól mért x távolságokat a megfelelő alkotókra, ha ezt találjuk pontosabbnak.



232. ábra. Teknő három vetülete, valamint palástjának és oldalapjának szabása



233. ábra. Egytengelyű henger és gúla áthatása, továbbá a henger szabása



234. ábra. Rajzolvásó-vázlat (a 233. ábrához)
(A jelek olvasása: „Az egyik sík metszi a másik síkot”, „... a hengert” stb.)

Átmenet körszelvényből négyszögszelvénybe, közös tengelyű henger és gúla segítségével

Elemzés:

A gúla ferde síklapjai külön-külön egy-egy ellipszisben metszik a cső hengerfelületét. A teljes ellipszisek természetesen nincsenek meg a valódi lemezidomon, hanem csak a gúlaélek által határolt ellipszisévek (233. és 234. ábra).

Áthatásszerkesztés:

Segédsíkjaink ebben az esetben pl. olyan síkok is lehetnek, amelyek a henger és a gúla közös tengelyvonalára illeszkednek. Ezeket a síkokat a fölülnézetben egyenes vonalak ábrázolják, mert ott a rajz síkjára merőlegesek. A hengert alkotóban metszik, a gúlát pedig olyan egyenesekben, amelyek a gúla O csúcsán mennek keresztül. Egy másik pontjukat ezeknek az egyeneseknek a fölülnézetben római számok jelzik, rendezővonalal ugyanezen pontok elülnézete megtalálható a gúla alapvonalán (pl. II' -ből II''). Az elülnézetben a $II'' O''$ segédmetszésvonal metszi az ugyanebben a síkban levő 2-es alkotót a keresett áthatás egy pontjában. A szabás szerkesztéséhez a segédmetszésvonalak valódi hosszúságára is szükség van, tehát, ha úgy tetszik, összekapcsolhatjuk az áthatásszerkesztést rögtön a szabás szerkesztéséhez szükséges elfordításokkal.

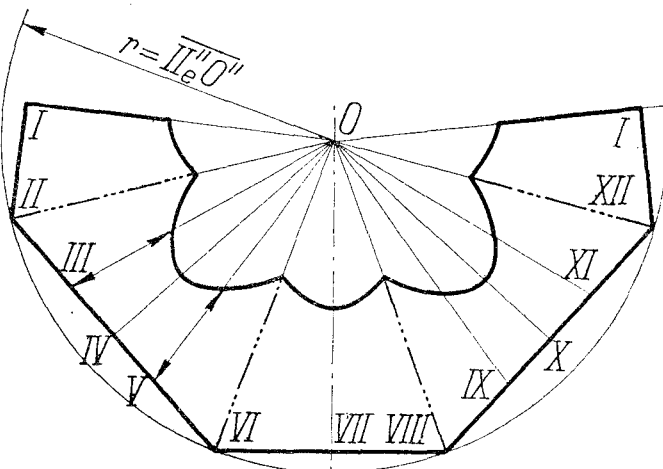
Szabásszerkesztés:

A segédmetszésvonalakat elfordítjuk a cső és a gúla közös tengelye körül az elülnézet rajzsíkjával párhuzamos helyzetig. A hengeralkotók egyenlő távolságban vannak a henger tengelyétől, tehát az elfordítás végén mindig az elülnézet képhatáralkotójába esnek. A gúla felületén levő segédmetszésvonalakat római-számos pontjuk segítségével

fordítjuk el: ezek a fölülnézetben megrajzolható köríveken mozognak a nyilak irányában. Valódi méretüket az elülnézet síkjába fordítva mérhetjük le.

(Ugyanott a henger képhatáralkotója és az elfordított római-számos segédegyenes metszésponja az áthatási pont elfordításának felel meg. Visszafordításakor ez a pont olyan körön mozog, amelyet az elülnézetben vízszintes egyenes ábrázol. Ahol az az eredeti elfordítatlan alkotót metszi, ott van az áthatás keresett pontja. Csakis így határozható meg pl. a 4–10-es segédsíkban levő áthatási pont.)

A hengeres csődarab szabását (233. ábra) legördített helyzetben rajzoltuk meg. Vigyázni csak arra kell, hogy el ne tévesszük az alkotók számozását, vagyis azt, hogy melyik alkotót melyik görbülési segédvonal metszi. Az



235. ábra 233. ábra szerinti gúla köpenyének szabása

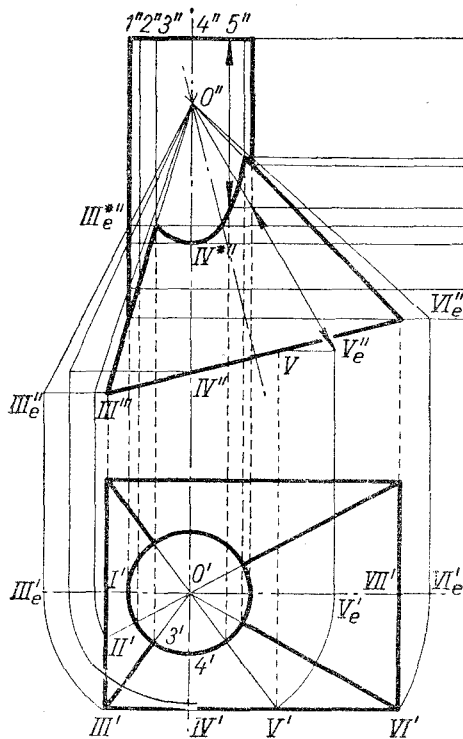
alkotók beosztása most nem egyenletes, hanem a fölül-nézetből kellett körzövel átrakni a szabásba az $1, 2, \dots, 12, 1$ pontok távolságait.

A gúla palástja (235. ábra) az elfordításban mérhető valódi élhosszak ($r = \overline{O''O''}$) körével és a fölül-nézetben lemérhető alapél-hosszakkal ($\overline{II}, \overline{VI}, \overline{VI}, \overline{VIII} \dots$) szerkesztettük meg. Az áthatási vonal kedvéért az alapélek szabására a fölül-nézetből át kell másolni a rómaiszámos beosztást; az osztópontokból az O pontba húzható segédvonalakra pedig vagy az alaptól az áthatásig terjedő, nyíllal jelzett távolságokat mértük át, vagy pedig az áthatástól az O pontig terjedő távolságokat; mindig vigyázva arra, hogy ezek valódi nagyságát az elülnézetben az elfordított segédpontokról vegyük körzöbe.

Átmenet körszelvény és négyszögszelvény között, metsződő tengelyű henger- és gúlafelületekkel

Elemzés:

A gúla képzeletbeli csúcsa rajta van a henger forgási tengelyén. A forgási tengelyre illeszkedő segédsíkok ugyanúgy beválnak, mint az előbb. Ha értjük a szerkesztés lényegét, nincs benne semmi újság, de azért gondoljuk végig itt is pl. a 3-as pont megszerkesztését (236. ábra).



236. ábra. A gúla csúcsában metsződő tengelyű henger és gúla áthatása és a henger szabása

Szerkesztés:

a) A fölül-nézetben meghúzzuk O' körül az $O' III'$ sugarú körívet, egészen az idom szimmetriáskjáig: itt van az elfordított III pont fölül-nézete: III'_e .

b) Az elülnézetben ugyanezt a körívet olyan vízszintes egyenes ábrázolja, mely a III'' pontból indul ki és

c) a fölül-nézetben húzott körívet érintő rendezőpontig tart. Itt van az elfordított III -as pont: elülnézete: III''_e . Összekötjük O'' -vel.

d) Ennek az elfordított élnek a hengeralkotóval való metszéspontja a 3-as áthatási pont elfordítottja: III''^* .

e) Ha visszafordítjuk a III''^* -as pontot, megint olyan körívet ír le, amelynek elülnézete vízszintes egyenes; ez most a III''^* pontból indul, és

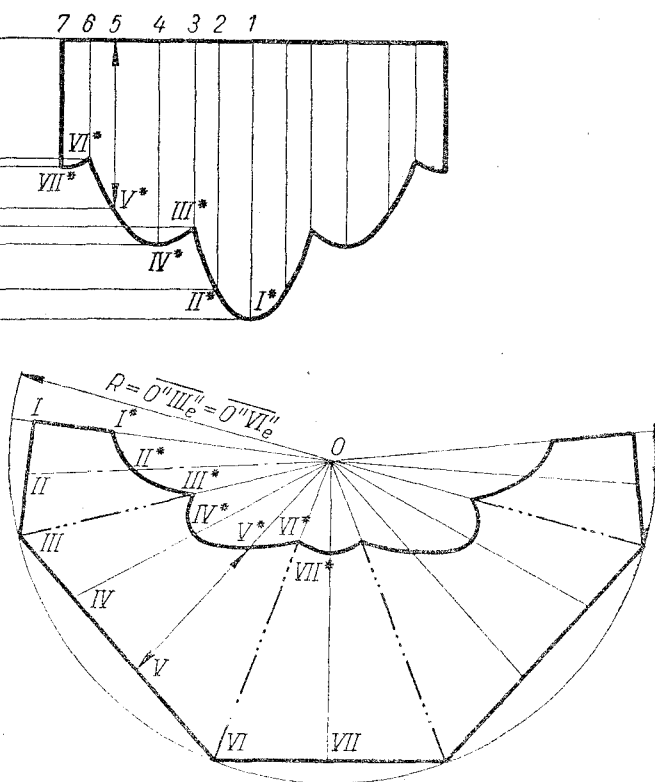
f) a $III'' O''$ elfordíthatatlan elülnézetig tart. Ahol metszi, ott van a III''^* -as pont elülnézete.

Ezt persze a fölül-nézetből a 3'-as rendezőjével azonnal megkaphattuk volna. Az elfordításra ebben az esetben csak a szabásszerkesztés (237. ábra) kedvéért volt szükség, de már pl. a IV'' -es áthatási pontot elfordítás nélkül nem tudtuk volna megszerkesztetni. A gúla szabásába természetesen mindig az elfordított, valódi nagyságú alkotódarabokat mérjük át.

Metsződő tengelyű henger- és gúlafelületek általánosabb esete

Elemzés:

A különbséget rögtön észrevesszük: a gúla csúcsa most (238. ábra) nincs rajta a henger forgási tengelyén. Kérdés, milyen segédsíkok metszik könnyen megszerkeszthető segédmetszéspontokban a gúlát is, meg a hengert is.

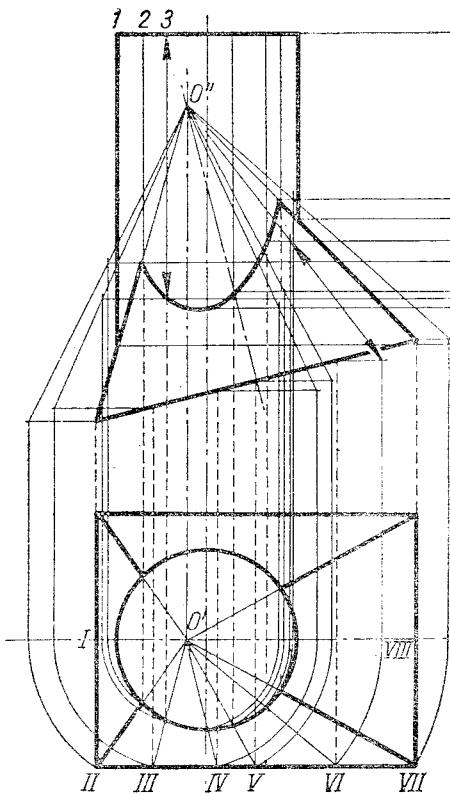


237. ábra. A gúla (236. ábra) palástjának szabása

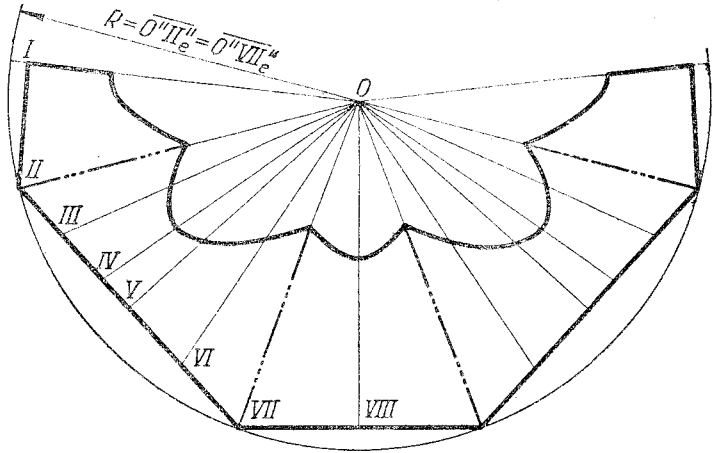
Szerkesztés:

A segéd-metszősík olyan függőleges síkok, amelyek átmennek a gúla csúcsán. Ezek a függőleges hengert alkotókban metszik.

Lényeges különbség, hogy most elfordítás alatt a hengeralkotó nem a hengerfelületben mozog, hiszen az el-



238. ábra. Metsződő tengelyű henger és gúla áthatása és a henger szabása



239. ábra. A gúla (238. ábra) palástjának szabása

fordítás tengelye nyilván nem a henger forgási tengelye, hanem a segédsíkok közös metszészvonala, amely a gúla csúcsán megy keresztül. Külön kell tehát elfordítani minden segédsíknak a gúlával való metszészvonalát is, meg a hengerfelülettel való metszészvonalát is.

A szabás (239. ábra, ill. 238. ábra jobb fele) megszerkesztése egyébként az eddigiek szerint végezhető.

Megjegyzés. „Még általánosabb” eset, ha a gúla (avagy kúp) és a henger tengelye nem metszi egymást, hanem *kitérő*. Ebben az esetben a segédsíkok a csúcson át a henger alkotókkal párhuzamosan képzelhető egyenesre „sorakoznak”. A két felület metszészvonala ilyenkor is a segédmetszészvonalak — kúp- és hengeralkotók — metszéspontjaiból adódik; ezeket a *sorozó egyenes* körül kell az elülnézet rajzsíkjával párhuzamosra fordítani.

Az ilyen „általános” esetek a gyakorlatban ritkák.

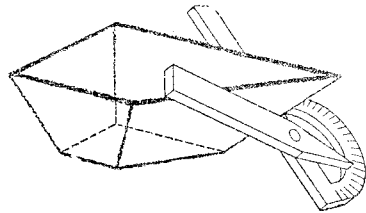
A lapszög meghatározása

(pl. egy gúla két lapjához illő L-acél számára,

Elemzés:

Egy él két lapjához illesztett szögmérő akkor méri a lapok szögét, hogyha mind a két szára merőlegesen áll arra az élre, amelyben a két lap metszi egymást (240. ábra).

A lapszög tehát azt jellemzi, hogy milyen *éles* egy él, mégsem szabad összetéveszteni az *élszöggel*. Az élek szöge a két él által meghatározott lapon mérhető, vagyis pl. a szabáson. A lapszög pedig azt határozza meg, mennyire kell a szabást egy él mentén meghajlítani.



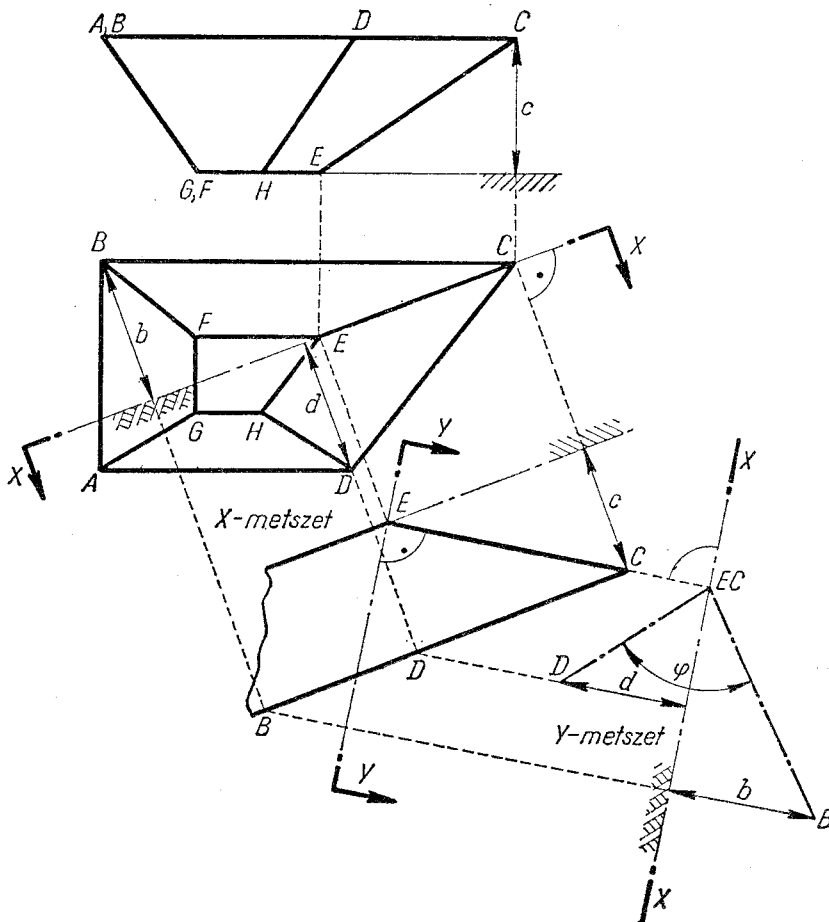
240. ábra. A lapszöget az élre merőleges szárú szögmérő méri

Szerkesztés:

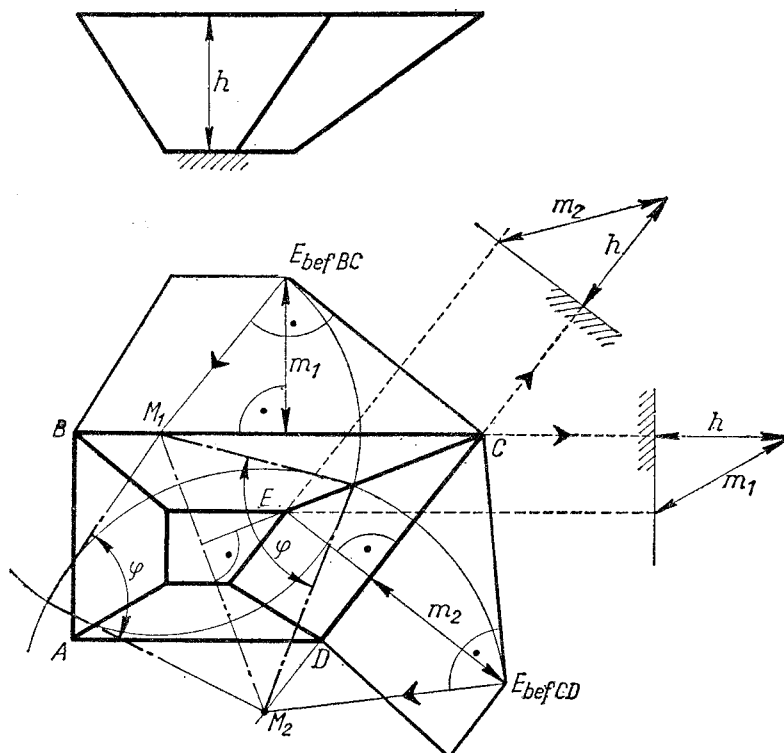
Két nézetváltással minden ferde élről készíthetünk olyan vetületet, amelyben az él a rajz síkjára merőleges (241. ábra Y metszet). Az ilyen vetületben az *élt* egyetlen egy *pont* ábrázolja, az élben metsződő lapokat pedig egy-egy *vonal*, mert a lapok is merőlegesek itt a rajz síkjára. A lapokat ilyen helyzetben ábrázoló egyenesek szöge a lapszög (φ görög betű, olvasd: fi).

Mint a legtöbb mértani feladatnak, a lapszög megszerkesztésének is számos megoldása van.

a) A két nézetváltás közül az első (241. ábra, x metszet) úgy kell beállítani, hogy abban a rajz síkja párhuzamos legyen azzal az éllel, amelynek élességét keressük (*CE*). A második nézetváltásnak a rajzsíkja már merőleges erre az élre (Y metszet, *EC* két fedőpont). A lapoknak természetesen akármelyik másik pontját felhasználhatjuk a nézetváltás megszerkesztéséhez. Az egyszerűség kedvéért azt képzelhetjük, hogy az első nézetváltás rajzsíkját ráillesztettük a *CE* egyenesre és ezért a fölülnézetben az *X* síktól mért távolságokat (*b*, *d*) mérjük föl az Y metszetben az ott meghúzott *X* vonaltól a gondosan megszerkesztett rendezőkre.



241. ábra. Lapszög (φ) megszerkesztése két nézetváltással



242. ábra. Lapszög megszerkesztése a szabás szerkesztése közben

b) Az él egy harántszelvényének rajzbafordítása, takarékosabb szerkesztés, főként ha az oldallapok szabását úgyis megszerkesztjük (242. ábra).

A szabásban az m_1 , m_2 oldallap-magasságokra van szükségünk: ezeket a h magassággal szerkesztett derékszögű háromszögek átfogójaként kapjuk. A háromszögeket a 242. ábrán az élek irányában (nyíl) széthúzza rajzoltuk meg, de a gyakorlott szerkesztő az E pontot helyben hagyva, a fölülnézet vonalai között is megszerkesztheti az m_1 -et és m_2 -t. (A kihúzás nézetváltásnak fogható fel, a helybenhagyást már inkább befordításnak nevezhetjük.)

Végző célunknak, az EC él lapszögének megszerkesztése végett az EC -ben metsződő lapokat az EC mentén elvágva az $ABCD$ síkba fordítjuk be, a BC és a CD körül. Merőlegest bocsátunk tehát az E pontból ezekre az élekre és felmérjük rá a BC -től az m_1 -et, CD -től az m_2 -t, kapjuk az E pont két befordítottját: $E_{bef BC}$, $E_{bef CD}$. Ellenőrzés: $CE_{bef BC} = CE_{bef CD}$, vagyis a CE él a két lap szabásán egyenlő hosszú. A lapszög kedvéért a szabás többi pontjára nincs szükségünk.

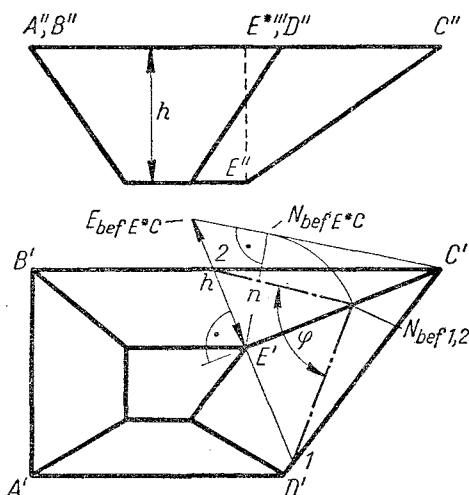
A lapszöget tartalmazó harántmetsecet vonala mind a két lapon a CE élre merőleges. Válasszunk egy olyan harántmetsecet, amely az E ponton megy át, és húzzuk meg az EC élre merőleges vonalait, mind a két szabásban, kapjuk a tölcser felső káváján (esetleg az élek meghosszabbításában) az M_1 és az M_2 pontot. Ellenőrzés: M_1M_2 merőleges az EC fölülnézetére.

Az M_1 körül az $M_1E_{bef BC}$ távolsággal, az M_2 körül $M_2E_{bef CD}$ -vel egy-egy körívet húzunk. E körívek metszéspontja rajta van az EC fölülnézetén, vagyis az történt, hogy most az M_1M_2 vonal mentén az elülnézet síkjába fordítottuk a harántszelvényt. A kapott szög tehát a keresett lapszög: φ .

c) Befordíthatjuk még egyszerűbben is a harántszelvényt, itt se mulasszuk el a vonalak térbeli jelentését követni (243. ábra).

Húzzunk a fölülnézetben az E ponton át egy merőlegest az EC élre. A térben azonban ez a vonal nem megy át az E ponton, hanem csak fedésben van vele és a tölcser felső kávájával van egy síkban, azt az 1-es és 2-es pontban metszi. Most ezen a vonalon át vesszük fel a harántszelvényt. Nem tudjuk azonban még, hogy hol metszi ez a harántszelvény az EC élt.

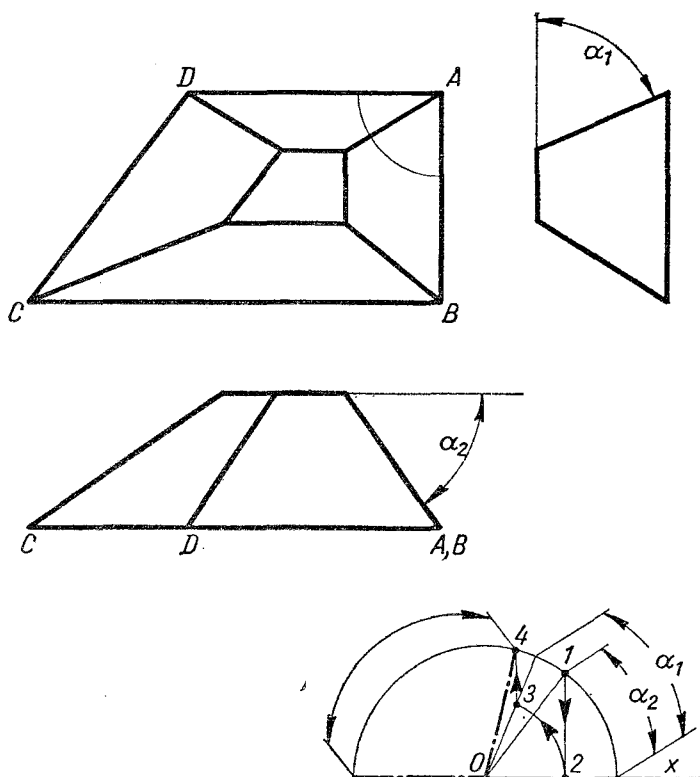
Az EC élre illeszkedik egy vetítősík (a rajz síkjára merőleges sík). Ezt a síkot az $ABCD$ síkkal való metszészvonala



243. ábra. Lapszög szerkesztése egy harántsík befördítésével

körül befördítjük a rajz síkjába, vagyis az E pont fölülnézetéből kiindulva rámérjük az előbb meghúzott 1, 2 merőlegesre a h magasságot. Megkapjuk az $E_{bef\ E\cdot C}$ pontot. Meghúzzuk a $CE_{bef\ E\cdot C}$ egyenest — ez a CE él befördítettje — és az E pont fölülnézetéből tulajdonképpen a fölötte levő E^{*} pontból) merőlegest bocsátunk az él befördítettjára, kapjuk az $N_{bef\ E\cdot C}$ pontot, itt metszi a harántszelvény síkja a CE élt. Ez a vonaldarab nem más, mint az 1, 2 egyenesnek és az EC egyenesnek n harántszelője (normális transzverzálisa), s mivel a rajz síkjába fordítva szerkesztjük, tehát a valódi nagyságát kapjuk meg. Körzöbe vesszük és az E pont fölülnézetéből (tulajdonképpen az E^{*} pontból) rámérjük az EC vonalra. Az így kapott $N_{bef\ 1,2}$ pont a keresett φ szög csúcsa, a két szára pedig az 1-es és a 2-es ponton megy keresztül.

d) Az eddigi szerkesztések általánosak, minden esetben



244. ábra. Csak 90°-os élszögnél használható lapszögszerkesztés

érvényesek, de egymásra merőleges élekben (pl. 244. ábra, $DAB \angle$, vagy $ABC \angle$) találkozó síkok lapszöge egyszerűbben is megkapható. Ez a szerkesztés akkor alkalmazható, ha ismerjük a lapok ferdeségét: α_1, α_2 .

Átmásoljuk a szögeket egy közös x szög szár közös O csúcspontjába. Az egyik átmásolt szárnak a másoló körrel való metszéspontját, pl. az 1-es x -re merőlegesen levetítjük, kapjuk a 2-es. A 2-esből az O körül körívet húzunk a másik szög száráig: 3. Innen megint az x -re merőleges segédvonalat húzunk az előbbi körívig: 4. Az $O4$ egyenes a keresett φ lapszög másik szára.

Ez a föl-le vetítgető szerkesztés az egyetlen, amelynek nem adjuk térbeli magyarázatát, mert nem közvetlen ábrázoló mértani, hanem matematikai összefüggéseket használ fel.

Csonka kúp szabása

A köpeny szabását (246. ábra) két körív határolja, amelynek R és R_1 sugarát az adott elülnézetben (245. ábra) megszerkeszthetjük. A szabás ω (görög betű, olvasd: ómega) szögét ki kell számítani:

$$\omega = 360 \cdot \frac{D/2}{R} = 360 \cdot e/L.$$

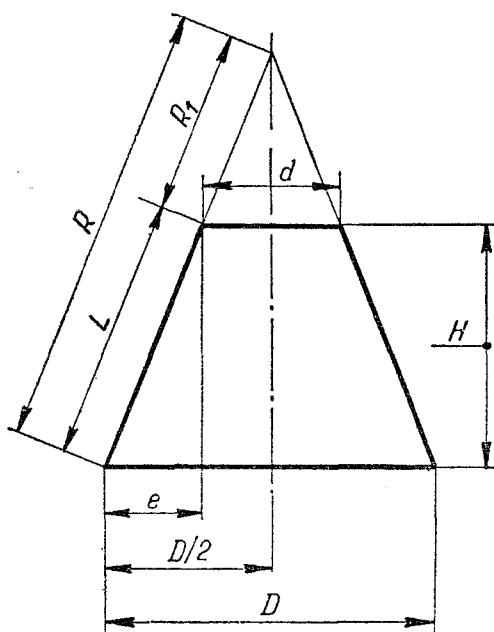
Egyébként, ha csak d , D és H van adva, a rajz többi adatát is *kiszámíthatjuk*, de sohase felejtjük el *szerkesztéssel is ellenőrizni*:

$$e = \frac{D-d}{2}$$

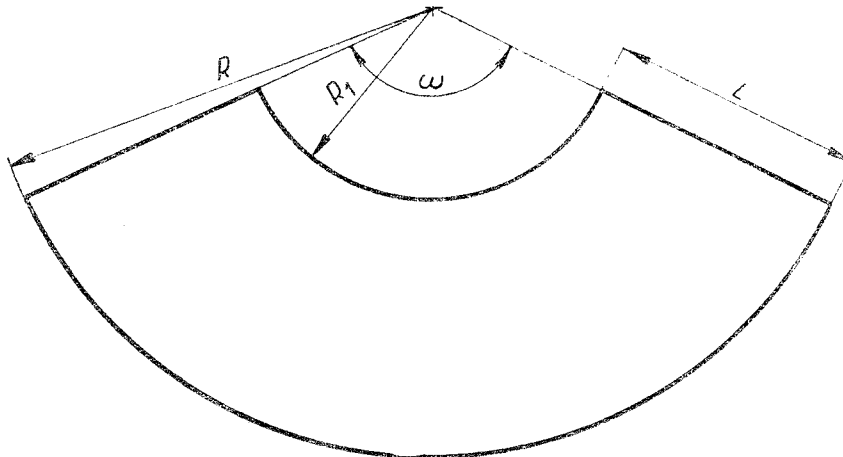
$$L = \sqrt{e^2 + H^2}$$

$$R = \frac{L \cdot D}{2 \cdot e}$$

$$R_1 = R - L$$



245. ábra. Csonka kúp



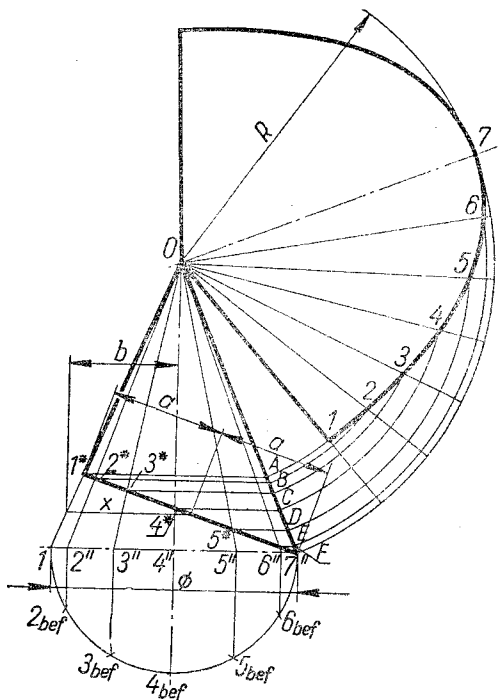
246. ábra. A csonka kúp (245. ábra) szabása

Ferde alapú egyenes körkúp

Elemzés:

A gúlát ferdének nevezzük, hogyha a csúcsát az alap középpontjával (súlypontjával) összekötő középvonala az alap síkjára nem merőleges. *A kúp esete nem ilyen egyszerű:* „Egyenes körkúp”, műszakiasabban *forgási* (esztergályozható) kúp minden olyan kúpfelület, amelynek a középvonalára merőleges síkmetszete kör. Nevezhetjük ezt a síkmetszetet a kúp „harántszelvényének” is, noha nem az alkotóira merőleges (mint a hengeré), hanem csak a középvonalára.

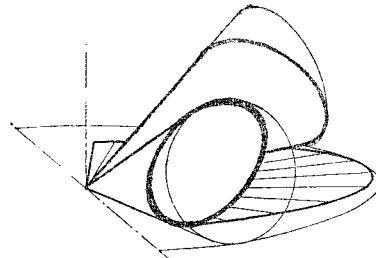
Azt, hogy a ferde alapvonal ellenére mégis egyenes körkúppal van dolgunk, a műhelyrajzon segédvonalakkal megadott harántszelvény és a hozzá tartozó \varnothing jeles méretszám határozza meg (247. ábra).



247. ábra. Ferde alapú egyenes körkúp egy vetülete és palástjának szabása

A palást szabása:

A pontos szerkesztés kedvéért célszerű először a harántszelvényig kiegészített körkúp szabását készíteni el (247. ábra). Alkalmazhatjuk erre az ω szögnek az előző szakaszban ismertetett kiszámítását. De be is fordíthatjuk a harántszelvény körét a rajz síkjába és beosztva egyenlő részekre (1...7), az osztóhosszat mérjük fel az R sugarú segédkörre ugyanannyiszor, ahány részre a harántkört osztottuk. Ez természetesen valamennyivel kevésbé pontos eljárás, mert hiszen az osztóhosszat nem tudjuk *ívesen* lemérni, hanem helyette az ívhez tartozó *húrt* vesszük körzöbe.

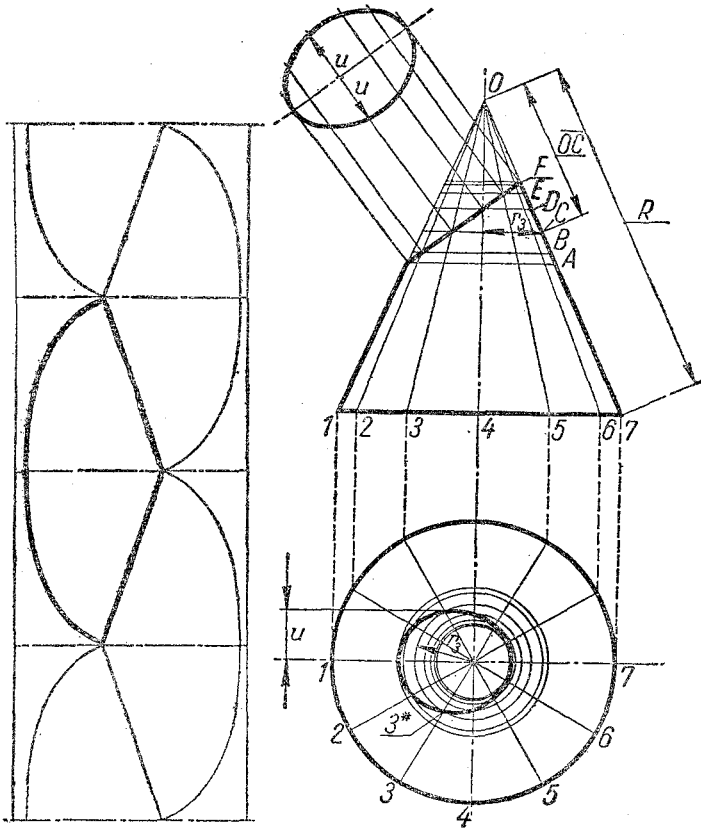


248. ábra. Hogyan gördül a kúp (A 247. ábrához)

A 247. ábrán a palást szabását *legördített helyzetben* rajzoltuk meg. A kúp úgy gördül, hogy a csúcsa helyben marad (248. ábra). A gördülési segédvonalak itt nem egyenesek, mint a hegnernél voltak (89. stb. ábra), hanem egy-közepű körök, középpontjuk a kúp csúcsa. A legördítésből következik, hogy a szabás R sugarú körívének hossza egyenlő a harántkör kerületével; ezen alapul az ω kiszámítása is, és az osztóhosszak felmérégetése is.

A ferde alappal elmesztett *köpeny szabásának* megszerkesztése végett az elülnézetben is, meg a harántszelvényig elkészített szabásban is meghúzzuk minden egyes osztóponthoz a rajta átmenő alkotót. A ferde alapsíkig tartó alkotó-hosszúságot az illető alkotó *elfordításával* a kúp képhatáralkotóján találjuk meg: $OA, OB, \dots OF$. A szabás megfelelő alkotójára a csúcs körül húzott OA, OF sugarú körívvel mérjük rá ezt a hosszúságot.

A ferde alapú forgási kúp palástjának szabása szimmetrikus. A 247. ábrán a leghosszabb (7) alkotó a szimmetriatengelye, mert a legrövidebb (1) alkotó mentén vágtuk fel



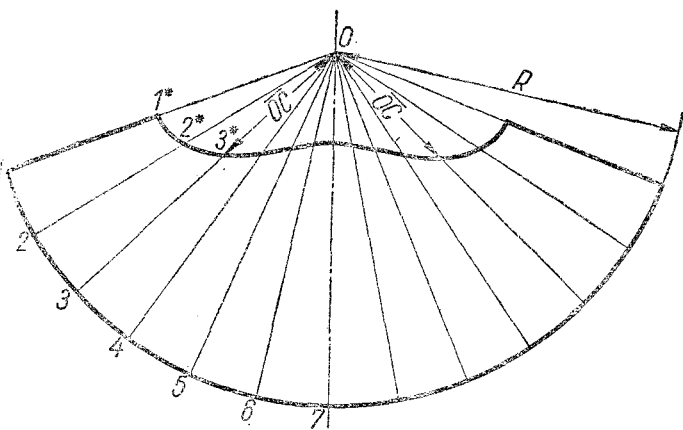
249. ábra. Így is kiszabhatjuk a 247. ábra kúpját, esetleg kevesebb hulladékkal

250. ábra. A kúpot metsző sík valamennyi alkotót egy sűvegen metszi: a metszévonal ellipszis

a szabást. Ha *hulladékcsökkentési* vagy más szempontból a 7-es mentén vágjuk fel, akkor az 1-es lesz a szimmetriatengelye (249. ábra).

A ferde alap szabása,

mint tudjuk (56. ábra), *ellipszis*. Nagytengelye az adott elülnézetben lemérhető (2a), kistengelye akkora, mint a nagytengely felezőpontján átmenő x harántkörnek a fölülnézetben megállapítható húrja (2b). A nagy- és a kistengely ismeretében az ellipszist már meg tudjuk szerkeszteni (44. ábra), de esetleg alkalmazhatjuk a *következő* pont *segéd-síkos* szerkesztését is.

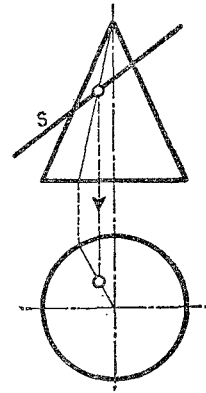


251. ábra. A ferde síkkal metszett kúp (250. ábra) palástjának szabása

Ferdén csonkított egyenes körkúp (250. ábra.)

A *palást szabása* (251. ábra) az előző két feladat pusztá alkalmazása.

A *csonkító lap szabása* kedvéért rajzoljuk meg most kivételesen a ferde csonkítás élének *fölülnézetét* is.



252. ábra. Kúp síkmetszetének szerkesztése az alkotók dőléspontjának meghatározásával. (A 250. ábrához)

A palást szabásához használt egyenletes beosztású alkotók (1...7) és a ferde csonkító sík metszéspontjait (252. ábra) az elülnézetben közvetlenül megkapjuk, mert a csonkító sík ott merőleges a rajz síkjára, és így valamennyi pontját *egy* egyenes vonal ábrázolja: S . Az elülnézetben látható metszéspont rendezővonala metszi ugyanennek az alkotónak a *fölülnézetét*, ez a csonkítási él fölülnézetének egy pontja. Ha megvan a ferde csonkítólap fölülnézete, a szabását már nézetváltással vagy befordítással megkaphatjuk.

Pontosabb a szerkesztés, hogyha *harántsíkokat* veszünk segítségül. Ezek a kúpot körben, a csonkító síkot egyenes vonalban metszik: e két könnyen megszerkeszthető segédvonal — két — metszéspontja a fölülnézetben a metszévonal két pontja (56. ábra). A segéd-harántsíkok és a ferde sík metszévonalai a ferde sík szabásához is használhatók: a fölülnézetben lemerített u félhosszúságokat mértük fel a szabás középvonaláról jobbra és balra. A 250. ábrán a segéd-harántsíkokat éppen a megrajzolt alkotók és a csonkítólap metszéspontjain fektettük át.

Az itt használt eljárások segítségével most már a kúp akármilyen síkmetszetének meg tudjuk szerkeszteni a szabását.

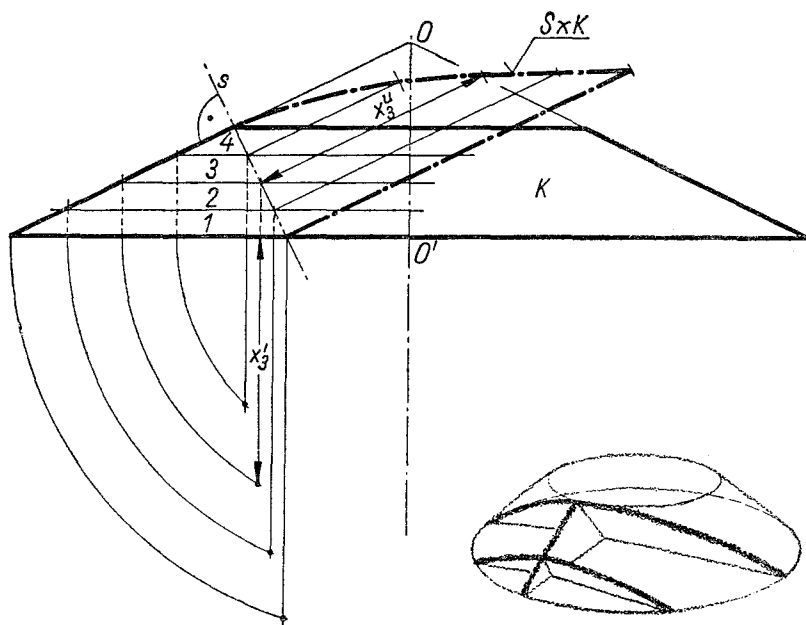
Egy alkotóra merőleges síkú kúpszelet

Elemzés:

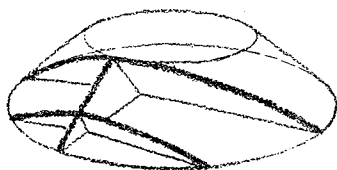
A kúpszeletekkel már a bevezetőben megismerkedtünk (54 — 57. ábrák), most tekintsük át őket ezzel a különös kikötéssel, hogy a metsző sík mindig *egy* alkotóra merőleges legyen.

Ha a *kúpszög* (a kúp csúcsában két átellenes alkotó szöge) hegyesszög, azaz 90° -nál kisebb, az egy alkotóra merőleges metsző sík *valamennyi* alkotót *ugyanazon* a kúpsűvegen metszi: a metszévonal ellipszis (247. ábra).

Egy alkotóval párhuzamos akkor lesz az egy alkotóra merőleges sík, ha a kúpszög *is* 90° (57. ábra). Ilyenkor a metszévonal *parabola*.

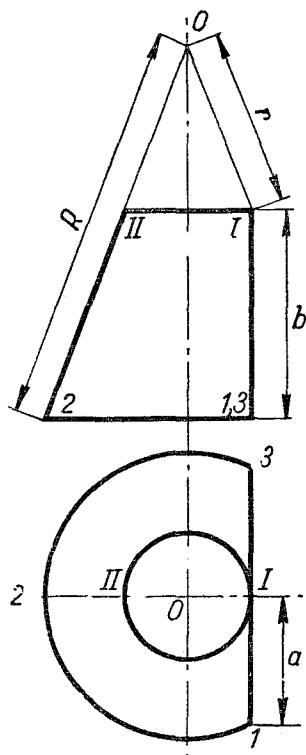


253. ábra. Egy alkotóra merőleges síkú sablon szerkesztése



254. ábra. Sablon, lapos kúp-cikkelyek hajlításához

Mindkét süvegét csak tompaszögű kúpnak metszheti az egy alkotójára merőleges sík. Ilyenkor van a gyakorlatban szükség az alkotóra merőleges metszősíkra: egészen tompa, úgyiszlán *lapos* kúpok köpenyét nem merevítik eléggé a tengelyére merőleges, kör alakú metszetei. Különösen bizonytalan a lapos kúp felület *tartása*, ha nagy terjedelme miatt darabokból kell összehegeszteni. A vastag lemezből készülő szabásdarabok *pontos meghajlításához* sem jó a *tengelyre* merőleges kör: csakis a szabáscikkelyek középső *alkotójára* merőleges *sablon* (253. ábra) szerint dolgozhatunk eredményesen.



255. ábra. Tengelyével párhuzamos síkkal metszett csonka kúp

Szabásszerkesztés:

A *főlülnézetben* az egy segédsíkba eső körök és egyenesek metszéspontjai a síkmetszet *megrövidült* képét adják (az 56. és az 57. ábrák szerint), ezt itt (253. ábra) meg se húztuk, mert nem erre van szükségünk.

A metsző síkkal párhuzamos képsíkon kapjuk a metszet *valódi* alakját. Nézetváltás helyett mindjárt a legtakarékosabb *befordítást* rajzoltuk meg.

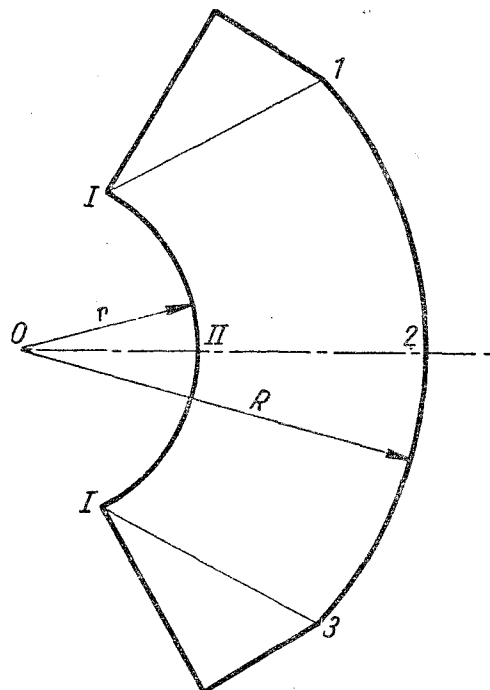
Az alkotón és a kúp forgási tengelyén átmenő sík *szimmetriasíkja* a megrövidült főlülnézetnek is, meg a keresett valódi méretű metszetnek is. Ezért a főlülnézetben a segédmetszészvonalak metszésekként kapott pontoknak a szimmetriasíktól való távolságát ($x_1 \dots x_n$) jobbra-balra átmérjük a metsző sík vonalához merőlegesen húzott segédvonalakra (a segédsíknak és a metsző síknak a metszősík képe körül a rajz síkjával párhuzamosra fordított segédmetszészvonalaira).

Lelapolt kúp megközelítő szabása

Ha egészen vékony lemezből nem nagyon nagy pontossági igényű idomot készítünk, gyakran jó szolgálatot tesznek az efféle nem egészen pontos megközelítések. A pontos szerkesztést az ezután következő szakaszban ismertetjük.

Megközelítő szerkesztés:

Az adott elül- és főlülnézetben (255. ábra) megjelöljük az 1, 2, 3, a I, II pontokat, valamint az O csúcspontot. Az O „szabása” körül (256. ábra) meghúzzuk az R és az r sugarú körívet, és megrajzoljuk az idom szim-



256. ábra. A megközelítő szabás. (A 255. ábrához)

metriatengelyét, az O , II és a 2 pontokon keresztül. Ettől jobbra-balra — a rajzon már jelöletlen beosztás segítségével — felmérjük az alap- és a csonkítókörnek a lelapolásig terjedő ívhosszát. (Az adott esetben a csonkítókör még teljes, a függőleges sík nem vág bele.) Megkapjuk az I , I , 3 pontok szabását.

Körzöbe vesszük az elülnézetben a b távolságot, és körívet húzunk vele a szabásban az I pont két szabása körül; azután elmetsszük ezeket a köríveket a fölülnézetből vett a sugarú körívekkel, amelyeket az I -és és a 3 -as pont szabása körül rajzoltunk.

Az I I és az I 3 egyenes különösen az I pont közelében tér el a valódi kúpszelettől, itt a legnagyobb a hibája ennek a megközelítésnek.

Lelapolt kúp pontos szabása

Elemzés:

A lelapolás síkja a kúp tengelyével párhuzamos; az ilyen sík — mint azt már bevezetőben megbeszéltük (55. ábra) — a kúpot hiperbolában metszi. A hiperbola a tengelypontjában erősen görbül, de attól távolodva rohamosan egyenesedik. A tengelyponttól nagyobb távolságokban rendszerint nyugodtan helyettesíthető egyenessel (256. ábra), a görbébb szakaszán viszont elég sűrűn kell a pontjait megszerkeszteni.

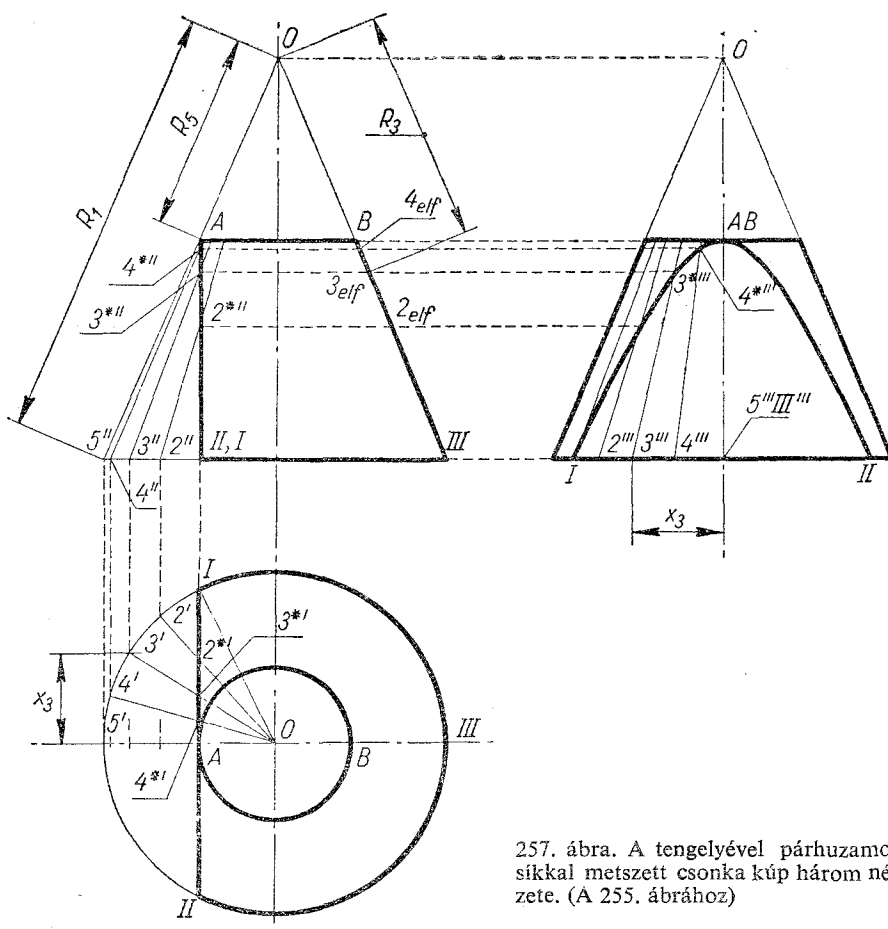
Bevezetőben megbeszéltük a síkmetszet megszerkesztését is, annak valódi méretű képe pedig (54. ábra) már maga a szabás. Itt most az a kérdés, mit változtat a szerkesztésen az, hogy a síklap szabásán kívül a köpeny szabását is meg kell szerkesztenünk.

A köpeny kiterítéséhez szükségünk van az alkotók hosszára a metszésvonalig és az alkotók felületi eloszlására. Az utóbbi kedvéért megrajzoltuk (257. ábra) a fölülnézetet is (bár a félalapkör befördítésével is célt értünk volna). S ha már megvannak az alkotóink, ezekkel szerkeszthetjük meg a síkmetszetet is, akár úgy, hogy rajtuk át képzelünk segédsíkokat (mint a 252. ábrán), akár annak felhasználásával, hogy könnyen megtalálhatjuk bármely alkotó *dőféspontját* a síklapon: mert hiszen elülnézetben is, meg fölülnézetben is egy *vonal* ábrázolja az egész sík lapot.

E feladat megoldására most az utóbbi lehetőséget választottuk, érdemes azonban a gyakorlás, de főként *ellenőrzés* végett néhány pontot más-más módszerrel is megszerkeszteni, továbbá azt is meggondolni, hogy melyik szerkesztési mód a legpontosabb. (Általában az a pontatlan szerkesztés, amelyben a segédvonalak hegyesebb szögben metszik egymást.)

Síkmetszet szerkesztése az alkotók dőféspontjaival:

Amikor a rajzlemezre felrajzoljuk a műhelyrajzon adott három vetületet a semleges szálnak megfelelő méretekkel, kiegészítjük az elülnézetet és a fölülnézetet a lelapolt kúpdarabbal, és megbetűzzük, megszámozzuk a jellegzetes pontokat: O , I , II , III , A , B (257. ábra). A fölülnézetben beosztjuk az alapkör metszett ívét egyenlő részekre: az osztópontok: I' , $2'$, $3'$, $4'$, $5'$. Rendezővonalakkal megállapítjuk ugyanezen pontok elülnézetét: $2''$, $3''$... az oldalnézet x távolságainak pontosabb lemerése kedvéért meghosszabbíthatjuk a rendezővonalakat lefelé a fölülnézet szimmetriatengelyéig. Az alapkör beosztását a fölülnézetben is és az elülnézetben is összekötjük a kúp csúcsával,

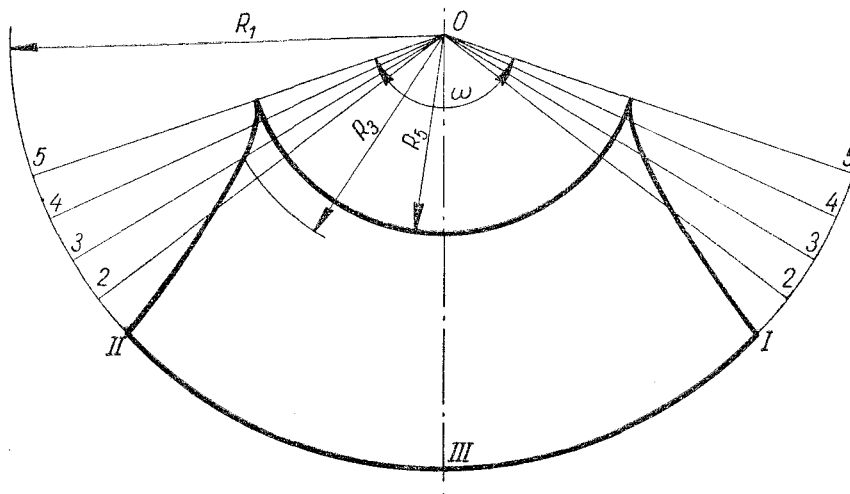


257. ábra. A tengelyével párhuzamos síkkal metszett csonka kúp három nézete. (A 255. ábrához)

mérjük rá a szabásban megrajzolt alkotókra. Összekötő görbéjük a lelapolás élének vonala a köpeny szabásán.

Majdnem hengeres övdarab szabása

Már a 69. ábrán olyan „hengert” találtunk, amelynek egyik vége 705 mm, másik vége 703 mm átmérőjű. Hasonló övdarabok — amelyek tehát voltaképpen egy-egy



258. ábra. A pontos szabás. (A 257. ábrához)

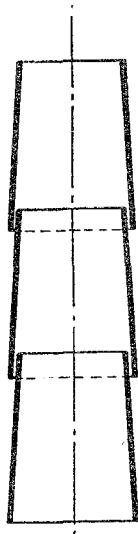
nagyon hegyes csonka kúp palástjai – előfordulnak ilyen „enyhén kúpos” övekből szegecselt lemezhengereken is (259. ábra).

Szerkesztés:

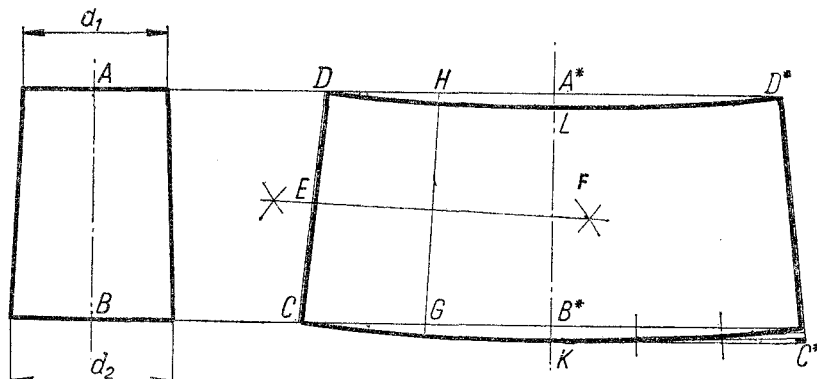
A kúp csúcsa messze kiesik a rendelkezésünkre álló rajzterületből. Felrajzoljuk egyenes trapézként az övdarab megközelítő szabását: az $\overline{AB} = \overline{A^*B^*}$ hosszúságú szimmetriatengelytől jobbra-balra felmérjük a kiszámított körkerületek felét: $\overline{DA^*}$ a kisebbik, $\overline{CB^*}$ a nagyobbik kör kerületének a fele (260. ábra).

Megszerkesztjük a félkerületek két felező pontját: H, G ; összekötő vonalukat merőlegesen elfelezzük, kapjuk az E és az F pontot. Körzöbe vesszük a \overline{CE} távolságot, és F -ből rámerjük a középvonalra: K . Szintúgy az ED távolságot is: L .

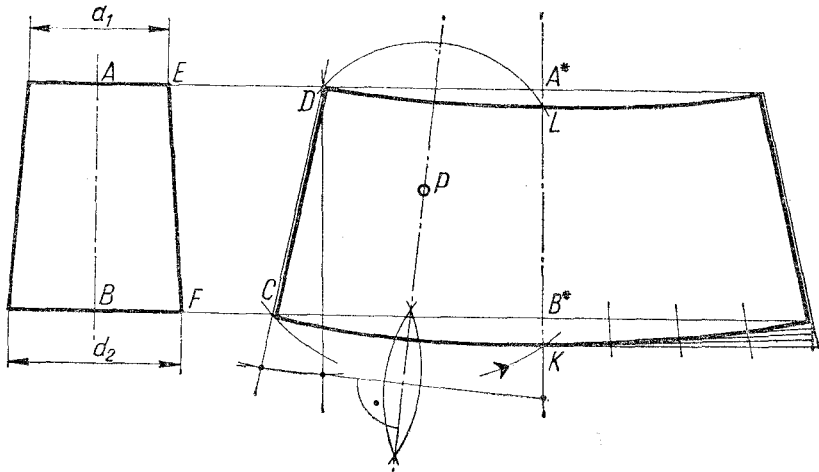
A D, L, D^* pontokon át, valamint a C, K, C^* pontokon



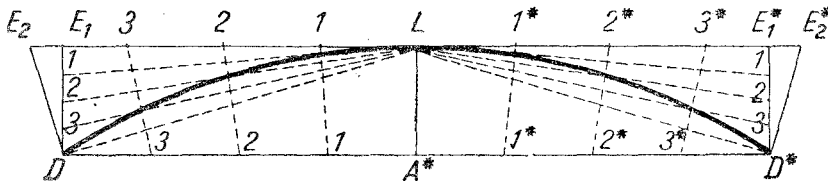
259. ábra. „Hengeres” köpeny
enyhén kúpos övekből



260. ábra. Enyhén kúpos övdarab megközelítő szabása



261. ábra. Enyhén kúpos övdarab pontosabb megközelítő szabása



262. ábra. Elérhetetlen középi körív pontjai. (Adva D, A, D)

át az alább elmagyarázott 262. ábra szerint húzzuk meg a körívet. A görbékre elég sűrű beosztással rámérjük a *kiszámított* kerületeket és ezáltal DC és a D^*C^* felhasítási alkotó az ívhossz és húr hossz különbsége miatt egy árnyalattal beljebb kerül.

Fontosabb szerkesztés:

A HG vonalat nem a megközelítő trapéz párhuzamos oldalainak negyedelő pontjain (260. ábra: H, G) át húzzuk, hanem megszerkesztjük a CD trapézoldal és az A^*B^* középvonal valódi *szögfelezőjét*, pl. a 32. ábra szerint.

Ha a szögfelező *bármely* pontjába (pl. 261. ábra: P) besúrjuk a körzőt és átkörözzük a trapézoldal végpontjait, a C -t és a D -t az A^*B^* középvonalra, sokkal pontosabban kapjuk meg a K és az L pontot. Ez a szerkesztés tehát *tompább* szögű csonkakúp-öv kiszabására is használható, csakhogy olyankor mégfontosabb az *ívhosszúság kiigazítása*, sőt esetleg a $CD = LK$ távolságot is ki kell igazítanunk, mert ennek nem szabad észrevehetően eltérnie az alkotó valódi hosszától, mely a kúp képhatáralkotóján mérhető le: EF .

Körív pontjainak szerkesztése

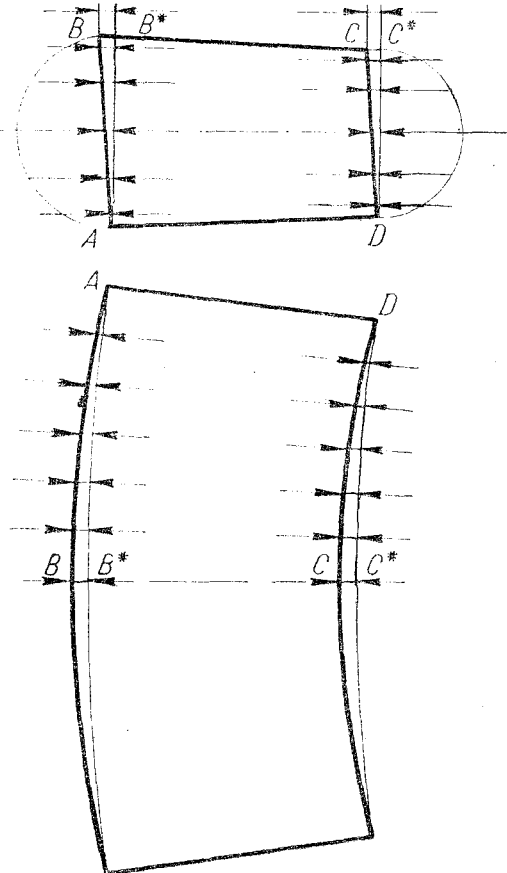
Adva:

a körív három pontja (262. ábra, D, L, D^*) szimmetrikus elrendezésben, azaz $LD = LD^*$; vagy — ami ezzel egyenértékű — két pontja és az egyik pontbeli érintője (ezzel párhuzamos a DD^*) vagy sugáriránya (erre merőlegesen).

Szerkesztés:

Meghúzzuk a DE^* húrt és az L -en keresztül a vele párhuzamos *érintőt*. A D és a D^* pontban két-két merőlegest rajzolunk: Az egyik a legutóbb meghúzott *érintőre*

merőleges és adja az E_1 és az E_1^* pontot, a másik az LD , ill. az LD^* egyenesre merőleges és az érintőt az E_2 , ill. E_2^* pontban metszi. Most beosztjuk egyenlő sok részre az A^*D , A^*D^* és az LE_2 , LE_2^* távolságokat, és az egyforma

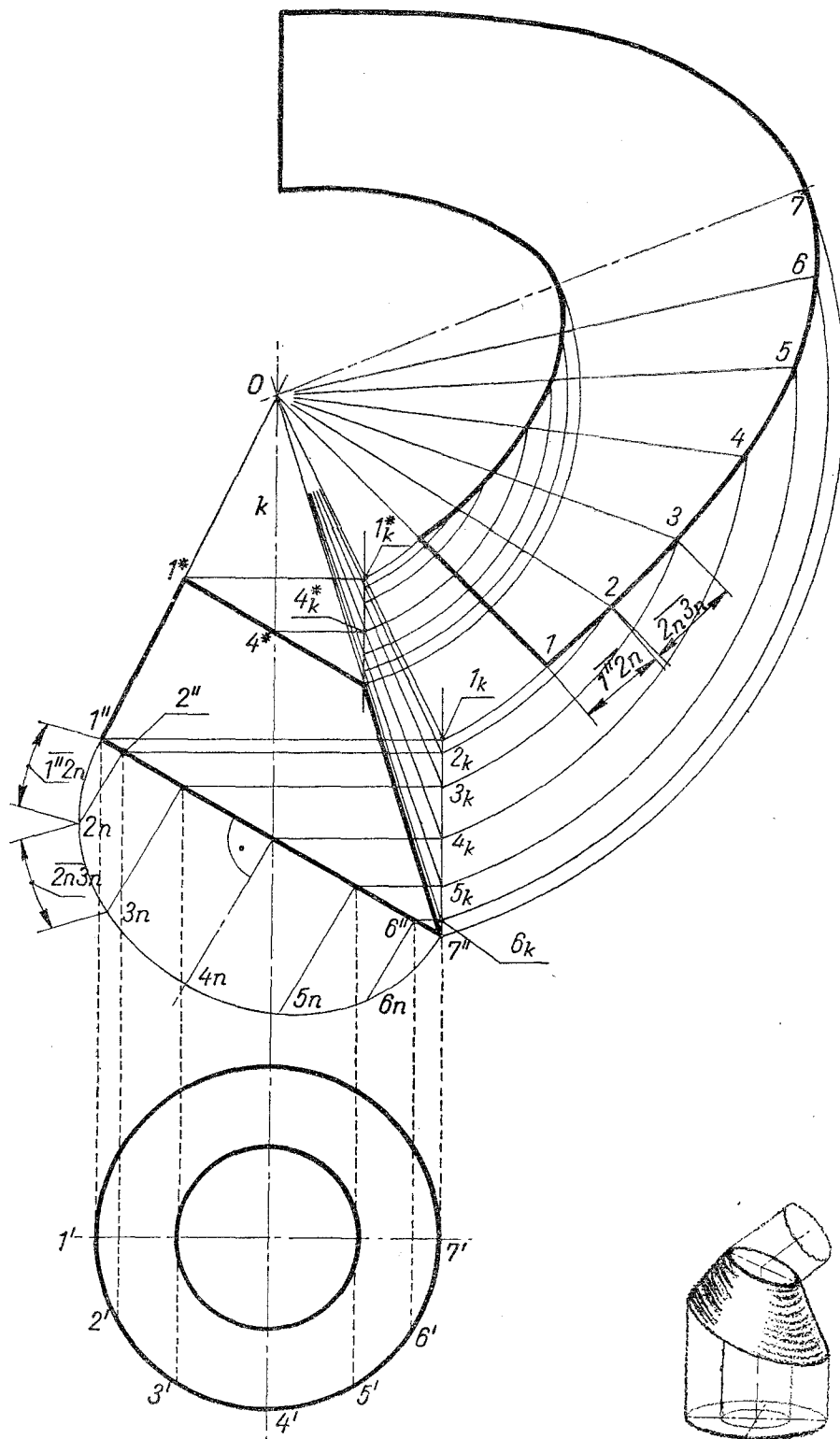


263. ábra. Nagyon hegyes kúp kissé ferde síkmetszete

számú pontokat összekötjük egymással. Azután megint ugyanannyi részre osztjuk a $\overline{DE_1}$ és a $\overline{D^*E_1^*}$ távolságokat is, ezeket az L ponttal kötjük össze. Ha a húr és az érintő osztópontjait középtől kifelé számoztuk, az érintőre merőleges távolságok osztópontjait pedig felülről lefelé, akkor az egyforma számú összekötővonalak metszéspontjai a keresett körön fekszenek.

Ferdén elvágott enyhén kúpos idom szabása

Az $ABCD$ képhatárú idomot átalakítjuk két képzeletbeli harántmetszettel egyenes körkúppá (képhatára AB^* , C^*D), és ezt az előző szerkesztések (260., 261. ábra) valamelyikével szabjuk ki. Az eltérést a nyilakkal határolt távolságok hozzáadásával, illetőleg levonásával vesszük figyelembe (263. ábra).



264. ábra. Ferde kúpöv, kör felülnézeti ellipszisek között. (Két nézet és a palást szabása)

265. ábra. A különös kúpöv szerepe. (264. ábra)

Egy különös ferde csonka kúp

Elemzés:

A különös az benne, hogy az alaplapját és a csonkítólapját a *förlülnezetben* körök ábrázolják (264. ábra). E lapok síkja egymással párhuzamos, de a kúp középvonalára nem merőleges. A harántmetszete eszerint nem lehet kör, a kúp tehát *nem forgási*, hanem *csakugyan* ferde kúp.

Ez a ferde kúp egy hengeres lemeztet ferde nyakának átmeneti szűkítő idoma (265. ábra). Nyilvánvaló, hogy azok a ferde síkidomok, amelyeknek a *förlülnezete kör*, a körre illő *forgási hengernek* ferde síkmetszetei, tehát a valódi alakjuk *ellipszis*.

Az alaplap megszerkesztése:

A szabására ugyan nincsen szükségünk, mert az átmeneti kúpot a hengeres köpenyhez fogjuk hozzáhegeszteni, azonban a kúpos köpeny szabását most csak az alapél ívhosszaival határozhatjuk meg. Ehhez kell az alapél valódi alakja.

Könnyen megállapíthatjuk ennek az ellipszisnek a kis- és nagytengeletét is, de megszerkeszthetjük a 99. ábra szerinti befördítással is.

Beosztottuk a förlülnezetet egyenlő részekre, és rendezővonalakkal meghatároztuk az $1' \dots 7'$ osztópontok elülnézetét: $1'' \dots 7''$. Az osztópontoknak az ellipszis nagytengeletétől való távolságát a förlülnezetben valódi nagyságban látjuk, mert ott a *rendező*k az ellipszis síkjának *síntvonalai*. Körzöbe vesszük és átmérjük a befördítási körök vonalaira, amelyek az osztópontok elülnézetén át a kúp alapját ábrázoló ferde egyenesre merőlegesek. Így kapjuk a $2_n \dots 6_n$ ellipszispontokat (ahol az n mutatóbetű a nagytengelet körül való befördítésre utal).

A köpeny szabása:

Mivel ez a kúp nem forgási kúp, az alkotók valódi hosszát nem kapjuk meg olyan egyszerűen a képhatáralkotókon, mint eddig. Nagyon egyszerűsíti azonban ebben az esetben a rajz síkjával párhuzamosra fordításukat az, hogy a végpontjuk egy *forgási henger* felületére esik. Elfördített helyzetben tehát minden kúpalkotó ennek a forgási hengernek a képhatáralkotóján végződik. Hasonlóképpen a csonkító síkkal való metszéspontjuk is a förlülnezet által meghatározott kisebb henger képhatáralkotójáig fordul el. Az elfördítési köröket a kúp középvonalára merőleges egyenesek ábrázolják, és szolgáltatják az $1_k \dots 6_k$ és az $1_k^* \dots 6_k^*$ pontokat. (A k mutatóbetű itt a *középvonal* körüli lefordításra utal.)

(Az 1 -es pont az $1''7''$ tengely körüli befördítés alatt, a 7 -es pont a befördítés és a k körüli elfördítés alatt, a 7^* pont pedig csak az elfördítés alatt, *helyben marad*.)

A köpeny szabását az $O7$ alkotó felmérésével (az O körüli legnagyobb segédkör meghúzásával) kezdhetjük, mert ez a szabás szimmetriatengelye, a többi pontot ettől jobbra-balra azonos körzónyílásokkal kapjuk meg. Az $O6_k$ sugárral húzott körívet a befördítésből lement $7''6_n$ sugarú körrel metsszük el, ennek közepe a 7 -es pont szabása. Az alapél szabásának többi pontját is ugyanígy ponttól pontig haladva kapjuk meg, mindig a ponthoz tartozó alkotó és az előző ponttól mért távolság felrakásával.

A csonkító él szabásához már csak az alkotóhosszak kellenek ($O1^* \dots O7^*$), mert az alapél pontjaihoz meghúztuk a szabásban az alkotók vonalát.

Tanácsos ezt a szerkesztést másodízben az $O1$ alkotóval

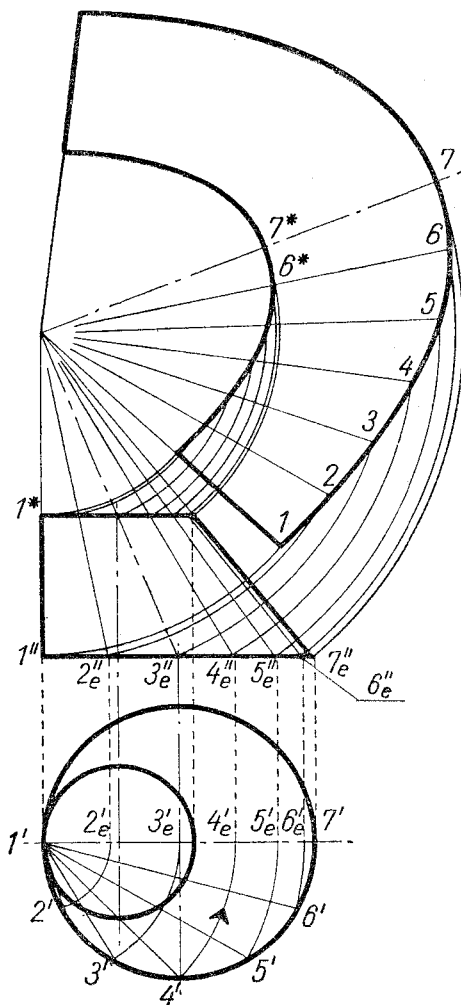
kezdeni, ha nagyon nagy az eltérés, akkor az $O4$ -től kiindulva is megismételni és végül olyan közepes helyzetű vonalat választani a szabás vonalául, amelyben még azt is figyelembe vesszük, hogy melyik kiindulással szerkesztettünk a legpontosabban. Az ilyen pontról pontra végzett szerkesztések *szórása* ugyanis a hibák összegeződése miatt igen nagy. Éppen ezért bizonyos határon túl a *beosztás sűrítése sem fokozza a pontosságot*. Fontos, hogy egy és ugyanazon szabás különböző sűrűségű és különböző kiindulási megszerkesztésével erről magunk győződjünk meg, csak így szerezhetünk tiszta fogalmat munkánk megbízhatóságáról.

Csonka kúp szabása közös végpontú alkotóméréssel és váltakozó csúcsú háromszögméréssel

A váltakozó csúcsú háromszögmérés — melyet a gúlák kiterítése során ismertünk meg (208. stb. ábrák) — jó megközelítést ad, ha pl. egy kúp csúcsa nem fér ki a rajzlemezen.

Elemzés:

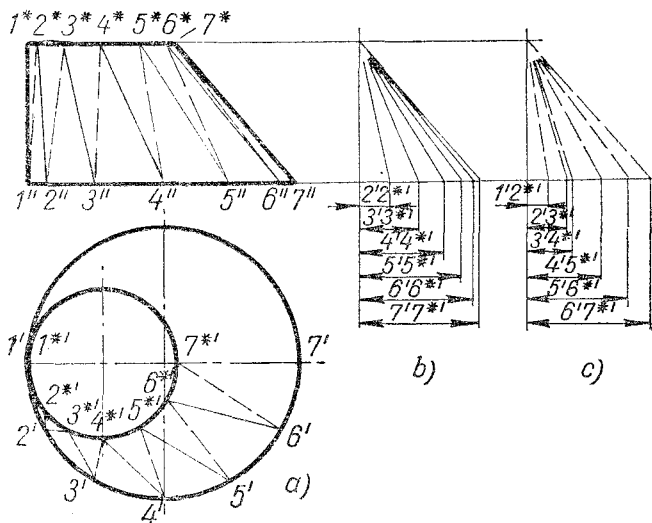
Az itt adott ferde körkúp (266. ábra) alapja és csonkítólapja valóságos kör (mert a förlülnezet síkjával párhuzamos), és így a szerkesztésnek az a munkája, amelyet az előbb az alaplap befördítése kívánt meg, itt elmarad.



266. ábra. Ferde csonka kúp és palástjának szabása. (Az elülnézet „alkotói” nem a kúpfelületen, hanem már a szimmetriasíkjában vannak, valódi nagyságban)

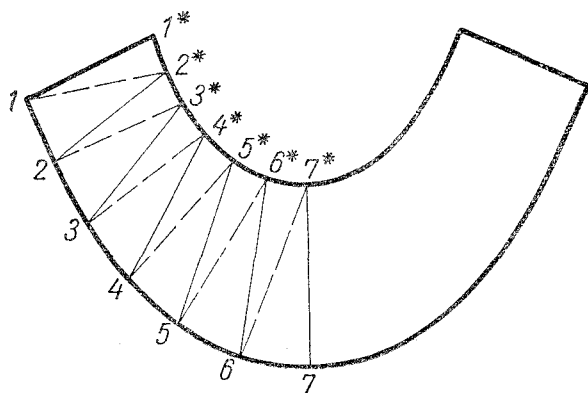
Alkotóméréskor külön-külön kell azonban minden alkotót az elülnézet síkjával párhuzamosra fordítani.

A váltakozó csúcsú háromszögmérés görbe felületen csak megközelítő eljárás, mert hiszen az alsó és felső egyenletes beosztás között húzott szaggatott vonalak a valóságban nem a felületen vannak, hanem a belsejében: a felület húrjai. Tulajdonképpen tehát *prizmatoiddal* (208 ~ 224. ábraszorozat) közelítjük meg a görbe felületet. Mindamellet, ha elég gondosan dolgozunk, ennek a szerkesztésnek a szórása sem lesz nagyobb, mint az alkotóméretetől.



267. ábra. a) Ugyanaz a ferde csonka kúp (266. ábra) háromszögméréshez beosztva. b) Az alkotók elfordítása. c) A hurok elfordítása

Vigyázni kell, hogy az osztópontok két képét (föül- és elülnézetét) pontosan összerendezzük. A valódi hosszát minden egyes háromszög-vonalnak külön-külön kell meghatározni, és vigyázni kell, hogy a számozás között el ne tévedjünk (267. és 268. ábra). Egyébként, ha a gúlánál



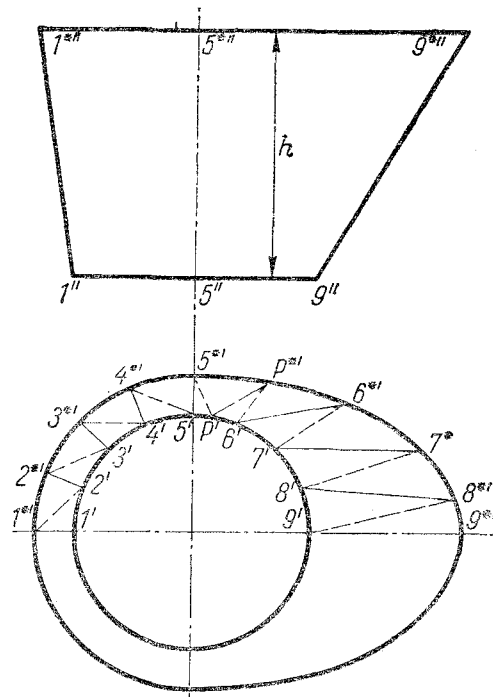
268. ábra. A háromszögméréssel szerkesztett palást-szabás. (A 267. ábrához)

ezt a szerkesztést jól megértettük és begyakoroltuk, a görbe felületeknél való alkalmazása gondot nem okozhat.

Egy mérlegtányér szabása

Elemzés:

Az adott felület (269. ábra) nem lehet kúp, mert két párhuzamos síkmetszete van megadva és ezek egymásnak nem arányos másai (*mértanilag* nem „*hasonlók*”): az



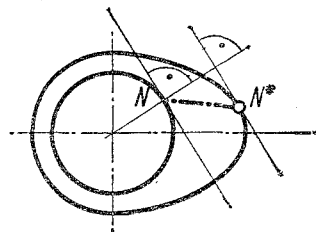
269. ábra. Kúp-e?

egyik kör, a másik tojás alakú, vonal. Rendszerint mégis összeköthetjük az ilyen vonalakat kiteríthető felületekkel, bár néha érhetnek olyan meglepetések, mint a 216. és a 217. ábránál, vagyis, hogy a feladatnak több megoldása van.

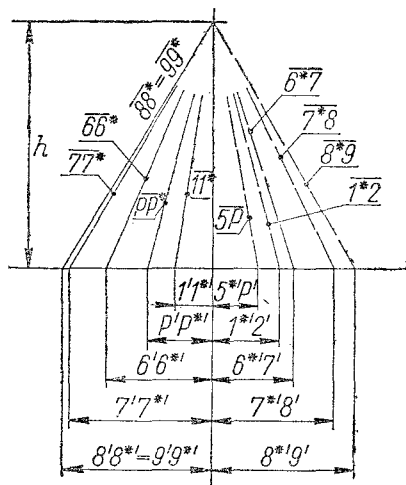
Gondosabb elemzéssel észrevehetjük, hogy az adott lemezidom bal fele mégis kúpfelület, mégpedig egyenes kúp, mert hiszen a fölülnézetben egyközepű félkörök ábrázolják a párhuzamos síkú élét. A jobb fele azonban semmiképpen sem kúp, csak a kúpra (kónuszra) emlékeztető szűkülő felület.

A kiteríthető felület alkotói:

A kiteríthető felületet az jellemzi, hogy minden érintő-síkja nemcsak egy pontban, hanem egy egyenes vonal mentén véges-végig érinti. Az ilyen egyenes a kiteríthető felület alkotója. Ha a kiteríthető felületet két párhuzamos síkú görbe vonal határozza meg, akkor egy-egy alkotóját úgy kaphatjuk meg, hogy az egyik görbén felvett pont érintőjével párhuzamos érintőt illesztünk a másik görbéhez is, és az érintési pontokat összekötjük (270. ábra). Az érintési pontot néha csak becsléssel határozhatjuk meg, de még akkor is pontosabb az ilyen „alkotós” szerkesztés, mint ha gépiesen egyenlő részekre osztanók a szabálytalan alakú vezérgörbét. A 270–272. ábrákon az alkotókat folytonos vonallal, a tulajdonképpen nem felületi átlóvonalakat, hanem hurokat pedig szaggatott vonallal jelöltük. A P és a P^* pont utólagos pótlás az 5^* , 6^* nagy távolsága miatt.



270. ábra. Párhuzamos síkú vezérgörbéken párhuzamos érintők határozzák meg a kiteríthető felület alkotóját. (A 269. ábrához)



271. ábra. A 269. ábra szerinti idom alkotóinak (baloldalt) és húrjainak (jobbaldalt) valódi hossza. (Az 1...5 alkotók egyenlők, szintúgy a húrok is, mert az a szakasz forgási kúp)

A váltakozó csúcsú háromszögmérés gyakorlása ferde körkúpon

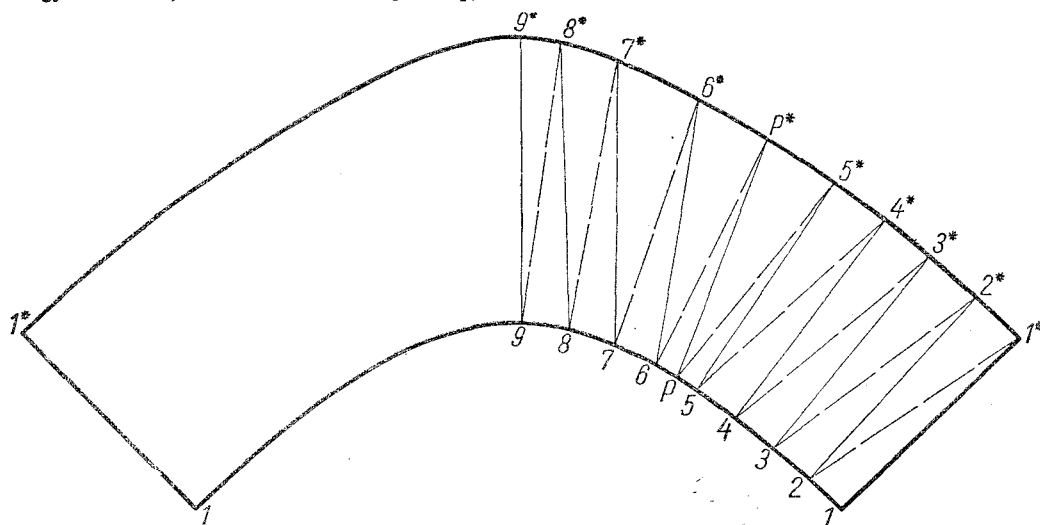
Elemzés:

A 264. ábra egy egészen különös ferde körkúpot ábrázolt. A 266. ábra ferde körkúpjának is volt egy különlegessége: az 1-es számú alkotója a fölülnézet síkjára merőlegesen állt. A 273. ábra végre egy egészen közönséges ferde körkúpot ábrázol.

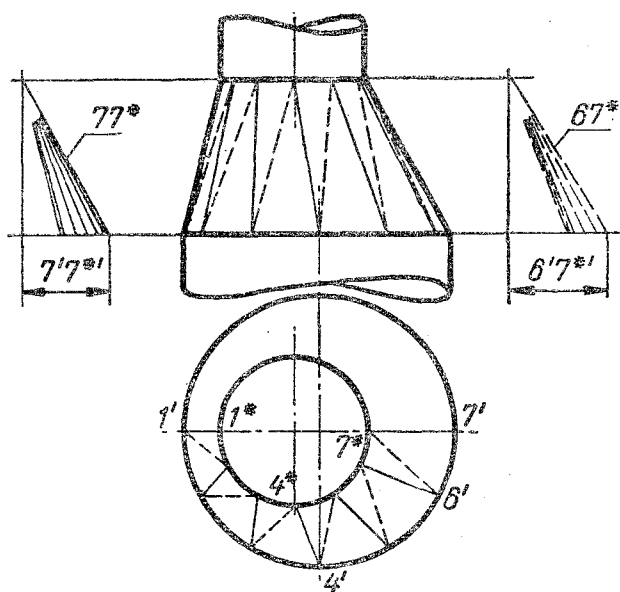
Szabásszerkesztés:

A 274. ábrán váltakozó csúcsú háromszögméréssel a 208. stb. ábra szerint.

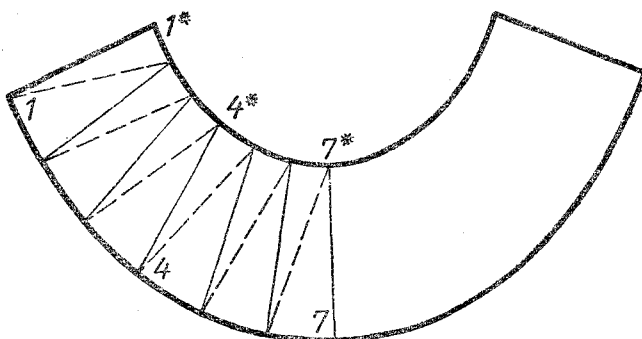
Ellenőrzésül alkotóméréssel (a kúp csúcsával közös csúcsú háromszögméréssel, a 247., 264. és 266. ábra szerint) is szerkesztjük meg ugyanezt a szabást, hogy háromszögmérés szerkesztésünk pontosságáról tiszta képet nyerjünk. (Az alkotómérés a pontosabb.)



272. ábra. Váltakozó csúcsú háromszögméréssel szerkesztett szabás a 269. ábrához. (Az 1 5 és az 1*5* ívek körívek, egyben a háromszögmérés pontosságának ellenőrzésére is alkalmasak)



273. ábra. Ferde körkúp-öv beosztása váltakozó csúcsú háromszögméréskor és az elfordítási segédábrák

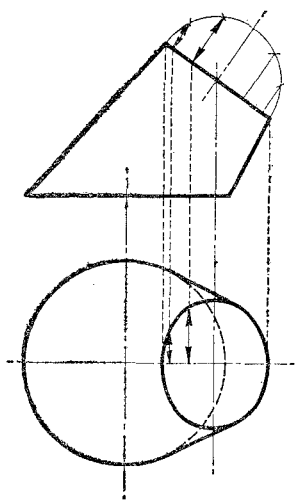


274. ábra. Ferde kúp-öv szabása. (A 273. ábrához)

Átmenet nem párhuzamos síkú körök között

Elemzés:

Nevezhetjük-e kúpnak a nem párhuzamos síkú körök által meghatározott kiteríthető felületet? (275. ábra.) Ha valamennyi alkotója nem metsződik egy pontban (277. ábra), a felület nem kúp, hanem csak két kör összekötő kiteríthető felülete.

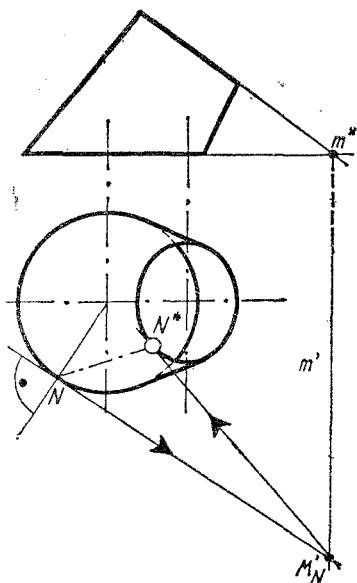


275. ábra. Két kör kiteríthető felülete

Alkotószerkesztés:

A két adott kör egyikét beoszthatjuk szokás szerint egyenletesen, a másik kör beosztását azonban úgy kell fölvennünk, hogy az osztópontok a már beosztott kör osztópontjain átmenő alkotókon feküdjenek. Osszuk be pl. a fölülnézetben körnek látszó alapélt egyenlő részekre. A ferde síkú felső élt itt ellipszis ábrázolja (megszerkesztése már nem okoz gondot, 139., 141. stb. ábra), de most ehhez nem úgy kapjuk meg az alapkör érintőjével egy síkban fekvő érintőket, hogy egyszerűen párhuzamoszt húzzunk velük (mint a 270. ábrán), hanem a következő módon:

A kiteríthető felület *érintősíkjá* metszi az alaplap síkját is, meg a fedőlap síkját is. Ez a két metszésvonal egymást is metszi, mégpedig az alaplap és a fedőlap síkjának a metszésvonalában (214. ábra). Mivel mind a két sík az *elül nézetben* merőleges a rajz síkjára, ott a metszésvonaluk is merőleges rá, és egyszerűen megkapható a síkokat ábrázoló egyenesek meghosszabbítása által, azok metszéspontjában: *m''* (276. ábra). A két sík metszésvonalának fölülnézete az ezen a ponton átmenő rendezővonal. Jó hosszú darabjára lesz szükségünk, mely átnyúlhat az elül-



276. ábra. Hol az alkotó? A felület érintősíkjaiban! A síkmet-szet érintője az érintősík síkmetszete. (A 275. ábrához)

nézet területére is. *(De ott is fölülnézet marad, gyakorlott rajzoló az ilyen egymásbarajzolás már nem zavarhatja.)*

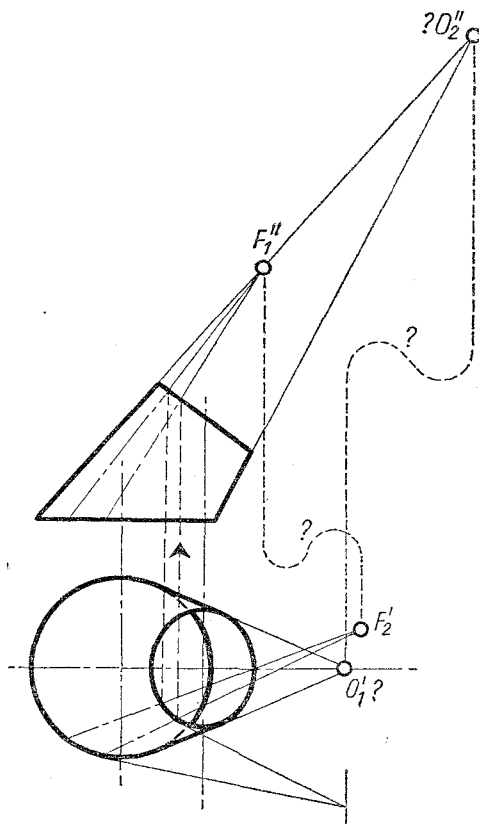
Az alapkör minden osztópontjához meghúzzuk az érintőt — a pontjához tartozó sugárra merőlegesen — egészen addig, amíg az m' vonalat nem metszi: $M_1 \dots M_6$ (278. ábra). Az M ponton át érintőt fektetünk a felső él ellipsziséhez, és becsléssel kijelöljük az érintési pontot: $I^* \dots 7^*$. (Van ugyan mértani szerkesztés arra is, hogy az adott pontból az ellipszishez húzott érintő érintési pontját hogyan határozzuk meg, de nem érdemes vele az időt tölteni, mert nem fokozza számottevően a szabáyszerkesztés pontosságát.) Az I -es és 7 -es pont érintője az m vonallal párhuzamos, tehát az ezeknek megfelelő ellipszis-érintők is párhuzamosak lesznek az m' vonallal (a hozzájuk tartozó M pont „a végtelenben” van).

Rendezővonalakkal megkapjuk az ellipszis beosztásának az elülnézetét és az elülnézetben a rajz síkjával *párhuzamosra befordított* körön a szabáshoz szükséges *ív-hosszakat* (amelyeket, ha elég sűrű a beosztás, a húrjakkal helyettesítünk).

Csúcskeresés:

A csúcs a szabásszerkesztést gyorsítaná és pontosságát növelné... Bizonyosodjunk meg róla, hogy *csakugyan nincs-e* (277. ábra).

Meghosszabbítjuk néhány alkotó fölülnézetét és elülnézetét addig, amíg metsződnek. Megfigyelhetjük, hogy egyrészt egy-egy nézet alkotói nem metsződnek egy pontban, másrészt ugyanazon két-két alkotó látszólagos metszéspontjai nem esnek egy és ugyanarra a rendezővonalra, tehát nem is metszéspontok, csak fedőpontok. Az alkotók *kitérők*, a felületnek nincsen csúcsa, tehát nem kúp. (Éppen ezért a fölülnézetben a kör és az ellipszis között nincsen meg az az érdekes síkmértani összefüggés, melyet az ábrá-



277. ábra. Van-e csúcsa? (A 275. ábrához)

zó mértan *centrális kollineációnak* nevez, s amely a kúp síkmetszetének megszerkesztését lényegesen megkönnyítheti. Általában a mértani ismeretekben való elmélyedés még sok segítséget nyújthat gyakorlati munkánkban! Lásd még pl. a negyedik fejezet bevezetőjét a kiteríthető csavarfelületet, stb.)

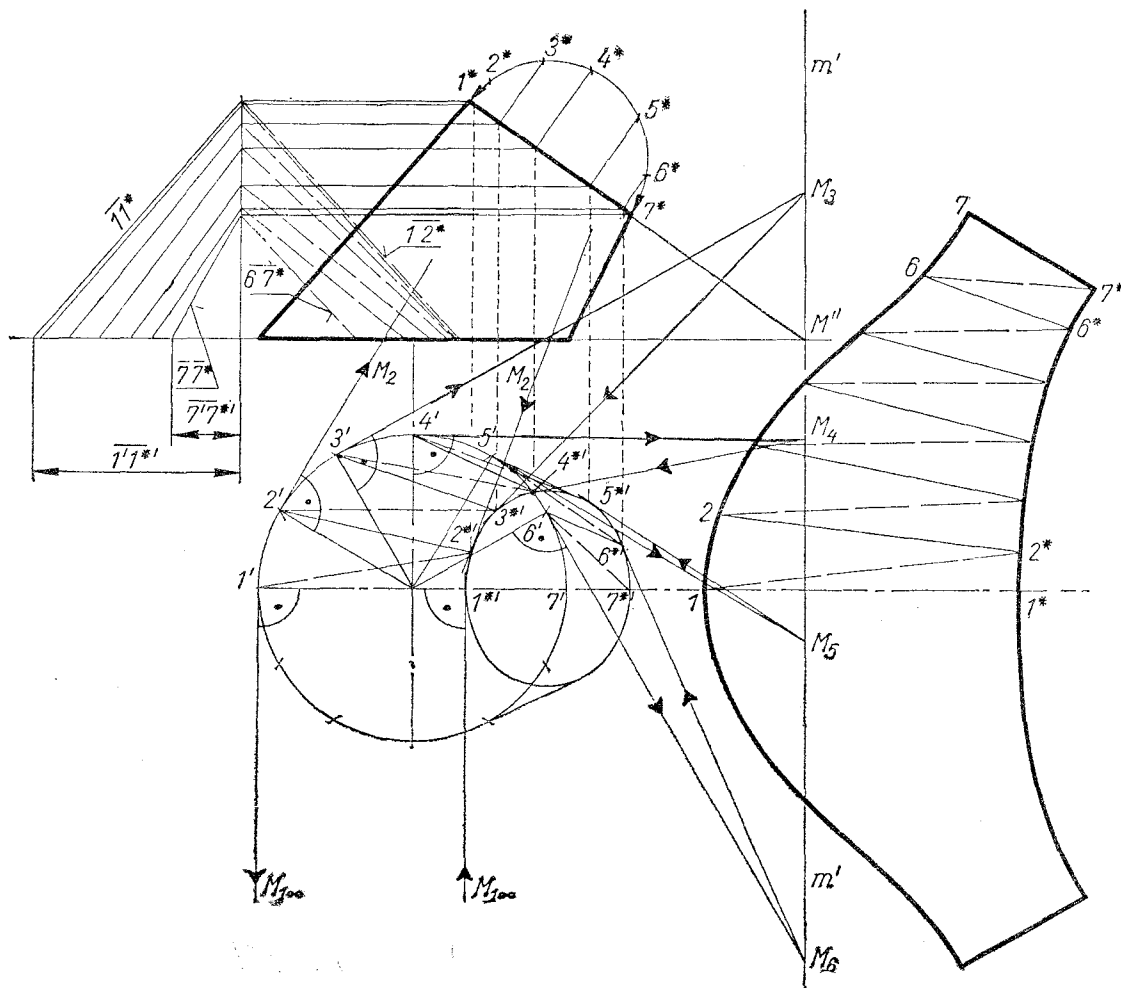
Szabácsszerkesztés:

A szaggatott vonallal jelzett hurokat is megrajzoljuk, s azután váltakozó csúcsú háromszögméréssel dolgozunk (278. ábra).

zetésére nem használhatjuk.) Viszont az $5'''T_1T_2$ síkidom szabását az oldalnézet már valódi alakjában ábrázolja.

Alkotószерkesztés:

A két vezérgörbe síkjának metszésvonalát itt is könnyen megtalálhatjuk: mivel mind a két sík az *elülnézetben* merőleges a rajz síkjára, metszésvonalukat itt egyetlen pont, az 5-ös pont ábrázolja, hiszen ott a metszésvonal is merőleges a rajz síkjára. Megint az alapkört osztottuk be egyenlő részekre a fölülnézetben, ugyanitt a vezérgörbék síkjának a metszésvonalát az m' ábrázolja. Ezen kapjuk



278. ábra. Két kör kiteríthető felületének (275. ábra) szabása

Ügyelni kell a most nem egyenletesen beosztott *felső kör* beosztásainak helyes sorrendű felrakására is. Az osztások *valódi ívhossza* a befordított körön van meg.

Átmenet merőleges síkú körök között

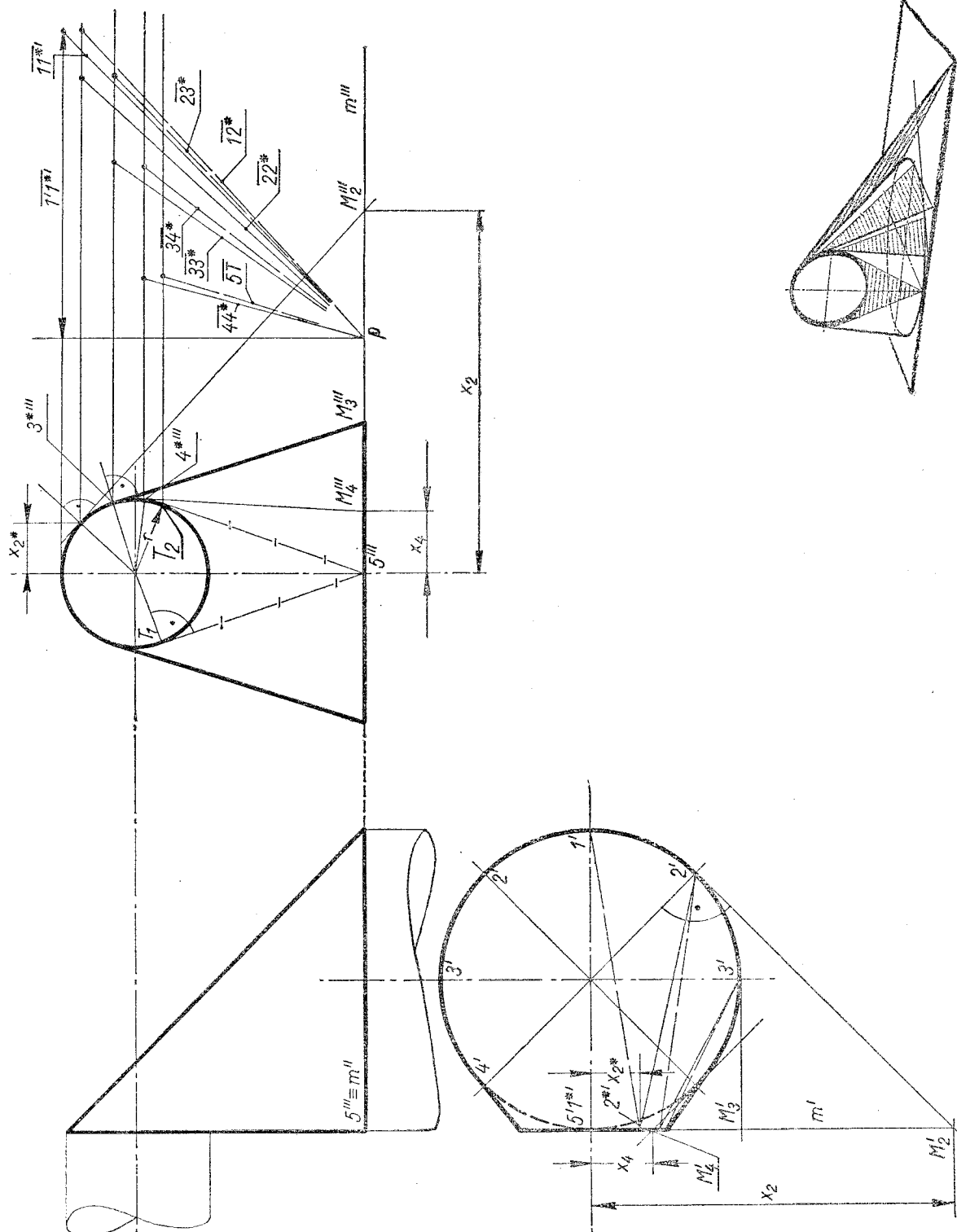
Elemzés:

Érdekes különlegességük az adott vezérköröknek az, hogy a kisebbik körnek a síkja nemcsak merőleges a nagyobbikéra, hanem a nagyobbik kört éppen érinti is az 5-ös pontban (279. és 280. ábra). Ebből a pontból tehát rögtön meghúzhatjuk az érintőket — az adott oldalnézetben — a kisebbik körhöz. A köpenynek ez a darabja *sík felület*. (Az ilyen időmdarabot nagyobb nyomású közeg ve-

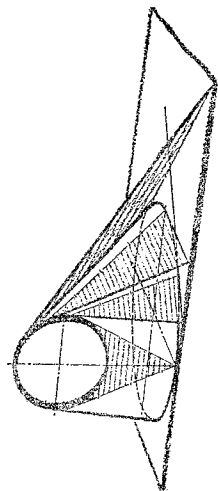
meg az osztópontokhoz tartozó érintőknek az m' -vel való metszéspontját: $M_2 \dots M_4$. Nem tudunk azonban a fölülnézetben érintőt húzni a függélyes síkú vezérgörbéhez. Nézetváltással, az $x_2 \dots x_4$ távolságok átmérésével megszerkesztjük az M pontok oldalnézetét és innen húzunk érintőket a kisebbik vezérkörhöz. Az a véletlen, hogy az alapkör 3-as pontjához tartozó érintő az oldalnézetben éppen képhatár-szerepet is visz, a gyakorlott szerkesztőt már nem zavarja meg. Körről lévén szó, az érintési pontot nem kell becsülnünk, hanem könnyen megszerkesztethetjük a középpontból az érintőre bocsátott merőlegessel.

Szabácsszerkesztés:

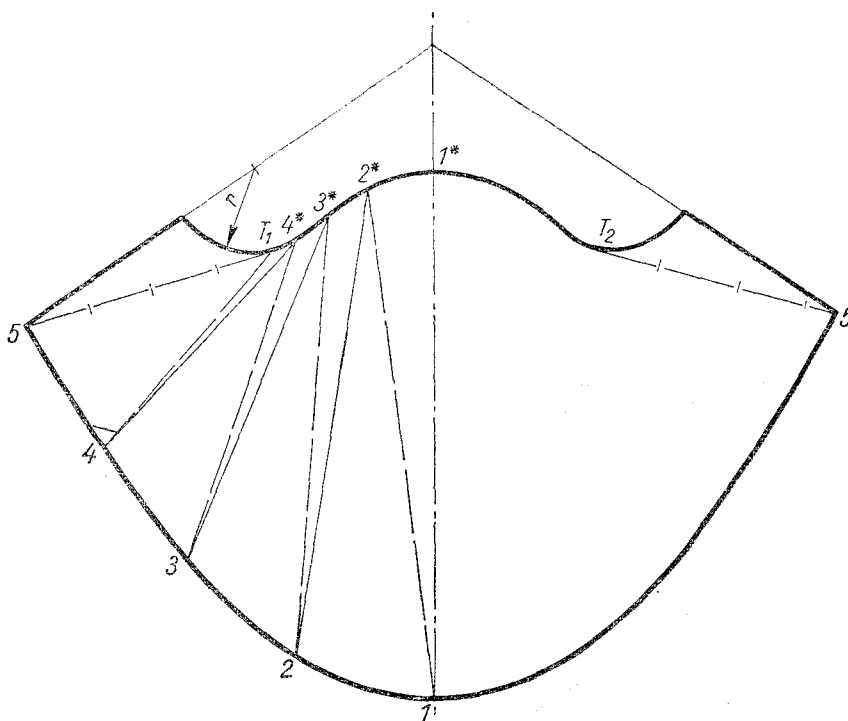
a háromszögmérés megszokott módján (281. ábra). Tekintve, hogy a köpeny valamennyi alkotója és húrja az



279. ábra. Merőleges síkú körök kiteríthető felülete. (Három vetület és az elfordítási segédábra)



280. ábra. A vezérgörbék síkjának metszésvonala (m) és néhány érintősfk. (A 279. ábrához)



281. ábra. A merőleges síkú kör kiteríthető felületének (279. ábra) szabása

alapsíkig tart, valódi nagyságuk megszerkesztését elrendezhetjük úgy, hogy minden befordított vonaluk a közös P pontból induljon ki, és a *förlülnézetből* lemerendő vízszintes síkú vetületeket az oldalnézetből rendezőszerűen húzott vízszintes vonalakra mérhetjük rá. Ehhez természetesen előbb meg kell szerkeszteni az alkotók és hurok förlülnézetét a csillagos végpontjuk förlülnézetének megszerkesztésével, vagyis most az oldalnézetből vett x_2^* stb. távolságoknak a förlülnézetbe való átméretezésével.

Itt is ügyelni kell, hogy a nem egyenletesen beosztott vezérkör ívhosszait (húrait) mindig a megfelelő háromszög-oldalak közé mérjük fel.

Megjegyzés:

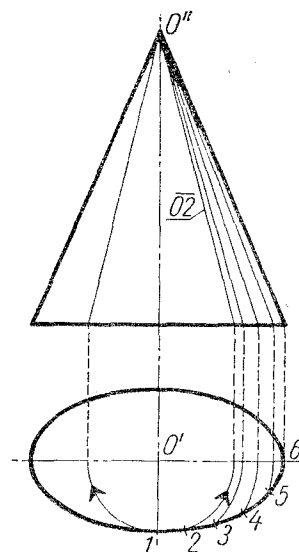
Természetes, hogy a valóságban sűrűbb beosztást alkalmazunk, mint ezen a magyarázó ábrán; az osztópontok számának túlzott szaporítása azonban egy bizonyos — egyéni — határon túl nem fokozza a szerkesztés pontosságát.

Elliptikus kúp

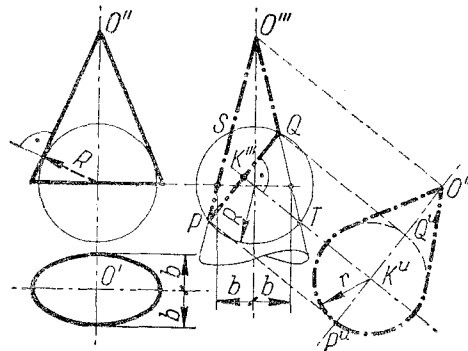
Elemzés:

A förlülnézete (282a ábra) ellipszis, a csúcsa fedésben van az ellipszis középpontjával, az ezeket összekötő függőleges középvonal tehát merőleges az adott ellipszis síkjára. Nagyon érdekes, hogy az ilyen kúp *ferde* síkmetszetei is *ellipszisek*, sőt bizonyos ferdeségű síkok metszésvonala pontos *kör*! Vagyis minden ellipszis-vezérgörbéjű kúp tulajdonképpen *ferde körkúp*, éppúgy, mint ahogy az ellipszisszelvényű henger *ferde körhenger* (115. és 167. ábra).

Elliptikus egyenes kúp egy vezérkört olyan gömb segítségével kaphatjuk meg, amely érinti a *nagyfokú*-*végponti alkotókat* és *középpontja* rajta van a kúp középvonalán (282b ábra, elülnézet, R). Ennek a gömbnek a kúp-



282a ábra. Elliptikus kúp két vetülete. (Az alkotók elfordított helyzetben, a középsíkban vannak, éppúgy mint a 266. ábrán)

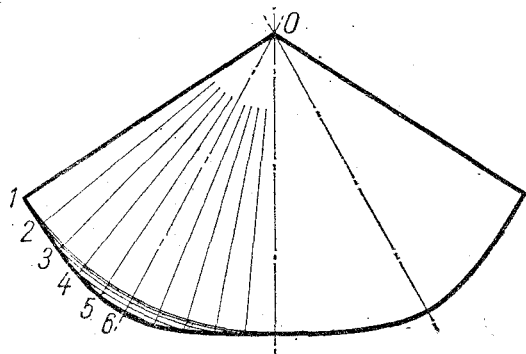


282b ábra. Milyen állású síkok metszik éppen körben az elliptikus kúpot?

felülettel való metszésvonala a keresett kör. A nagytengely-irányú vetületben (282b ábra, oldalnézet) a képhatáralkotóknak és a gömb képhatárának metszéspontjai P, Q , ill. S, T a keresett kör átmérőjének végpontjai; síkja itt a rajz síkjára merőleges. (Az ST kört nem rajzoltuk meg, síkja ugyanolyan ferdén metszi a kúpot, mint a PQ sík). Az így kapott síkokkal párhuzamos minden síknak pontos kör a kúppal való metszésvonala. Nézetváltással megszerkesztettük a kapott ferde körkúpnak egy olyan „új” képét is, mely a vezérkört valódi alakban ábrázolja.

Szabásszerkesztés:

Az alkotók valódi hosszának megállapításához külön-külön kell őket az elülnézet síkjaival párhuzamosra fordítani (282a ábra). Ezt a szerkesztést belerajzoltuk a kúp adott két vetületébe. Az ellipszis területét — ill. a kétszeres szimmetria miatt ennek csak egy negyedrészt — próbálgatással osztottuk be egyenlő részekre.



283. ábra. Az elliptikus kúp (282. ábra) palástjának szabása

A szabás (283. ábra) megrajzolását a legrövidebbik, az 1-es alkotó felrakásával kezdtük, a 2-es pont szabását az 1-es körül írt $I_1, 2$ sugarú és az O csúcs körül a 2-es alkotó valódi hosszával írt körívek metszéspontjaként kaptuk, és így tovább.

Átmeneti felület

körszelvény és kosárgörbe-szelvény között

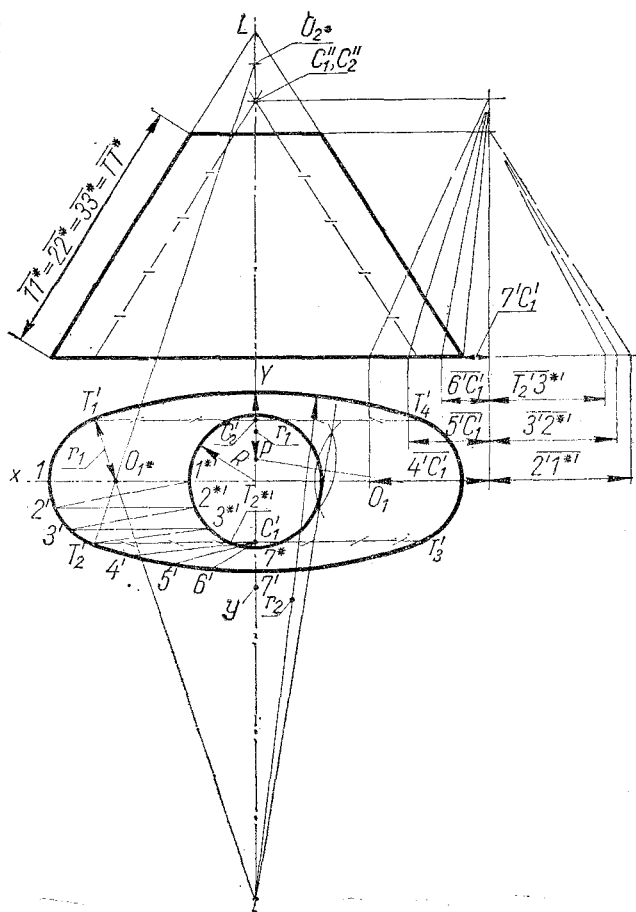
Elemzés:

A körszelvény és a kosárgörbe-szelvény síkja párhuzamos, középpontja pedig a fölülnézetben *fedésben van*, tehát az idom „egyeses”.

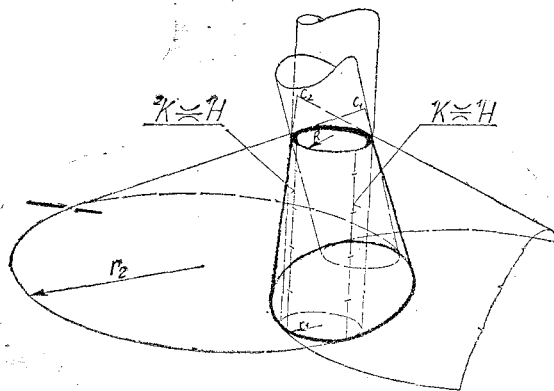
Azt mindjárt látjuk, hogy az alkotók nem metsződnek egy pontban, tehát az idom nem kúp, csak két síkgörbe kiteríthető felülete (284. ábra). De minden kiteríthető felület jól megközelíthető egymást alkotóban érintő kúpgerezdkekkel.

Ha a kosárgörbe kis körének ugyanakkora a sugara, mint az adott körszelvénynek, akkor a T_1 és a T_2 pont között *ferde körhenger* kezdődik (285. ábra) és tart egészen a harántszelvény köréig. A T_2 és T_3 pont közötti körív ebben az esetben a harántszelvény körének megfelelő darabjával együtt, ferde körkúpot határoz meg. Ez az idomdarab tehát a T pontokhoz tartozó alkotók mentén érintkező ferde hengerszalagokból és ferde kúpgerezdkekből tevődik össze.

A T pontokhoz tartozó alkotók fölülnézete párhuzamos a kosárgörbe nagytengelyével; elülnézete pedig párhuzamos a képhatáralkotókkal. Meghosszabbításuk a ferde körkúp C_1, C_2 pontját is megadja. Ha a kosárgörbe kis



284. ábra. Kosárgörbe és kör kiteríthető felülete. (Az alkotó-elfordító segédábra részben rákerült a vetületekre. Gyakorlott szerkesztő az elülnézet középvonalát használja erre, hiszen két-hegyű körzövel dolgozik és az elfordított vonalakat meg se húzza)

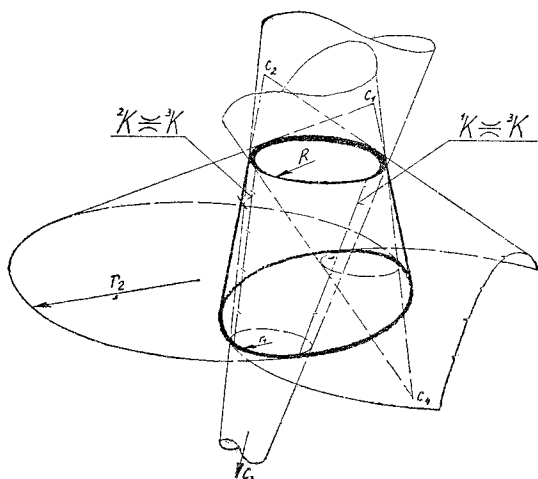


285. ábra. $r_1 = R$. Két ferde henger vonal mentén érint két ferde körkúp. (Közös vezérgörbékük a felső kör)

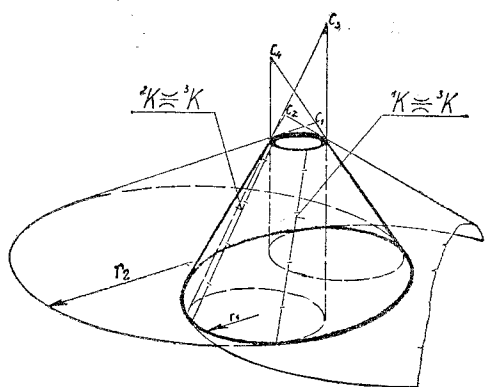
köre kisebb vagy nagyobb a körszelvénynél, a ferde henger helyett is ferde körkúpot találunk (286., 287. ábra).

Az általános kosárgörbe

szerkesztése lényegében *érintő kör* szerkesztése az adott r_1 sugarú, O_1 középpontú körhöz (284. ábra, a fölülnézet jobb felén) úgy, hogy a középpontja rajta legyen egy adott y egyenesen és a kör átmenjen az egyenes egy adott Y pontján. Az Y pontból visszamerjük az r_1 -et, s a kapott Y pontnak O_1 -től való távolságát merőlegesen elfelezzük. A felező merőleges az y -t a keresett kör középpontjában met-



286. ábra. $r_1 < R$. Két lefelé hegyesedő ferde körkúp vonal mentén érint két felfelé álló ferde körkúpot. (Vezérgörbájük ua.)

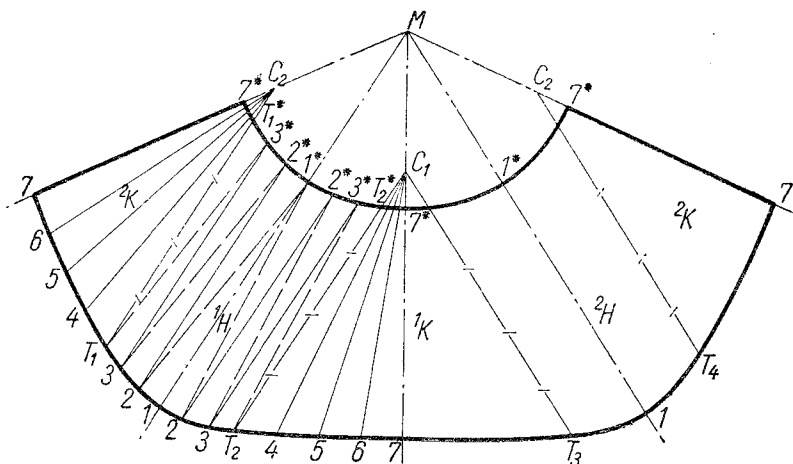


287. ábra. $r_1 > R$. A két hegyesebb körkúp is felfelé mutat. (Vezérgörbájük ua.)

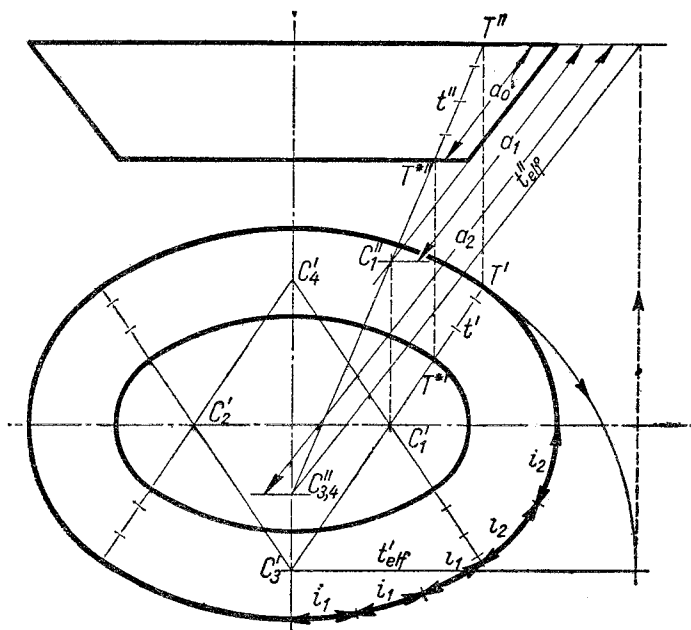
szi: O_2 . Az O_2^* ennek x -re vett tükörképe; az ábrán az elülnézet területére esik, de természetesen a fölülnézetbe tartozik. (Az ellipszist legjobban megközelítő kosárgörbe a 46. ábra.)

Szabásszerkesztés:

A hengerek szabását váltakozó csúcsú háromszögmé-
réssel szerkesztettük meg (288. ábra).



288. ábra. A palást szabása. (A 284. ábrához)



289. ábra. Ha a két párhuzamos síkú vezérgörbe a fölülnézetben egyközű ívekből áll, a *lejtés állandó*, csupa egyenes *körkúp-öv* cikkelye érintkezik egymással

Ellenőrzés: Ha a szerkesztés pontos, valamennyi szabásrész szimmetriatengelye ($I, I^*, 7, 7^*$) egy pontban metsződik (M), de ennek semmi köze az elülnézet látszólagos csúcsához, L -hez.

Megjegyzés: Ha a körszelvény középpontja nincs függőlegesen a vele párhuzamos síkú görbe középpontja fölött, vagyis az idom nem „egyenes”, a szerkesztés lényege nem változik.

Kád

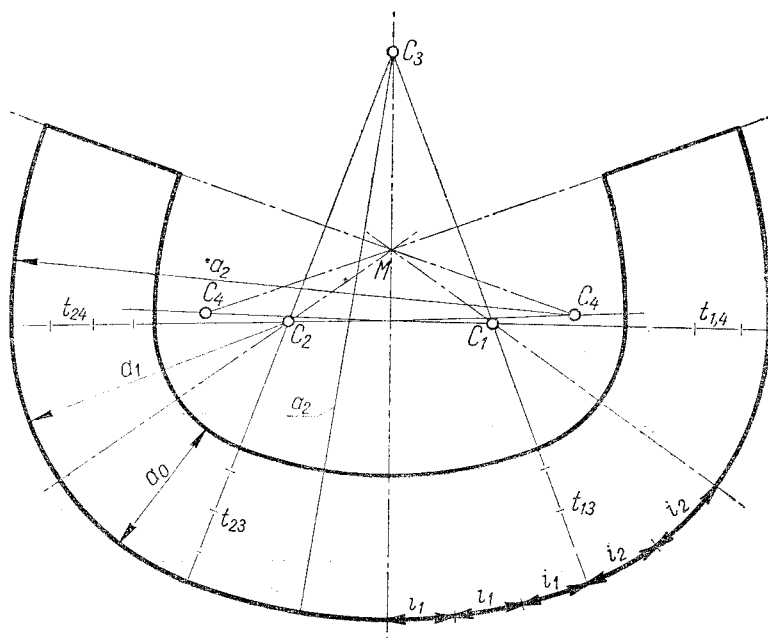
Elemzés:

Ha két vízszintes síkban levő kör középpontja a fölül-
nézetben közös (azaz fedésben van), akkor ugyanoda esik az általuk meghatározott *egyenes körkúp* csúcsának fölül-
nézete is. A 289. ábrán a kád felső és alsó éle ilyen, fölül-
nézetben közös középső körívekből álló kosárgörbe, tehát a 286. ábrához hasonló elrendezésű (csak fölfordított) érintkező négy kúpfelülete *csupa egyenes körkúp*.

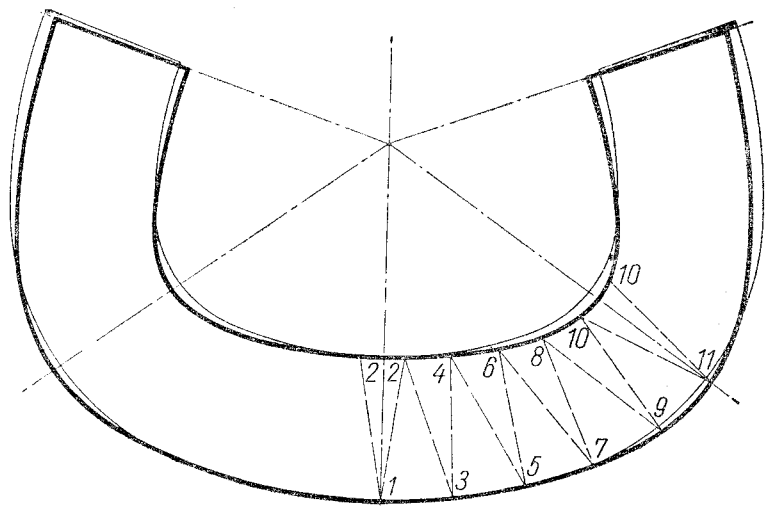
Ez az idom különösen alkalmas arra, hogy a váltakozó csúcsú háromszögmé-
réses szabásszerkesztés (291. ábra) *pontosságát ellenőrizzük*. Az egyenes körkúp szabása nagyon pontosan szerkeszthető (a 197. és a 245., 246., illetve 251. ábrán bemutatott módszerrel), ha tehát a kétféle módon szerkesztett szabás nem vág egybe, a hiba teljesen a váltakozó csúcsú három-
szögmérés rovására írható.

Szabásszerkesztés:

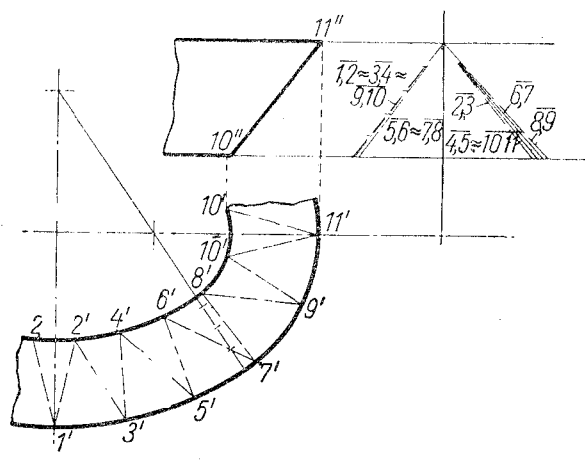
1. A 290. ábrához a valódi alkotóhosszúságokat, a_1 -et és a_2 -öt, úgy kapjuk, hogy a rajz síkjával párhuzamosra fordítjuk a kúpgerendek közös (érintkezési) alkotóját. A fölülnézetben a t alkotó a kosárgörbék két középpontján átmenő egyenessel (pl. a $C_1' C_3'$ -vel) van fedésben; elül-



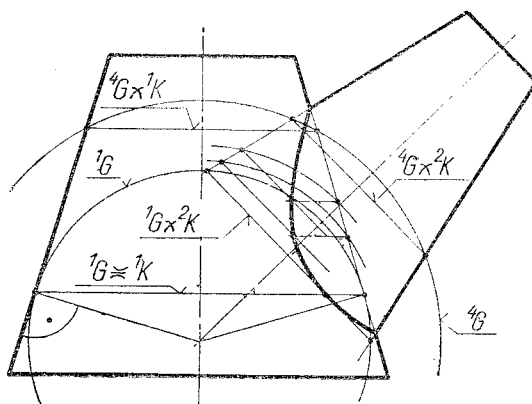
290. ábra. Alkotóméréssel szerkesztett szabás. (A 289. ábrához)



291. ábra. A 289. ábra szerinti idom húrméreteivel szerkesztett szabása és a hiba értékelése. (A vékony vonal a 290. ábra!)



292. ábra. Váltakozó csúcsú háromszögek kijelölése alkotó nélkül, csupa húrral



293. ábra. Metsződő tengelyű forgási kúpok áthatásának szerkesztése segédgömbökkel

nézetét a rendezőhúzással kapott T'' és T''' pontok határozzák meg; rajta a kisebbik kúp csúcsát, C_1'' -t a C_1' rendezőjén, a nagyobbikét, a C_3'' -t, a kistengelyen találjuk meg. Az utóbbiból az elülnézet síkjára bocsátott merőleges körül fordítottuk el a t alkotót az elülnézet síkjával párhuzamos helyzetbe.

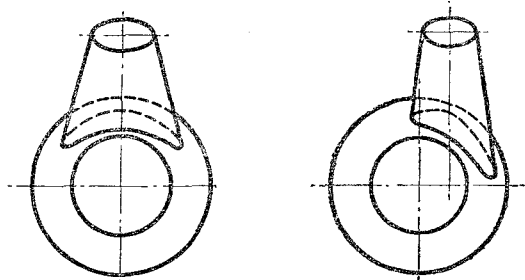
2. A váltakozó csúcsú háromszögméréshez (291. ábra) külön mégegyszer megrajoltuk a kád negyedrészt és a hűrelfordító segédábrát: 292. ábra. Az elterjedt szokás szerint most nem voltunk tekintettel a kiteríthető felület alkotóira, hanem egyenletes beosztást készítettünk mind a két vezérgörbéjén, a felsőn egy fél osztással eltolva. Így most egy csupa húr határolta prizmatoiddal közelítettük meg a kúpokat. Ennek szabása a 291. ábrába vékonyan berajzolt alkotómérő kúp-kiterítéstől elég észrevehetően eltér. Az alkotókat figyelembe vevő és az erősebb görbületűnél sűrűsödő beosztással a háromszögmérés pontosságát egy kissé javíthatjuk.

Segédgömbös áthatásszerkesztés

Ez a metsződő tengelyű forgási felületek legáltalánosabb áthatásszerkesztési eljárása. Megismertük már a 144. ábrával kapcsolatban a hengereknél, a 293. ábra most egy kiömlőcsőrel ellátott kúpos edény esetében két kúpra vonatkozólag mutatja be, de nyilvánvaló, hogy akár melyik kúp helyett hengerfelületet is képzelhetünk, sőt mindenféle más forgási felület (gömb, gyűrű stb.) metsződő-tengelyű áthatására is alkalmazható ez az eljárás.

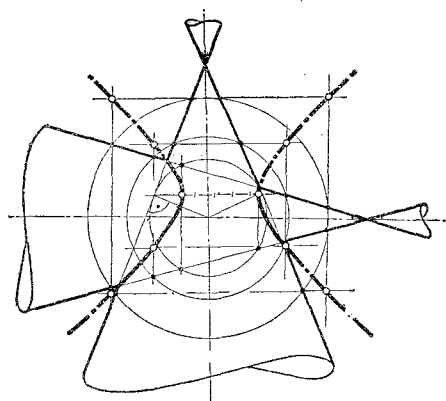
Minden forgási felületre igaz ugyanis az, hogy az olyan gömb, amelynek középpontja a forgási tengelyen van, a felületet „forgási körökben” metszi. (A forgási kör síkja a forgási tengelyre merőleges, középpontja pedig rajta van a forgási tengelyen.) Ha a gömb középpontja ott van,

ahol a két adott forgási felület *tengelye metszi egymást*, akkor a gömb mind a két forgási felületet a *saját tengelyére vonatkoztatott* forgási körökben metszi.

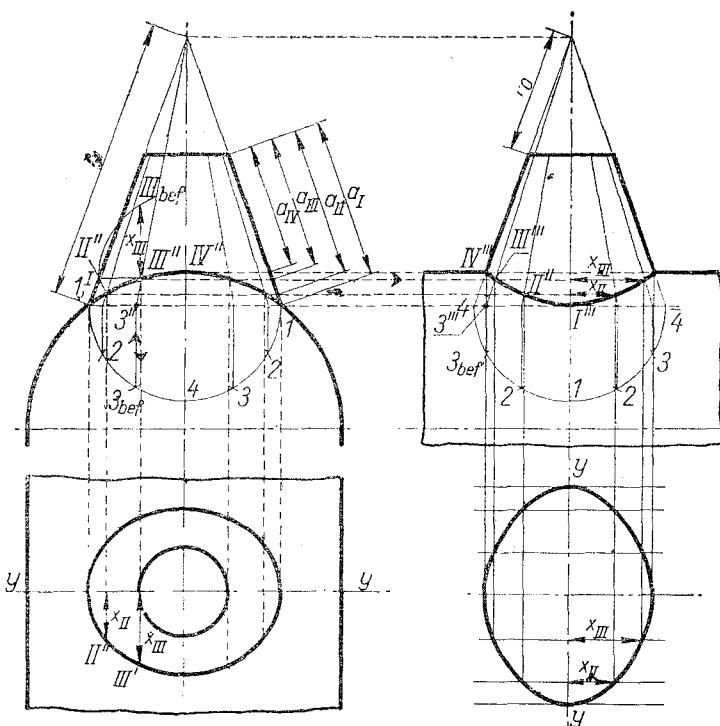


294. ábra. (A segédgömbös szerkesztés elvégzéséhez nem kell az ilyen nézet, de annak eldöntésekor, hogy *alkalmazható-e*, kell!)

295. ábra. (Ezek *kitérő* tengelyű felületek: nincs olyan gömb, mely mind a kettőt forgási körökben metszi)



296. ábra. Az áthatás önmagát fedő vetülete hiperbolaív. (A 293. ábrához)



297. ábra. Hengerpalásthöz kapcsolódó kúpos csonek három vetülete és a nyílás szabása

E köröket az olyan vetületben, amelynek rajzsíkja mind a két felület tengelyével párhuzamos, *egyenes vonalak* ábrázolják. Ezek lesznek azok az áthatásszerkesztési *segédvonalak*, amelyeknek metszéspontja az áthatási vonal egy-egy pontját szolgáltatja. A helyüket a gömbnek a forgásfelületek *képhatáralkotójával* való metszéspontja határozza meg (293. ábra).

A gépies szerkesztés veszélyeinek (pl. 119. ábra) elkerülése végett hangsúlyozzuk, hogy *kitérő* tengelyű felületekre ez a szerkesztés nem alkalmazható (vö.: 294., 295. ábrákat). Aki azonban az előbbieket végiggondolva, tehát nem a gondolkodás nélkül meghúzott köröket és egyeneseket, hanem az azok által ábrázolt gömböket és köröket látja maga előtt, ilyen hibát el nem követhet. Nagyon érdekes azonban a szerkesztés gépies folytatása a képhatáralkotókön túl: A két kúp aszimmetriája ellenére a két térgörbe ilyen vetülete (296. ábra) hiperbolaív, akárcsak két hengeré (177. ábra).

Hengeres test kúpos csonekja

Elemzés:

Merőlegesen metsződő tengelyű kúp és henger áthatása.

A 297. ábrán *tájékozódásul* megszerkesztjük az áthatási vonal fölülnézetét és oldalnézetét is, de bizonyos gyakorlat után az ilyen esetben az adott elülnézet is teljesen elegendő a szabás megszerkesztéséhez.

Áthatásszerkesztés:

Ebben az esetben a kúpalkotók és a hengerfelület *dőféspontjainak* oldalnézetét és fölülnézetét szerkesztjük meg, mert az elülnézetben a rajz síkjára merőleges hengerfelületen ezek a dőféspontok adva vannak. (Az áthatás oldalnézetét azonban a 293 — 296. ábrák szerint is megkaphatnók.)

A kúpos csonek alsó harántszelvényét befordítottuk a rajz síkjába, és egyenlő részekre osztottuk az elülnézetben is, meg az oldalnézetben is. Meghúztuk a *visszafordított* osztópontokon át a *kúpalkotókat*, s megkaptuk az áthatás pontjait: $I \dots IV$, az oldalnézetben pedig az elülnézetből odahúzott rendezővonalakon.

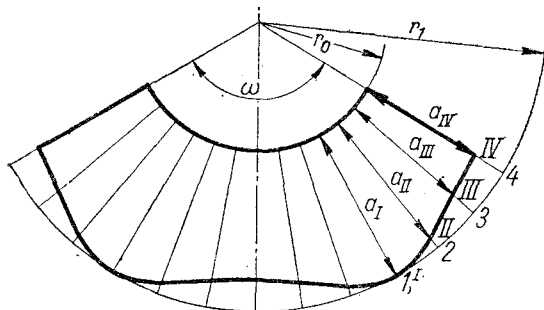
A fölülnézetben az elülnézetből húzott rendezőkre az $y - y$ vonaltól jobbra-balra szimmetrikusan az oldalnézetből vett x_{II} , x_{III} távolságokat mértük át.

Szabásszerkesztés:

A hengeren vágott *nyílást* az oldalnézethez képest legördített helyzetben rajzoltuk meg. Az $y - y$ középvonalra a hengeralkotóknak az *elülnézetben* a római-számos pontok között lement távolságát (a körív hosszát) mértük fel, a szabás pontjait pedig az oldalnézetből görbületi segédvonalakkal határoztuk meg.

Az oldalnézet híján — *ha pusztán az elülnézetből szerkesztenők meg a szabást* — a rajz síkjával párhuzamosra kellene fordítanunk a kúpnak minden olyan harántszelvényét, amely egy-egy alkotónak a hengerfelülettel való dőféspontján megy keresztül, így kapnók meg az x_{II} , x_{III} távolságokat. (Az ábrán csak az I dőféspont harántszelvényét fordítottuk be.)

A köpeny szabásához (298. ábra) az áthatástól függetlenül a leghosszabb alkotóig terjedő egyenes körkúpot terítjük ki, mert ennek ω szögét pontosan kiszámíthatjuk (246. ábra). A szabás r_1 sugarú, ω középponti szögű körívet beosztjuk ugyanannyi részre, amennyire a kúp befordított harántszelvényét osztottuk. (Vigyázz: kétannyira, mint a befordított fél harántkört!) Az osztópontokon ke-



298. ábra. A csomk (297. ábra) köpenyének szabása

resztül meghúzzuk a szabásban a kúpalkotókat, és rájuk mérjük vagy a csúcstól mért teljes hosszukat, vagy pedig a csomk felső kávéjának r_0 sugarú szabásvonalától mért csomkalkotó hosszakat ($a_I \dots a_{IV}$). Ezek valódi hosszúságát az elülnézet képhatáralkotóján mérjük le az oldalnézet meghatározására rajzolt rendezőig (e rendezővonalak ugyanis egybeesnek azon körök elülnézetével, amelyeket a kúpalkotóknak a rajz síkjával párhuzamosra fordítása-
kor, az alkotók hengerfelületi dőféspontja ír le).

Kúpos csőrű hengeres edény

Elemzés:

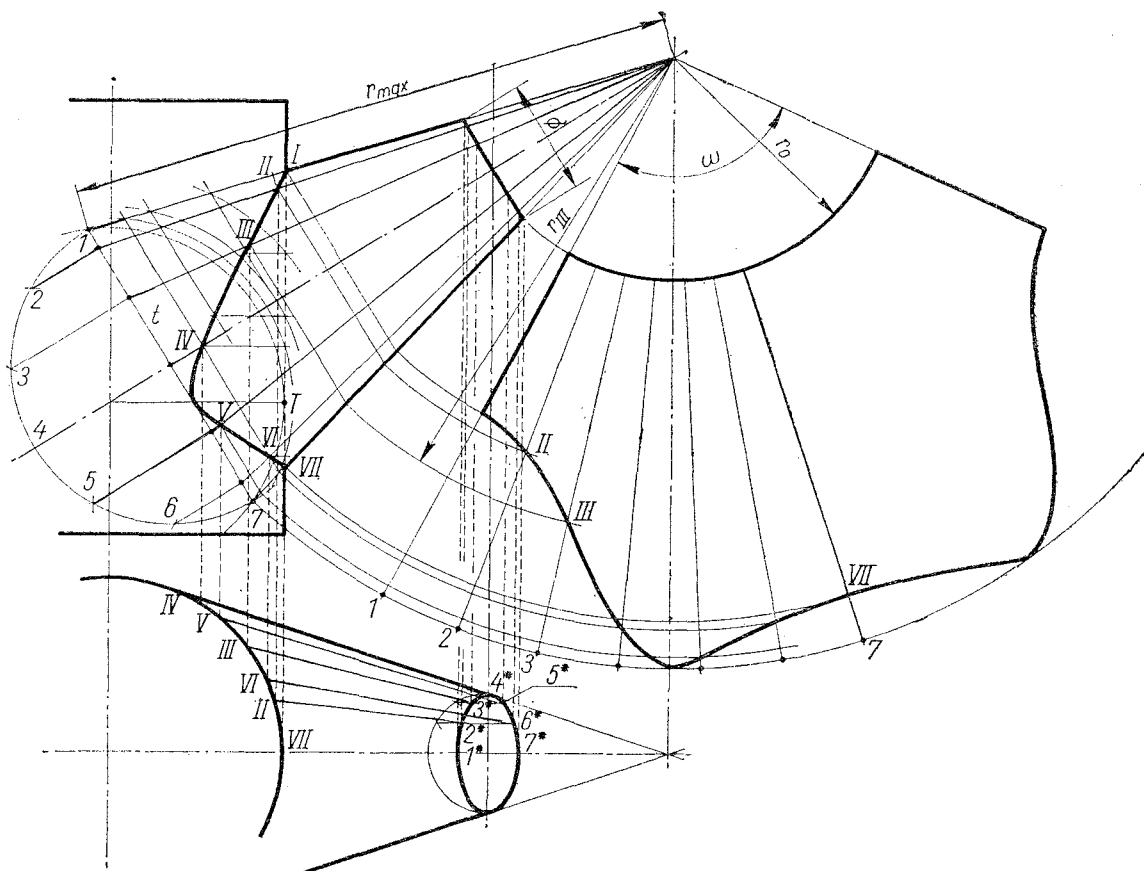
Ferdén metsződő tengelyű kúp és henger áthatása (299. ábra). Azt, hogy az adott kúpfelület forgási kúp (egyenes körkúp), a műhelyrajzban a csomk kávéjának méretvonalán található \emptyset jel határozza meg. Hogy pedig a henger és a kúp tengelye nem kitérő, hanem csakugyan metszi egymást, arról a fölülnézet biztosít. Gyakorlott rajzolóknak azonban ugyanezt elárulja maga az elülnézet is, ha megvan rajta az áthatás vonala. A fölülnézetre csak akkor van okvetlen szükség, ha a henger és a kúp tengelye kitérő: hogy a távolságukat be lehessen kótázni (300. ábra, t).

Áthatásszerkesztés:

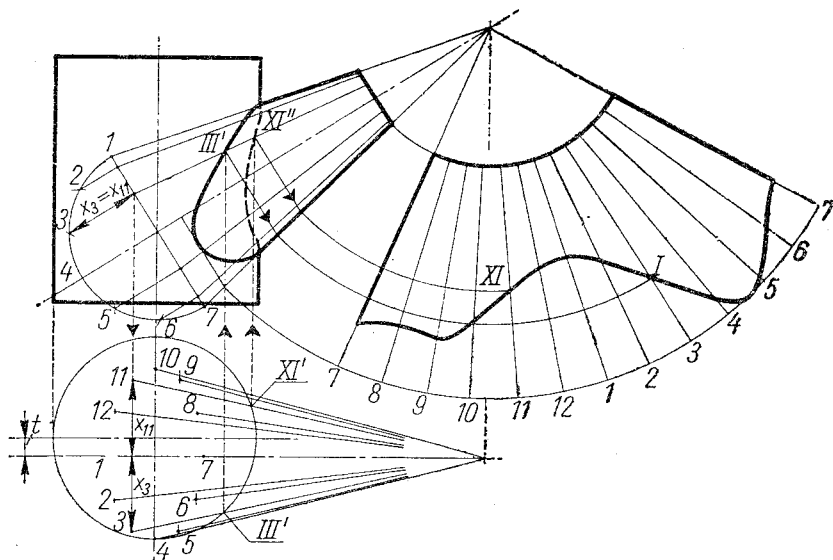
Ezt megkönnyíti a fölülnézet, mert megvan benne — a rajz síkjára merőleges hengeren — minden kúpalkotó hengerfelületi dőféspontja. A kúp képhatára táján azonban az alkotók sűrűsödése és a metszés kihegyesedése miatt ez a szerkesztés hirtelen egészen pontatlanná válik (IV?). Itt a segédgömbös szerkesztésre vagyunk utalva (293. ábra). A legkisebb segédgömb, amely a hengert még éppen érinti (T), olyan — legnagyobb — körben metszi a kúpfelületet, melynek vetülete az áthatási vonalnak a kúp tengelyére merőleges érintője.

A csomk szabása:

Az aránylag kis sugarú káva befordításánál (fölülnézet) jóval pontosabb, ha egy olyan harántkört fordítunk be, mely az egész szabást magába foglalja, pl. a t érintőkört,



299. ábra. Metsződő tengelyű kúp és henger áthatása és a kúpfelület szabása



300. ábra. Kitérő tengelyű kúp és henger áthatása és a kúpfelület szabása

s e befoglaló kúp kiterítésével kezdjük a szabásszerkesztést. Az áthatási pontokig terjedő valódi alkotóhosszúságot az elülnézeti képhatáralkotókon mérhetjük le: ide fordítjuk el — a kúp középvonalára merőleges egyenesek ábrázolta körökön — a megszámozott alkotók és az áthatási vonal metszéspontjait. Ezek ugyanolyan vonalak, mint a segédgömbös áthatásszerkesztés vonalai, sajnos azonban a segédgömböket nem tudjuk úgy felvenni, hogy előre megválasztott alkotók metszéspontját szolgáltassák. (A IV pont segédgömbje tehát csak utólag, ellenőrzésül készíthetett.) A csonk kávéjának szabása az r_0 sugarú körív.

A hengeres köpeny nyílásának szabását

a 125. stb. ábra szerint szerkeszthetjük meg.

Megjegyzés:

E szerkesztés lényegén nem változtat semmit sem, ha a kúp kifelé tábul; ha azonban a kúp és a henger *tengelye kitérő*, nem alkalmazhatjuk a segédgömbös áthatásszerkesztést, hanem teljesen a fölülnézetre vagyunk utalva (300. ábra).

Kúpos edény hengeres csonkja

Elemzés:

Merőlegesen metsződő tengelyű henger és kúp áthatása.

Tegyük fel magunknak mindig azt a kérdést, van-e lényeges különbség az újnak látszó feladat és a már begyakorolt szerkesztések között. Látjuk, hogy ez *alapjában véve* nem különbözik az előző két feladattól.

Fontos, hogy az általánosításnak erre a főkére elérkeztünk, mert ha fel tudjuk ismerni a közös mértani lényegét, mindjárt azt is tudjuk, hogy az alkalmazható szerkesztések lényege is közös lesz. Az, hogy itt a henger hatol át a kúpon (nem a kúp a hengeren, mint az ímént), nem lényeges: éppen úgy alkalmazhatjuk az áthatás megszerkesztésére a segédgömböt; sőt az alkotódőféspontok is felhasználhatók volnának, ha megszerkesztenénk egy olyan nézetet, amelyben a henger alkotói a rajz síkjára merőlegesek. A lehetőségek közötti választás elsősorban gyakorlat és

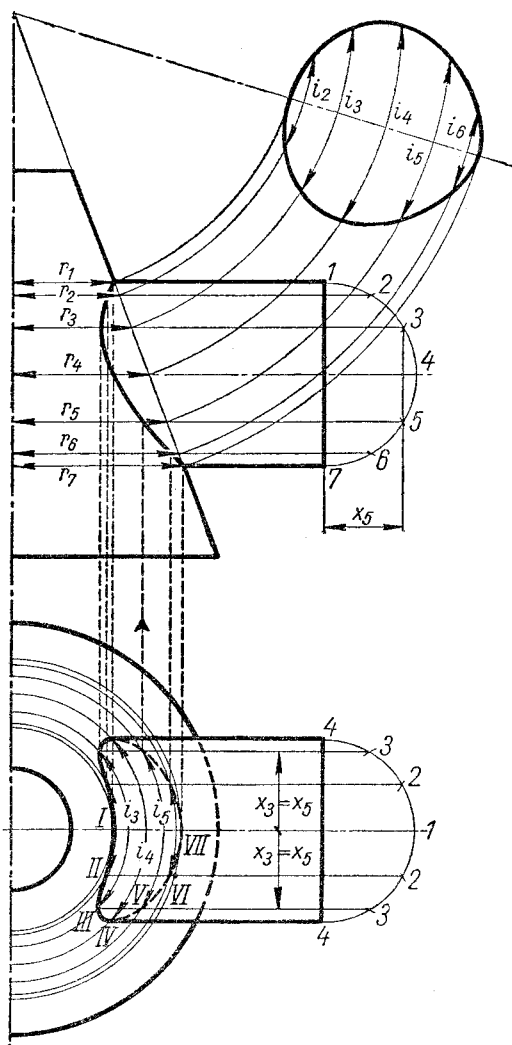
szemfülesség dolga: mindig lehet valamelyik módszernek olyan előnye, amely a szerkesztést pontosabbá, egyszerűbbé vagy gyorsabbá teszi.

Áthatásszerkesztés:

A lehetőségek közül ebben az esetben a kúp tengelyére merőleges segédsíkok módszerét választottuk. (Ezt a 299. ábránál nem alkalmazhattuk volna, mert nem könnyen megszerkeszthető alkotókban, hanem *ellipszisekben* metszenék az ilyen síkok a kúp tengelyéhez *ferdén* álló hengert.) Ebben az elrendezésben (301. ábra) a választott segédsíkok a kúpot forgási köreiben, a hengeres csonkot alkotókban metszik.

A segédsíkok helyét – a szabásszerkesztés kedvéért – az előlnézetben befördített és egyenletesen beosztott csonkharántszelvény osztópontjain

fektettük át. Az elülnézés rajzsíkját az idom szimmetriasíkjába képzeljük, és így az ettől mért x távolságok átrakásával kapjuk meg az alkotók fölülnézetét. Az

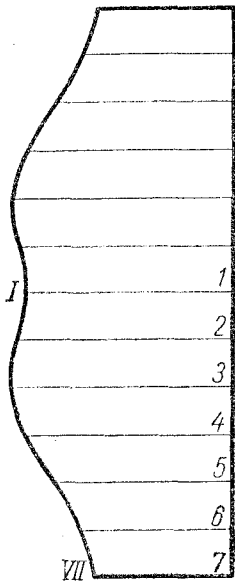


301. ábra. Merőlegesen metsződő tengelyű kúp és henger áthatása és a kúppalást nyílásának szabása

ugyanazon segédsíkban levő kúpfelületi kör sugarát az elülnézetben mérjük le a kúp tengelyétől a képhatáralkotóig (nyíllal határolt távolságok $r_1 \dots r_7$) és a fölülnézetben az egy síkban fekvő kör és alkotók metszéspontjai szolgáltatják az áthatás pontjait ($F \dots VII$). Ugyanezek elülnézetét a rendező vonaluk jelöli ki a segédsík vonalán.

A köpenykivágás szabását

az elülnézethez gördülési helyzetben rajzoltuk meg, mert így az alkotók áthatási pontját egyszerűen átkörözhattük rá a kúp csúcsa körül húzott körívvel a képhatáralkotók és a segédsíkok metszéspontjából.



302. ábra. A csomk (301. ábra) szabása

(A segédsík itten azonos az alkotó valódi hosszát megállapító elfordítási kör síkjával.) A kivágás szimmetriatengelyének szabásától jobbra balra a fölülnézetből vett ívhosszakat raktuk föl: $i_2 \dots i_6$. Természetesen a hosszabb íveket nem egyetlen húrral, hanem olyan beosztással mérjük le, amelynek húrhosszai nem különböznek lényegesen az ív hosszától.

A csomk szabása:

A henger kiszámított kerületét ráértük harántszelvényének egyenes vonalú szabására és azt beosztottuk a megfelelő számú egyenlő részre (302. ábra).

Az osztópontokban az alapvonalra merőlegesen állított alkotókra akár az elülnézetből, akár a fölülnézetből rámerhetjük a kúpfelülettel való dőféspontjukig tartó hosszúságukat.

Így kapjuk meg a csomk szabásának hullámvonalát: $I \dots VII$.

Csöcsös kúpos edény

Elemzés:

A 154. ábrán megbeszélt kiöntőcsöcs hengeres edényen helyezkedett el, ez itt (303. ábra) valamivel bonyolultabb, mert az edény kúpos. A kiöntőcsöcs alakját a melléje rajzolt H metszet határozza meg: egy elég kis sugarú hengerszalagból és azt érintő két síkból áll. A fölülnézet az adott műhelyrajzon nem volt meg, csupán az áthatásnak és a kúpos edény szabásának kedvéért kellett megszerkesztenünk (a kiöntőcsöcs fölülnézete nélkül!). Tudjuk, hogy a síkok ellipszisben metszik a kúpfelületet, a hengeres rész áthatása pedig egy kis térgörbe.

Áthatásszerkesztés:

a) A segédsíkok ($S_2 \dots S_6$) a hengeralkotókkal párhuzamosak és az elülnézet síkjára merőlegesek (304. ábra).

A kúpot ellipszisben metszik. Ez ugyan nem egyszerűen meghúzzható vonal, de a szükséges ívdarabját könnyen megszerkeszthetjük:

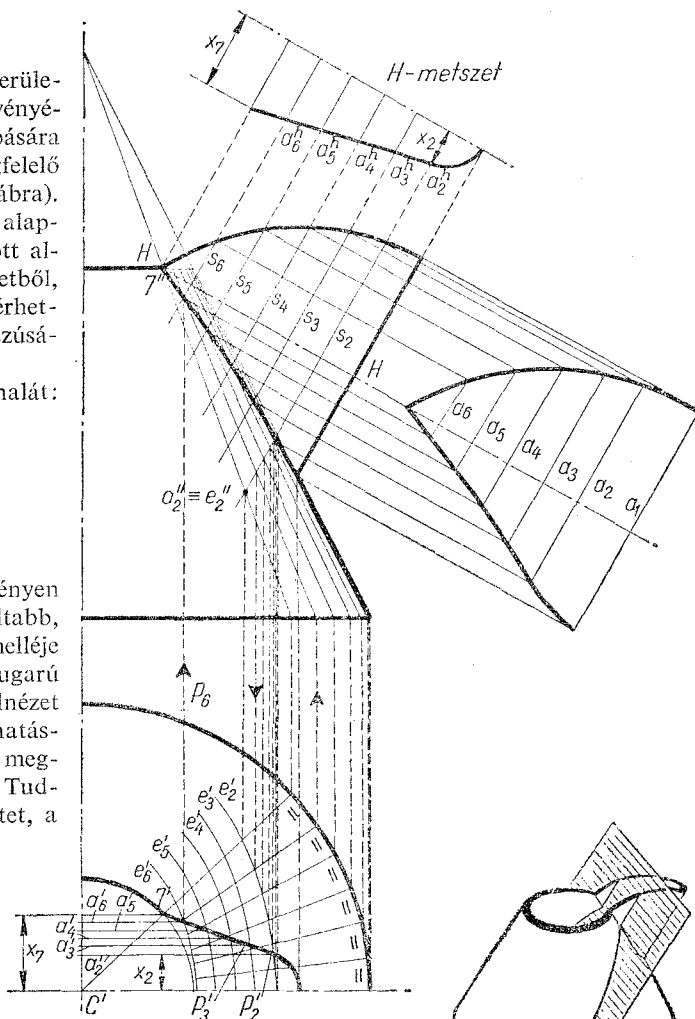
A csöcs és a kúpos edény felső szélének találkozásánál (303. ábra, 7-es pont) a harántszelvény x_7 méretével megkapjuk a fölülnézetben. A $C'7'$ su-

garat meghosszabbítjuk az alapkőrig, és a közte meg a középvonal közti ívdarabot beosztjuk egyenlő részekre. Az osztópontok elülnézetét meghatározzuk rendezővonalakkal, és mind a két vetületben meghúzzuk az osztópontokon átmenő kúpalíkokot.

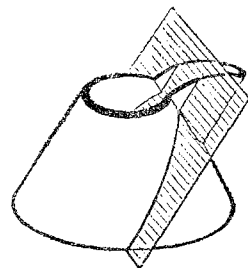
A segédsíkok és a kúpfelület metszészonalát az így megrajzolt kúpalíkoknak a segédsíkkal való dőféspontjaiként kapjuk meg. Az elülnézetben a dőféspontok megvannak, mert ott a segédsík a rajz síkjára merőleges, a fölülnézetüket pedig egyszerű rendezőhúzással határozzuk meg az alkotók fölülnézetén. A 303. ábrán csak a 2-es segédsíkból induló rendezősereget hagytuk meg, a többi segéd-metszészonal ($e'_3 \dots e'_6$ ellipszis-ív) megszerkesztését töröltük.

A csöcs oldalsíkjait és hengeres részét egyenesekben (hengeralkotókban: $a_2 \dots a_6$) metszik a segédsíkok. E segéd-metszészonalak fölülnézetét az $x_2 \dots x_6$ távolságok átrakásával kapjuk meg, tudva, hogy a csöcs szimmetriásíkjával párhuzamosak. (A H metszetben a rajz síkjára merőlegesek.)

A két segéd-metszészonal-sereg egy-egy segédsíkban levő egyedeinek metszéspontja a keresett áthatás egy-egy pontja: $P'_2 \dots P'_6$. A fölülnézetből rendezőhúzással kap-



303. ábra. Csöcsös kúpos edény. (Az edény fél nézete csak szabáskor használható, műhelyrajzon azt jelenti, hogy az elhagyott másik felén is van csöcs! A fölülnézet csak a kivágást ábrázolja, a csöcs a sok szerkesztési vonalat zavarán)



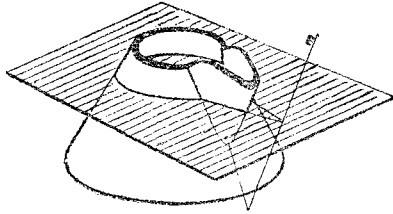
304. ábra. Segédsíkpróbálgatás, 1. változat. (A 303. ábrához)

jük az áthatási pontok elülnézetét a megfelelő segédsík vonalán.

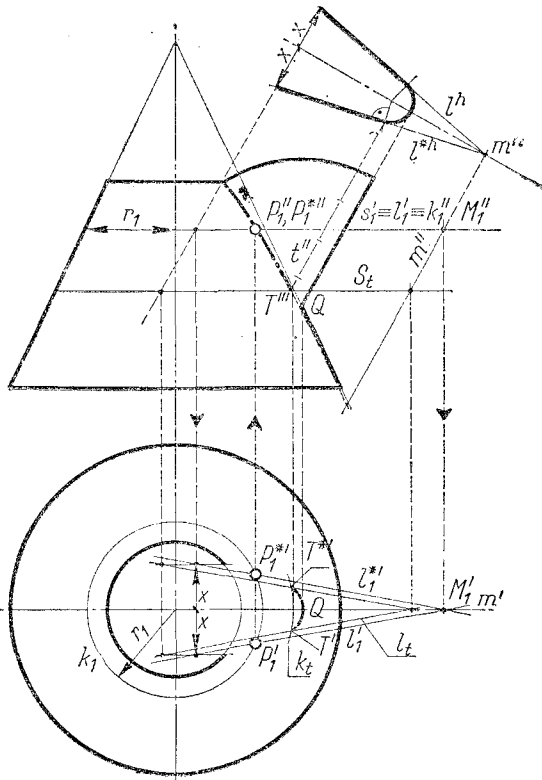
b) A segédsíkok a kúp tengelyére merőlegesek (305. ábra)

A kúpot körökben (k), a csöcs sík oldalait egyenesekben (l) a hengeres részét ellipszisekben metszik.

A k körök sugara az elülnézetben (306. ábra) a tengely és a képhatáralkotó között lemérhető: $r_1 \dots$



305. ábra. 2. segédsík-változat. (A 303. ábrához)



306. ábra. Áthatásszerkesztés a 2. fajta segédsíkokkal. (A 303. ábrához)

Az l metszéspontok kedvéért a harántszelvényben meghosszabbítjuk az oldalsíkokat, amíg egymást metszik (m^h), ennek elülnézete m'' , a csöcs hengeralkotóival párhuzamos; fölülnézete, m' , a középvonal. Az l metszéspont fölülnézetét egyszerű nézetváltás adja. Valamelyik x távolságot átmérjük a megfelelő rendezőre, persze előre-hátra, mert az edény szimmetrikus, minden segédsík a csöcs mindkét oldalát metszi, l -ben, ill. l^* -ben, s ezek metszéspontja az M pont az m egyenesen. A k kör és az l_1, l_1^* egyenesek metszéspontja az áthatás egy-egy pontja: P_1, P_1^* . A 306. ábrán a sík és henger érintkezési vonalára eső áthatási pontok szerkesztését is megrajzoltuk: T, T^* .

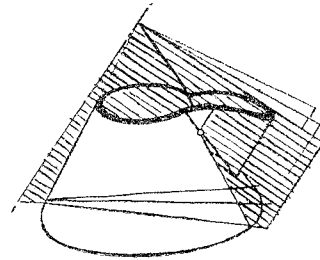
A hengeres kúp áthatását — ha érdemes volna — megszerkeszthetnők segédgömbbel is, de olyan kicsi, hogy nem érdemes vele bajlódni, az iménti két szélső pontja,

T, T^* és a képhatárpontja Q között szemre meghúzzhatjuk az áthatást.

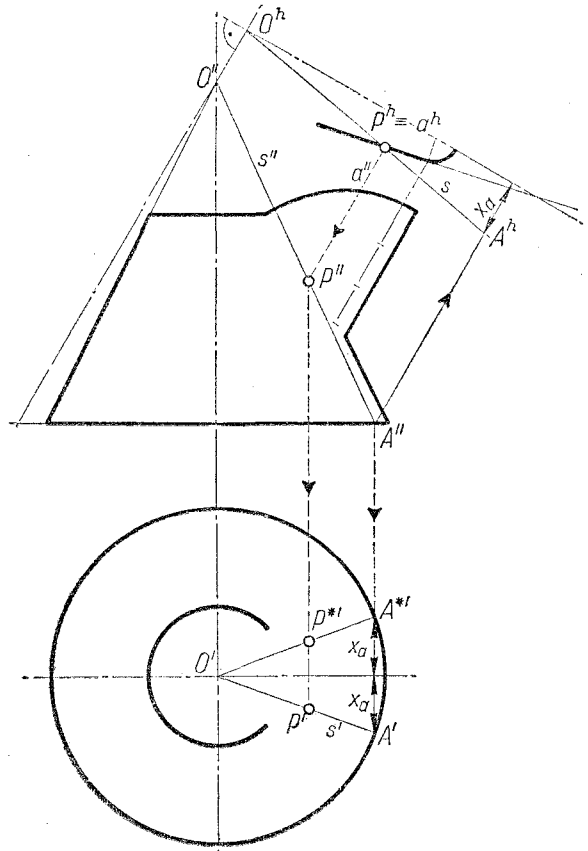
c) A segédsíkok a kúp csúcsára illeszkednek és a henger alkotóival párhuzamosak (307. ábra).

Valamennyi segéd-metszéspont egyenes.

A műhelyrajzon adott H metszetben — nézetváltással — meg kell szerkeszteni a kúp csúcsát is: O^h (308. ábra). Kiindulásul felvehetjük a kúp egy tetszőleges s''



307. ábra. 3. segédsík-változat. (A 303. ábrához)



308. ábra. A legegyszerűbb áthatásszerkesztés. (A 303. ábrához)

alkotóját, pl. az *elülnézetben*. Ez legyen a segédsík és a kúp felület metszéspontja, az első segéd-metszéspont. Az *alapkörrel* való metszéspontjának (A'' -nak) meghatározzuk a fölülnézetét (A' , rendezőhúzás). A hengeralkotóirányú H vetületben az A'' rendezőjén nézetváltással, vagyis a fölülnézetből vett x_a távolság felrakásával meghatározzuk az A^h vetületét. (Ez az alapkör képének egy pontja a H metszetben.) Az $O^h A^h$ vonal a segédsíkot ábrázolja a szelvény vetületében, mert ott a segédsík a rajz

síkjára merőleges. A P^h pont a csőcs sík falával való metszésvonalát ábrázolja. A rajta átmenő rendező, a'' már a másik segéd-metszésvonal elülnézete.

A két segéd-metszésvonalnak, s'' -nek és a'' -nak metszéspontja, P'' az áthatás egy pontja. (Fedőpont, a kúp túlsó felén van egy tükörképe.)

Szabásszerkesztés:

A csőcs köpenyének szabását (303. ábra) az elülnézetben megbetűzött HH harántszelvényétől, mint alapvonalból szerkesztjük meg. Rámérjük a H metszetből lemért alkotó-távolságokat, az alkotókra pedig gördülési segédvonalakkal átvisszük a felső szélének és az áthatásnak a pontjait.

A kúpos edény köpenyét is ki tudjuk már teríteni az előző példák alapján.

Kúpos csőrű kúpos edény

Elemzés:

Ferdén metsződő tengelyű két kúp áthatása (309. ábra). Már tudjuk, hogy minden metsződő tengelyű forgási felület áthatását a legegyszerűbben a tengelyük metszéspontja köré képzelt segédgömbökkel határozhatjuk meg (296. ábra). Itt azonban egy olyan megközelítő szerkesztést mutatunk be, amelyet akkor is alkalmazhatunk, ha a forgási tengelyek nem metsződnek, hanem kitérők.

Áthatásszerkesztés:

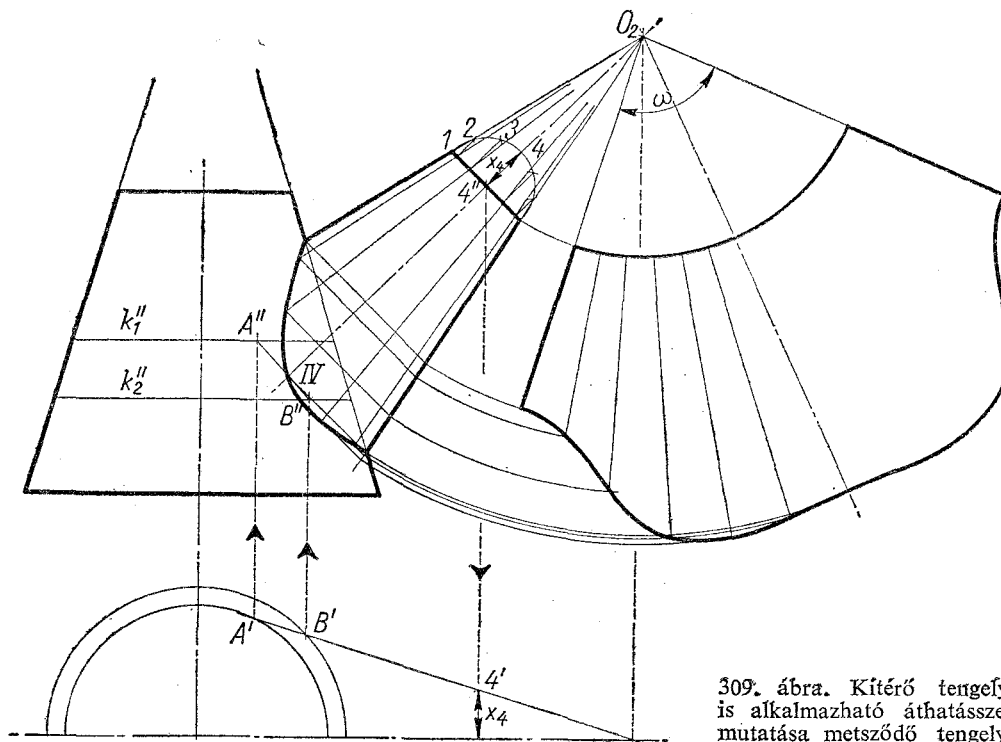
Segédfelületül a ferde csonc csúcsán, O_2 -n átmenő függőleges síkokat választunk. A csontot ezek alkotókban metszik, amelyeket a szabás kedvéért mindjárt a kúp harántszelvényét egyenletesen beosztó osztópontokon átvethetünk fel.

Ugyanezek a síkok a másik kúp tengelyével párhuzamosak, mert az adott helyzetben az is függőleges. Hiperbolákban metszik tehát a másik kúp felületét (55. ábra), de mi ezeknek a hiperboláknak csak olyan rövid darabját fogjuk megszerkeszteni, amelyet még egyenesnek tekintünk.

Kezdjük a szerkesztést pl. a 4-es osztóponton átmenő segédsíkkal. A 4-es pont fölülnézetét ($4'$) a harántszelvény egész fölülnézetével együtt már előbb megszerkesztettük. A $4'$ ponton átmenő függőleges sík vonala egy hajszálnyival a fölülnézeti képhatáralkotón belül esik, a rajzban azonban egészen összeolvadna annak vastag vonalával, azért a tárgy fölülnézetét nem rajzoltuk meg! Némi gyakorlata alapján már látjuk, hogy kb. hol döfheti a 4-es alkotó a függőleges tengelyű kúpfelületet. E sejtett metszéspont alatt és fölött egy-egy vízszintes síkkal elmetsszük a függőleges tengelyű kúpot. A segéd-metszésvonalak körök, amelyeket az elülnézetben egyenes vonal ábrázol: k_1'' , k_2'' . Sugarukat is az elülnézetben mérhetjük le. A fölülnézetben a körök az A' és a B' pontban metszik a függőleges segédsíkot, azaz a 4-es alkotó fölülnézetét. Rendezővonalakkal megkapjuk a vízszintes segédsíkok vonalán a pontok elülnézetét (A'' , B''). Összekötésük a hiperbola húrja, amely azonban — ha nem túl hosszú — nem tér el számottevően magától a hiperbolától.

Ha ez a hiperbola-húr valahol az A'' vagy a B'' pont közelében metszi az alkotó elülnézetét, a $4''$ -t, akkor a metszéspontot az alkotó és a kúpfelület döféspontjának tekinthetjük: IV . Ha azonban rosszul becsültük a helyét és ezért a segédsíkokat túl messze vettük fel tőle, most már mindenesetre fel tudunk venni egy olyat, amely a pontatlannak tartott döfésponthoz egészen közel van. Az új vízszintes segédsík és a hozzá közelebb eső régi közötti hiperbola-húr már elég pontosan adja meg az alkotó döféspontját. („Fokozatos megközelítés”).

Ugyanígy szerkesztjük meg valamennyi többi alkotó döféspontját is.



309. ábra. Kitérő tengelyű kúpokra is alkalmazható áthatásszerkesztés bemutatása metsződő tengelyű kúpokon

Tölcséres ferde csőnk

Elemzés:

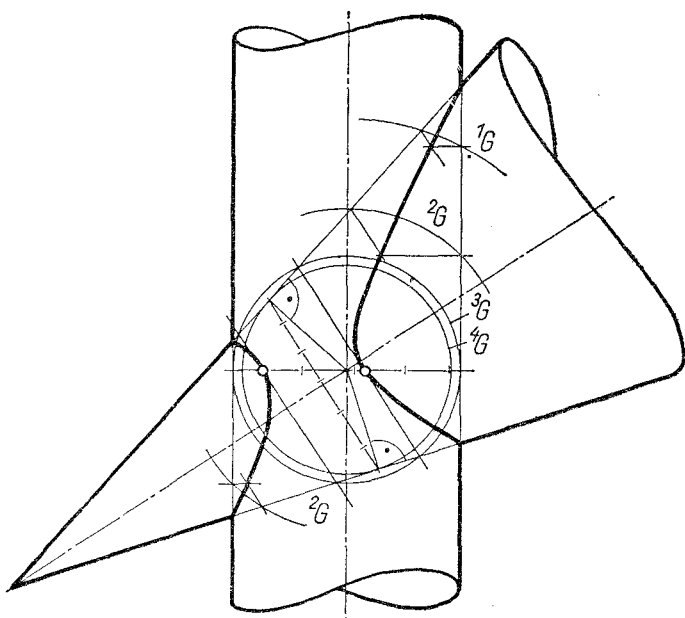
Metsződő tengelyű kúp és henger különleges áthatása (314. ábra).

A különleges az benne, hogy *mind a két felület áthatása teljes*. A 293. ábrán a kúpos csőrt teljesen elvágja a hengeres edény, de a hengeres edénynek nem vágja el minden alkotóját az áthatási vonal; még akkor sem, ha kiegészítjük (a 177. vagy a 296. ábra szerint) a kúp folytatása által az áthatás „másik ágával” is, amelyre a csöcsös edényen már nincs szükség. A 301. ábrán a kúpnak nincs minden alkotója elvágva, csak a vízszintes henger hatol át rajta teljesen. A 309. ábrán a két kúp egyikének, a csőrnek minden alkotóját, másikának, az edénynek nem minden alkotóját metszi az áthatási vonal. Érdekes mindezeket a mértani szemmel végtelen hosszúnak tekintendő teljes kúpfelületeket tanulmányozni, vagyis az áthatások másik ágát is megrajzolni a 177. és 296. ábrák mintájára.

A 293. ábrán látjuk, hogy az áthatási vonal legtöbb pontját olyan gömbök szolgáltatják, amelyek mind a két forgási felületet *két-két* segédkörben metszik. Van azután minden esetben egy olyan gömb, amely már csak az egyik felületet metszi két segédkörben, a másik felülettel való két metszésvonala pedig éppen egybeesik: *ezt a felületet ez a segédkömb (310. ábra: 3G) nem metszi, hanem érinti*. Az ennél kisebb segédkömb — pl. az, amelyik a *másik* felületet érinti (4G) — az ott bővebb első felületet már nem metszi.

Mennél kevésbé különbözik egymástól a két felület egyközepű érintőgömbjének a sugara, annál közelebb kerül egymáshoz az áthatási vonal két ága, annál kevesebb lesz az olyan alkotó, amelyet az áthatási vonal kihagy (311. ábra). Ha a két felület érintőgömbje egyenlő, azaz ha *mind a két felület érinti egy és ugyanazt a gömböt*, akkor nincs többé kihagyott alkotó, az áthatási vonal két ága találkozik (312. ábra).

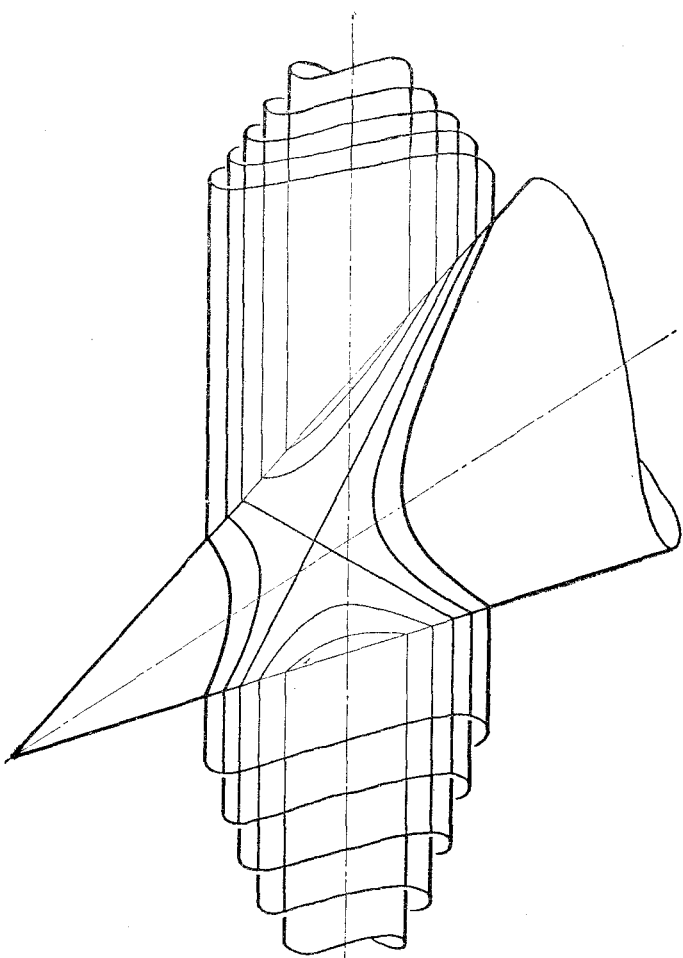
Ilyenkor a két forgási felület nemcsak *metszi* egymást, hanem *két pontban érintkezik is*. Természetesen az érintkezés *mértani értelmében*! A mértanban a felületek *érintkezése* nem azt jelenti, hogy egyik a másikhoz valahogyan *hozzádér* (pl. metszi), hanem, hogy *simán*, törés nélkül lehet átmenni az egyik felületről a másikra (106. és 134. ábra).



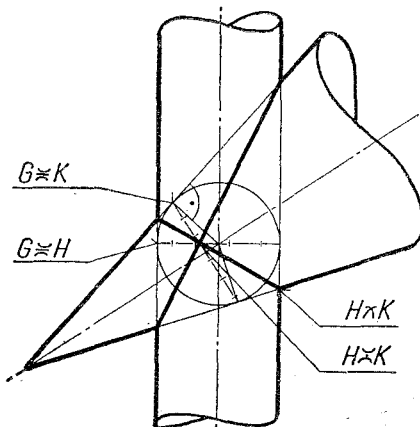
310. ábra. Kúp teljes áthatása egy hengeren

A szabás megszerkesztése,

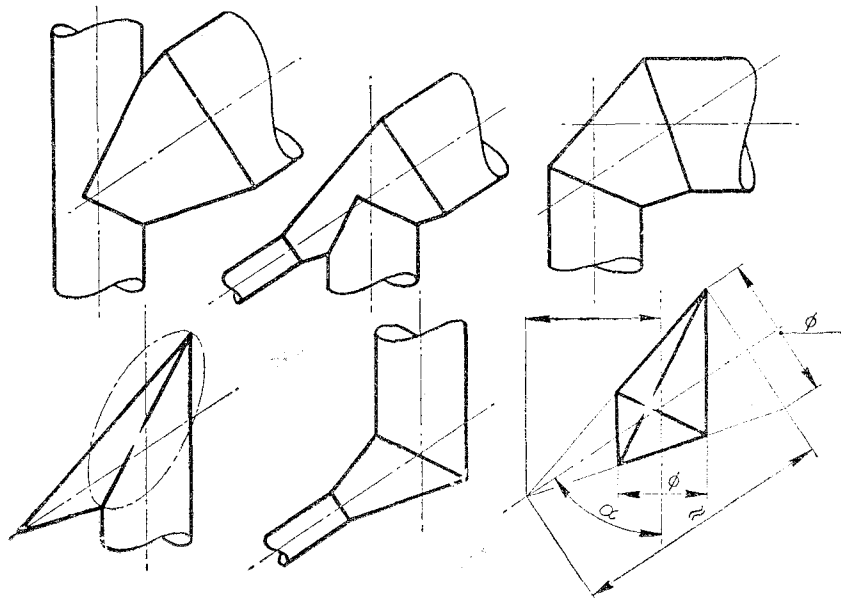
ha megvan az áthatás, már csak az alkotók *elfordításából*, és így megállapított valódi hosszúságuknak az ω szöggel (246. ábra) kiterített palást alkotóira való *felmérésből* áll.



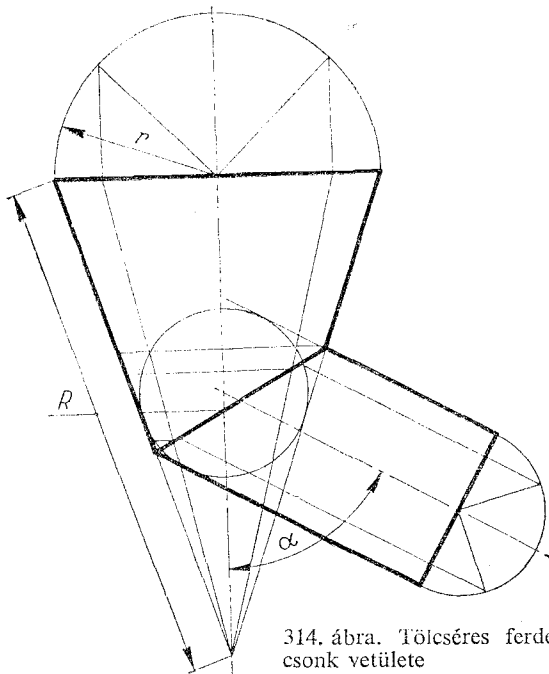
311. ábra. Egy kúpot metsző hengerversereg



312. ábra. Egy gömböt érintő két forgási felület áthatása *mindkét felületre nézve teljes*. (A jelek olvasása: „A gömb vonal mentén érinti a kúpot.” „... a hengert.” „A henger metszi a kúpot.” „A henger pontban érinti a kúpot.”)



313. ábra. T- és könyökídomok, valamint a közös test



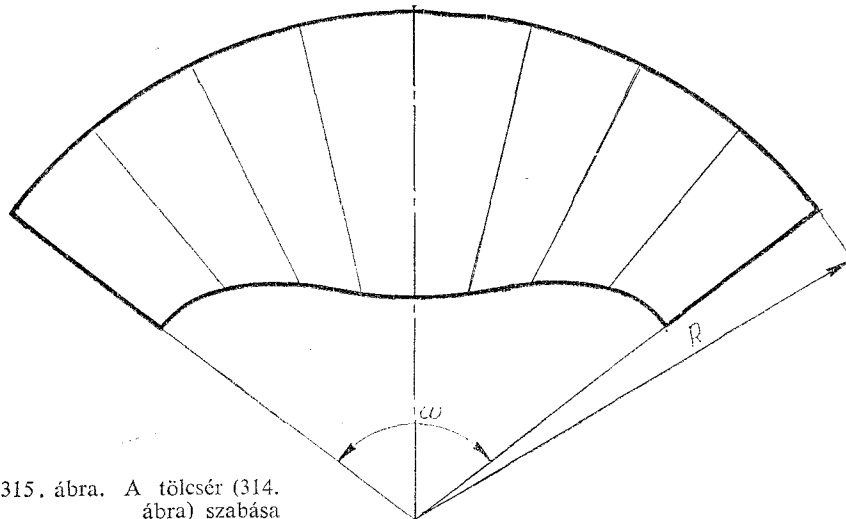
Látjuk, hogy megismertük már ezt a különleges áthatást, amikor a csökönyököt és az egyenlő ágú T-idomot vizsgáltuk (117. stb. ábrák), most azonban a közös érintőgömb ismeretében nemcsak hengerekre, hanem általánosabban minden forgási felületre ki merjük már mondani, hogy ilyen áthatás is lehetséges. A lehetséges kombinációk közül (313. ábra) a gyakorlat nem egyet felhasznál.

Áthatásszerkesztés:

Ha a kúp és a henger egy és ugyanazt a gömbfelületet érinti, akkor a tengelyük a gömb középpontjában metsződik és az áthatás vetülete a tengelyükkel párhuzamos rajzsíkjú vetületben a *képhatáralkotók metszéspontjait összekötő egyenes*. Tudjuk természetesen, hogy ez az egyenes olyan ellipszist ábrázol, amelynek síkja a rajz síkjára merőleges (314. ábra).

A szabásszerkesztés:

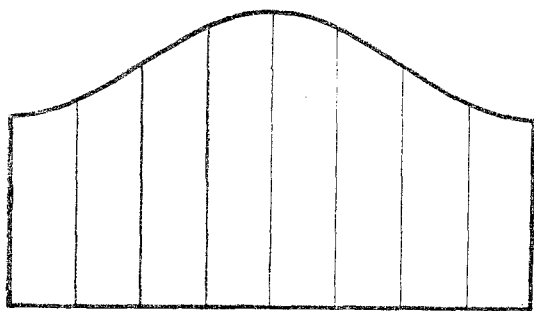
ha az áthatási vonal megvan és az eddigi szerkesztéseket begyakoroltuk, semmiféle új problémát sem jelent (315., 316. ábra).



315. ábra. A tölcser (314. ábra) szabása

Ellenőrzés

A csatlakozó elemek szabásának megszerkesztése után ellenőrizni kell, hogy az egymáshoz kapcsolódó lemezszélek mindkét szabáson azonos hosszúságúak-e (mérőkerék! 63. ábra).



316. ábra. A csomk (314. ábra) szabása

Kúposan szűkülő könyvek

Elemzés:

Az imént megbeszélt általános tétel egyszerű alkalmazása: mind a két kúpnak a tengelyek metszéspontja körül képzelte segédgömböt kell érintenie (317. ábra).

Áthatásszerkesztés

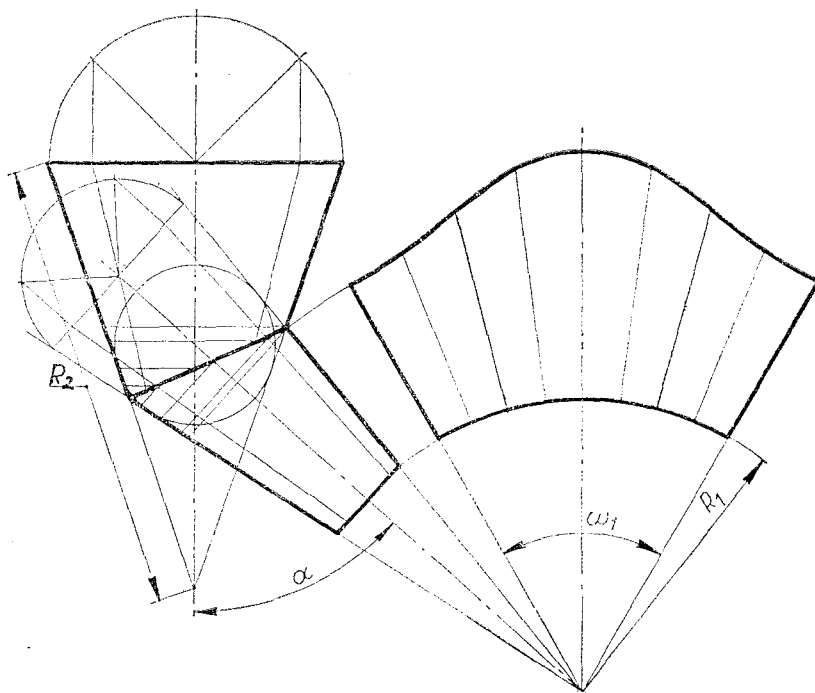
a képhatáraikotok metszéspontjainak egyenes összekötése.

Szabásszerkesztés:

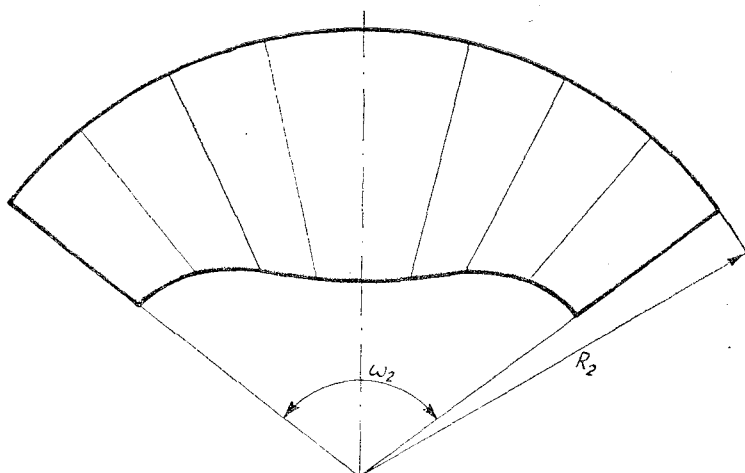
A 246. ábra szerint: az ω szög kiszámításával és alkotóméréssel (317., 318. ábra).

Ellenőrzés:

Mérőkerékkel (63. ábra) ellenőrizzük, hogy a két szabásdarab hullámvonalának ívhossza egyenlő-e. (Az ω_1 szög nem egyenlő az ω_2 -vel, mert az alsó kúp hegyesebb!)



317. ábra. Kúpos könyök és a szűkebbik szár szabása



318. ábra. A bővebbik könyökszár szabása

Megjegyzés:

Mindkét szabás a legrövidebb alkotó mentén van felvágva, ami azért is takarékos megoldás, mert így a legrövidebb a hegesztési varrat.

Szűkítő kettős könyök

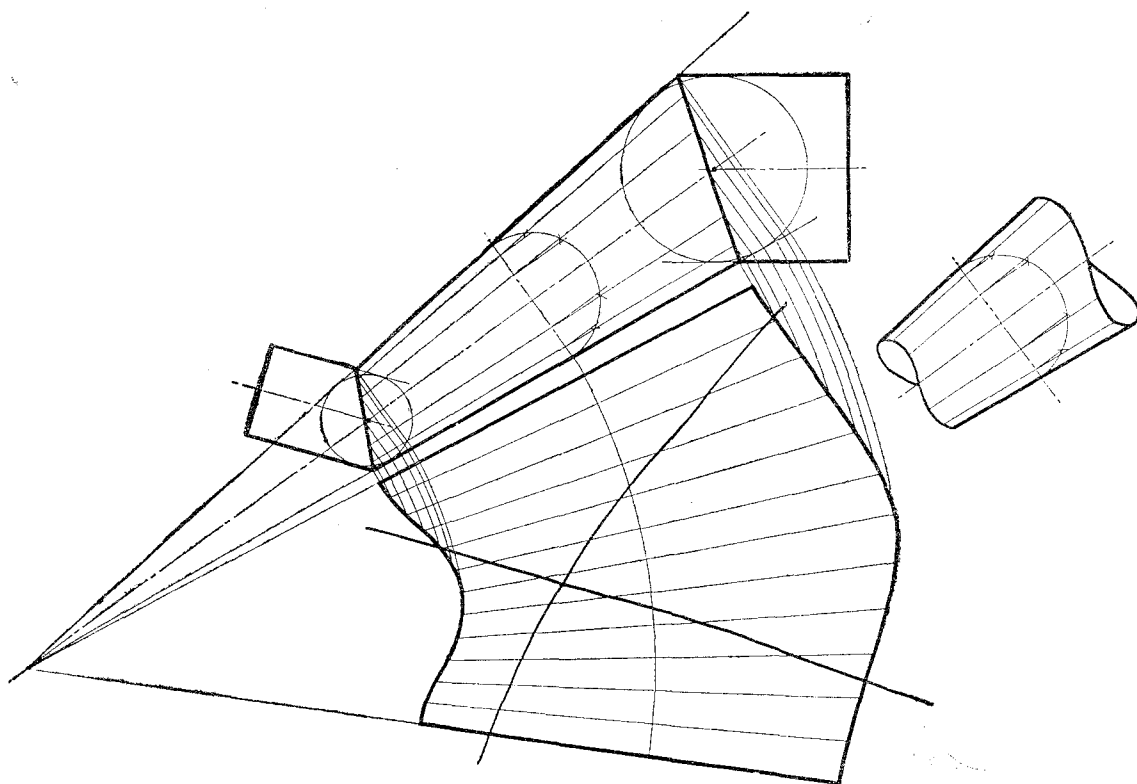
Elemzés:

Egy síkban fekvő, de nem folytatódó két különböző átmérőjű csövet kell összekötni. Tudjuk, hogy bármilyen két síkmetszetüket összeköthetnők kiteríthető felülettel (pl. 276. ábra), de nemcsak a legszebb, hanem a legegyszerűbb is, ha egyenes körkúpot választunk erre a célra (319. ábra).

A külön újra megrajzolt középső darab ábrázolja a harántszelvény hibátlan befördítését. A segédgömbök közé rajzolt összekötő kúp befördített harántkörén valami furcsaságot látunk:

Az alkotók a harántszelvény egyenletes osztópontjain mennek át! A rajz síkjával párhuzamosra fordított beosztást nem fordította vissza a rajzoló, és így a megrajzolt alkotók a kúp felületén nem egyenletes távolságban helyezkednek el. A tényleges beosztás a megrajzolt visszafordító vonalak és a kör metszéspontjai között mérhető le.

Az igazi baj csak akkor kezdődött, amikor a rajzoló ennek az új beosztásnak a legkisebb osztását mérte fel tizenkétszer a harántkör szabására, tehát azt a valóságosnál kurtábbra, az egész szabást keskenyebbre rajzolta. Ha erre számítással vagy a mérőkerekes (63. ábra) ellenőrzéskor rájött volna, kiküszöbölhette volna a kezdeti hibát az



319. ábra. Szűkítő kettős könyök és a közdarab szabása, tanulságos hibával. Jobboldalt a szokásos szerkesztés befördítése, de az elhibázott befördítással is meg lehetne szerkeszteni a helyes szabást

Mind a két könyökpontra olyan segédgömböt rajzolunk, amely a csövek hengerfelületét éppen érinti. A két gömb közös érintői által meghatározott kúpfelület olyan egyenes körkúp, amely záródva csatlakozik mind a két hengerhez.

Áthatásszerkesztés: a képhatáralkotók metszéspontjainak egyenes összekötése. *Ellipszist* ábrázoló egyenes.

Szabásszerkesztés:

A kúp egy harántszelvényének egyenletes beosztása és kiterítése — ha úgy tetszik — gördülési segédvonalak által.

Miért van a szabás áthúzza?

A gyakorlás bizonyos fokán a hiba tanulságosabb, mint a hibátlan rajzok másolatása. Az alábbi magyarázatot csak ellenőrzésül olvassuk el, ha már rájöttünk, hol a hiba!

egyenlőlen beosztás hű felrakásával. Az egyenletes beosztás ugyanis nem *lényeges* csak *kényelmes* eleme a szabásszerkesztésnek.

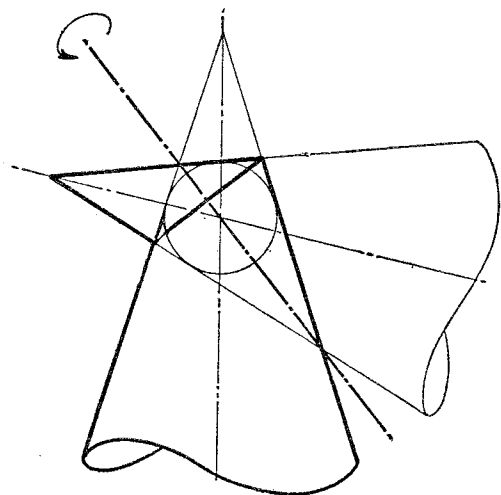
A térben való gondolkozás „megtakarítása” töményen hasonló hibát idéz elő. *A szerkesztés lényegének átérté- se nélkül lehetetlen helyesen végezni az olyan szerkesztéseket, melyek a begyakoroltaktól csak egy kevéssé is eltérnek.* De a gondolkodás nélküli vonalhuzogatás begyakorlása valójában nem is kisebb munka, mint a térérzékelő képesség kifejlesztése.

Kúpos gerezdes ívdarab

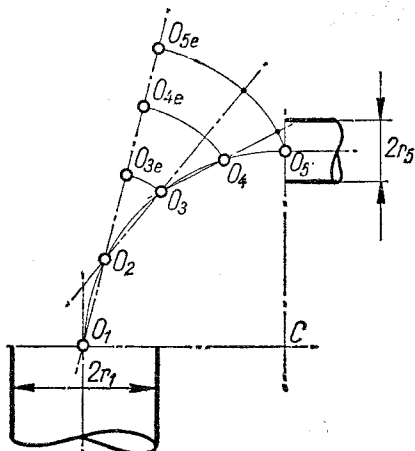
Elemzés:

Az előbbieket alapján könnyen megszerkeszthetünk olyan kúpgerezdeket, amelyek *egy körív* bizonyos pontjaira illesz-

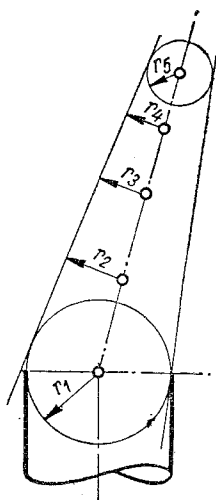
kedő középpontú gömböket érintenek. A legtakarékosabb megoldás nyilván az, ha valamennyi gerezdet egy és ugyanazon kúpfelületből vághatjuk ki.



320. ábra. Ferdén lemeztett kúpdarab átfordítása kúpos könyökídommá



321. ábra. Az adott körív beosztása és a húrok egybefordítása. (A 323. ábra elemzéséhez)



322. ábra. A közös kúpfelület képhatárai és a közbelső gömbök sugara. (A 323. ábra elemzéséhez)

A közös kúpfelület megszerkesztése:

Adva a körív sugara, kezdő és végpontja és az ott csatlakozó két henger átmérője. A gerezdeket a 114a. ábrához hasonlóan akarjuk kiszabni, de most nem hengerből, hanem az adatoknak megfelelő egyetlen kúpfelületből.

Ha megismételjük a 103. ábrához fűzött meg gondolást, azt látjuk, hogy a metsző síkján csúsztatva átfordított kúpprész és a helyben maradt rész középvonala nem a kúpok metsző síkjában metszi egymást, hanem a közös érintő gömbjük középpontjában (320. ábra).

Még egyenletes beosztás esetén sem nevezhetjük ki tehát az ív C középpontjából az osztópontokhoz húzott sugarak vonalát a gerezdek metszésvonalának. Azt mindig az osztópont köré rajzolt gömböt érintő képhatáralkotók metszéspontján át kell meghúznunk.

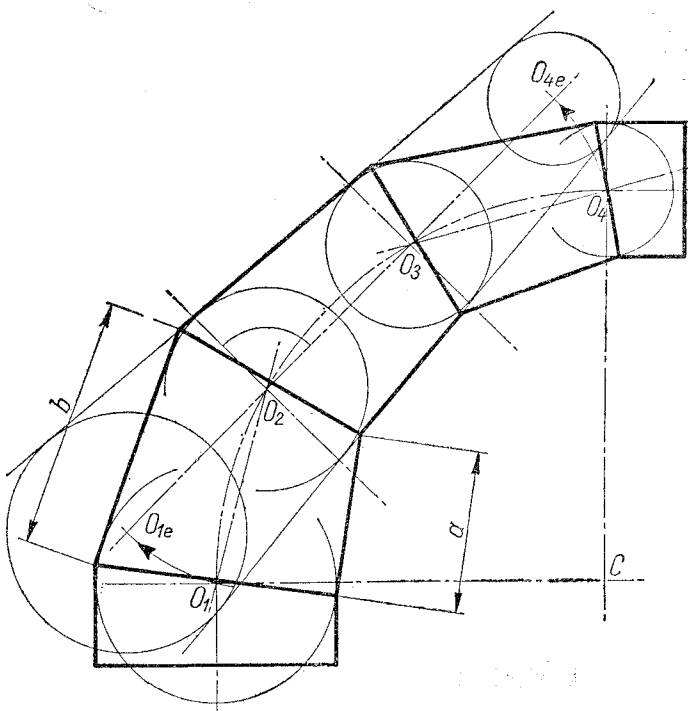
De mekkora gömböket kell az osztópontokba rajzolnunk? Ezt a kúp kiegyenesítésével határozzuk meg.

Az adott körív tetszés szerint megválasztott osztópontjain átmenő húrokat — a gerezdek középvonalát — osztásról osztásra haladva, egybefordítjuk (321. ábra). Az első és az utolsó középpont köré megrajzoljuk az adott hengerátmérőnek megfelelő gömböket, az ezeket ábrázoló két kör közös érintői lesznek a keresett kúpfelület képhatáralkotói. Ha az egybefordított osztópontokból merőlegest bocsátunk rájuk, megvan a keresett gömbök sugara (322. ábra: $r_2 \dots r_4$), úgyhogy ezekkel most már megrajzolhatjuk a könyököt. A 323. ábrán egyenletesen osztottuk be az ívet, és nem az O_1O_2 húrba, hanem az O_2O_3 -ba fordítottuk bele a többi húrt.

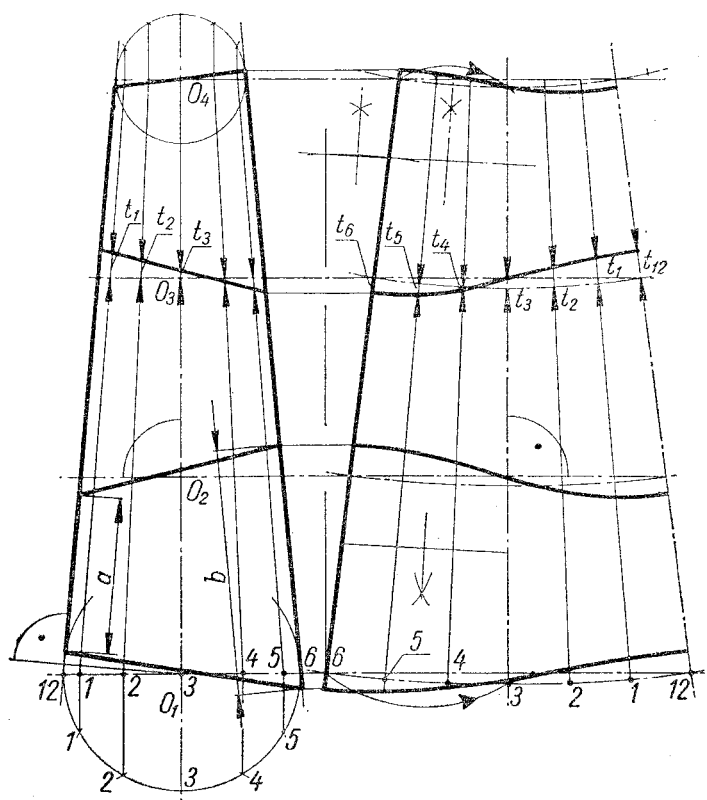
Szabácsszerkesztés:

A közös kúpfelületre rárajzoljuk a gerezdeket az a és b alkotóhossz stb. átmásolásával (324. ábra).

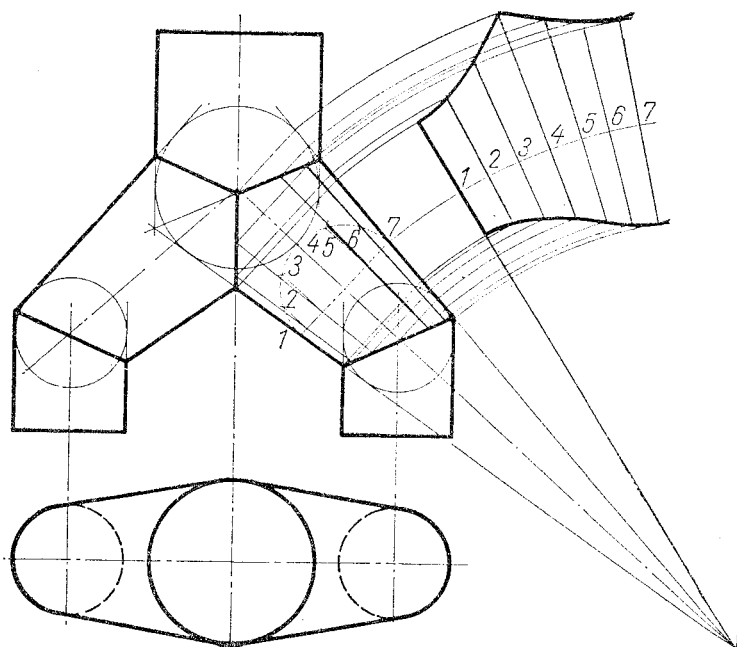
Mivel a kúp csúcsa nagyon messze van, ezt most a 261. ábra szerint szabjuk ki. Először nem törődünk a ferde metszősíkokkal, hanem az O_1 és az O_4 gömb középpont-



323. ábra. Egyenletes osztású kúpos gerezdes ív



324. ábra. Az egyenletes osztású kúpos ív kiegyenesítése és szabása.
(A 323. ábrához)



325. ábra. Kúpos nadrágcső két vetülete és a közbenső szárdarab fél szabása

ján át képzelt harántszelvények körét terítjük ki. (Az, hogy magát a gömböt vesszük a befördített körnek és osztjuk be egyenletesen, csak elég hegyes kúp esetén tűrhető megközelítés, mert a 12-es meg a 6-os pont nem lehet rajta a gömbön, ha rajta van az alkotón, mely a gömböt az O_1 -ből az alkotóra bocsátott merőleges metszéspontjában érinti. De most a hiba egy vonalvastagságnyi sem tesz ki.)

Észrevehetően fokozza a pontosságot, ha nem az egész, hanem csak a félkerülethez szerkesztjük a 261. ábra egyenes trapézát, mert hiszen a szabás szimmetrikus.

A két szélső harántszelvény kiterített körívét a 262. ábra szerint szerkesztjük meg, azután közbeiktatjuk az O_2 és az O_3 harántsíkjában levő körök szabását is, az alkotók megfelelő beosztásával.

A szabás hullámvonalait a 263. ábra szerint szerkesztjük: alkotónként átmérjük a szabásba a harántszelvény és a ferde metszészvonal távolságait.

Kúpos nadrágcső

Elemzés:

A két párhuzamos csőnek, a nadrág két szárá végének (325. ábra) keresztmetszete összesen akkora, mint a felső, bővebb csőé, a nadrág derekéé. Itt alkalmazhatjuk a 40. ábrán bemutatott szerkesztést.

Az átmeneti kúpok felvétele lényegében nem különbözik a 319. ábrától, csak annyi a többlet, hogy a két nadrágszár nemcsak a hengert, hanem középen egymást is metszi.

A szerkesztés tehát az előzőekben megbeszélt fogások egyszerű alkalmazása.

Hármas szűkítő elágazás

Elemzés:

A 326. ábra az előbbi idom (325. ábra) tovább kombinálása.

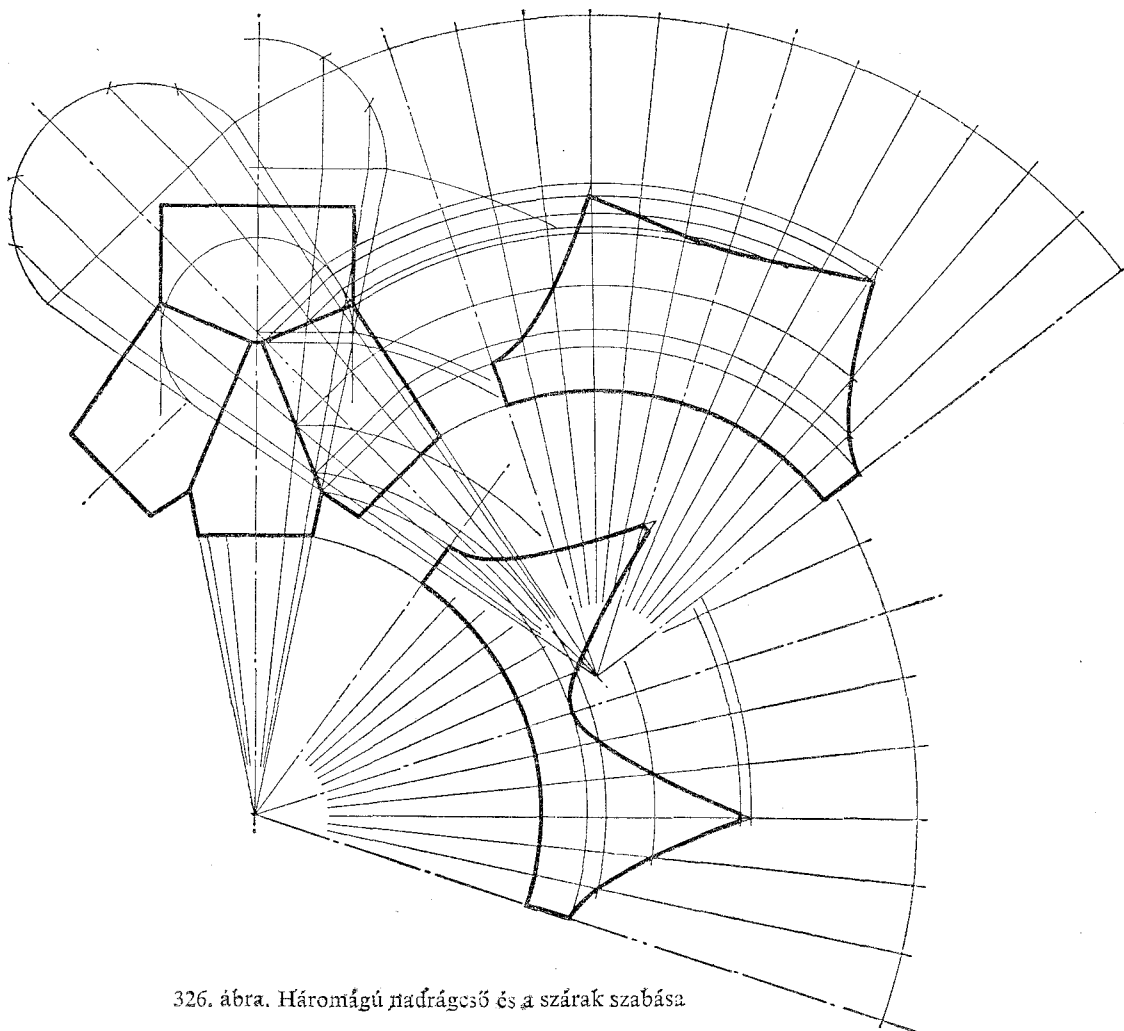
Mind a három átmeneti kúpfelület ugyanazt a segédgömböt érinti, amelyet a közös hengeres cső belsejébe — szintén érintőleg — rajzoltunk.

A három kivezetőnyílás keresztmetszetének összege itt is egyenlő a hengeres cső keresztmetszetével, ezt azonban nem szerkesztéssel, hanem számítással határoztuk meg:

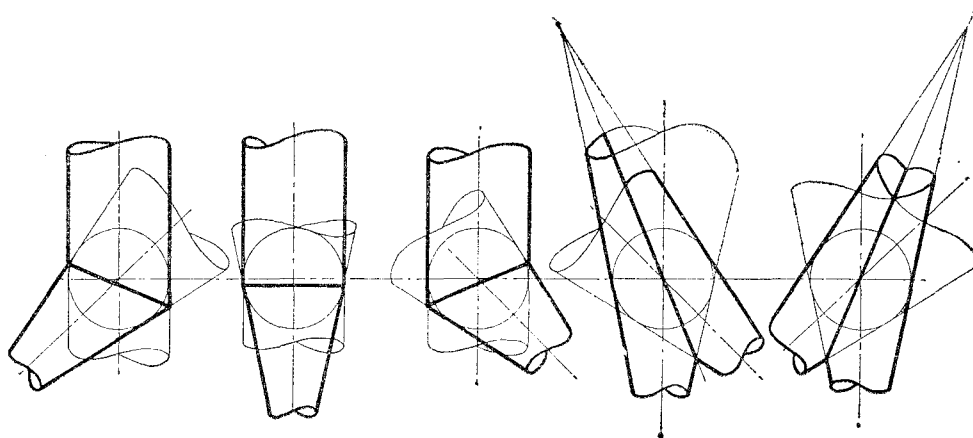
$$3d^2\pi/4 = D^2\pi/4; d = D/\sqrt{3}.$$

Áthatásszerkesztés:

A képhatáralkotók metszéspontját nem a gömb középpontjával kell összekötni, hanem mind a három kúpnak a hengeres résszel való áthatását külön-külön kell megrajzolni (327. ábra) úgy, mintha a másik kettő ott sem volna. Ez annyit jelent, hogy a másik két kúp belsejébe cső — tehát el sem készül — darabok képhatárvonalait is meghúzzuk és ezek metszéspontját kötjük össze a kész állapotban is megmaradó képhatáralkotók metszéspontjával. A középső kúpnak persze egyik oldalon sem marad meg a henger képhatáralkotójával való metszéspontja. Az egy és ugyanazon gömböt érintő egyforma hegyes kúpok áthatásának vetületei a gömb középpontjában metszenek egymást, a henger és kúp közötti három áthatási vonal vetülete azonban már a középpont előtt elvágja őket.



326. ábra. Háromágú nadrágcső és a szárok szabása



327. ábra. Külön-külön kell megtalálnunk minden metszészonalát! (A 326. ábrához)

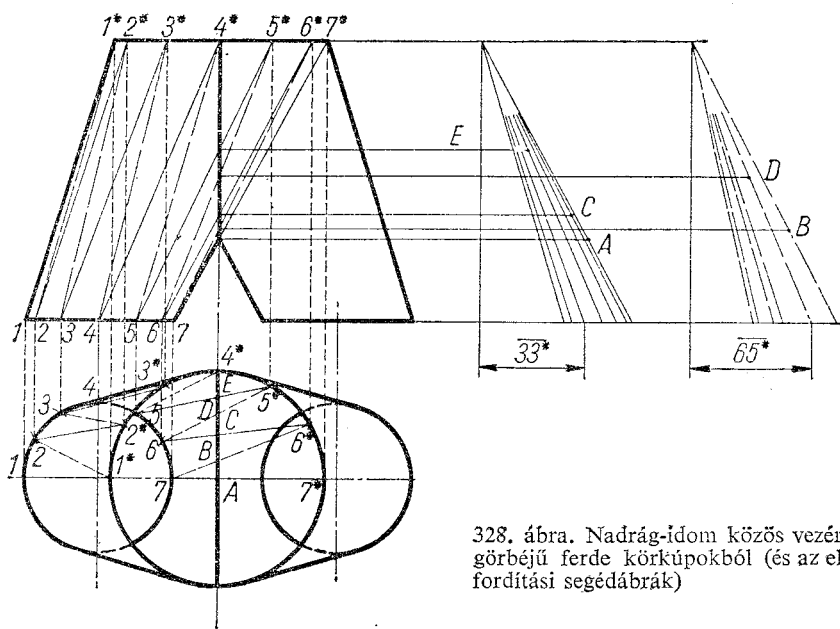
A szabásszerkesztés

az eddigiekhez képest semmi újat sem tartalmaz. A két oldalsó leágazó kúp szabása természetesen egybeillik. Mivel az idom nemcsak arra a síkra tükrös, amely az elülnézeti középvonalra illeszkedik és a rajz síkjára merőleges, hanem van a rajz síkjával párhuzamos tükörsíkja is, teljesen mindegy, hogy a két egybeillő szabást merre görbítjük meg.

Ferde-körkúpos nadrágcső

Elemzés:

Párhuzamos síkokban levő körök, ha középpontjuk összekötő-vonala nem merőleges a síkokra, ferde körkúpot határoznak meg (328. ábra). A képhatáralakotók metszéspontjával könnyen meg is találhatjuk a kúp csúcsát, de ha az nagyon messzire kerül, természetesen háromszögméréssel is megszerkeszthetjük a kúpok szabását.



328. ábra. Nadrág-ídom közös vezérgörbéjű ferde körkúpokból (és az elfordítási segédábrák)

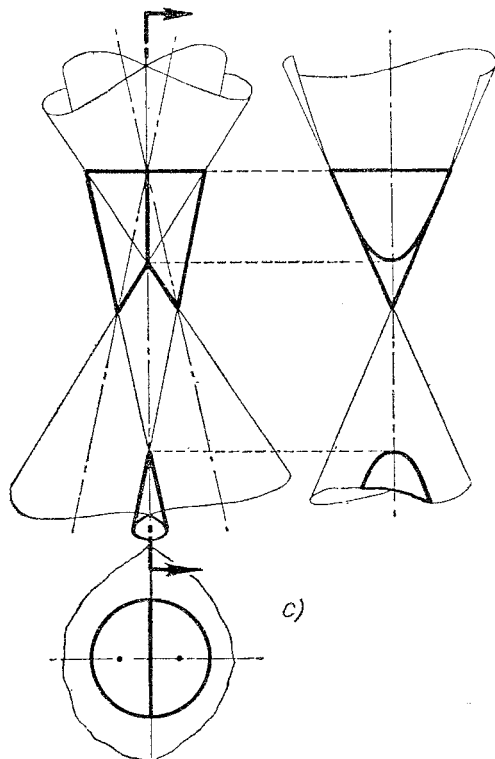
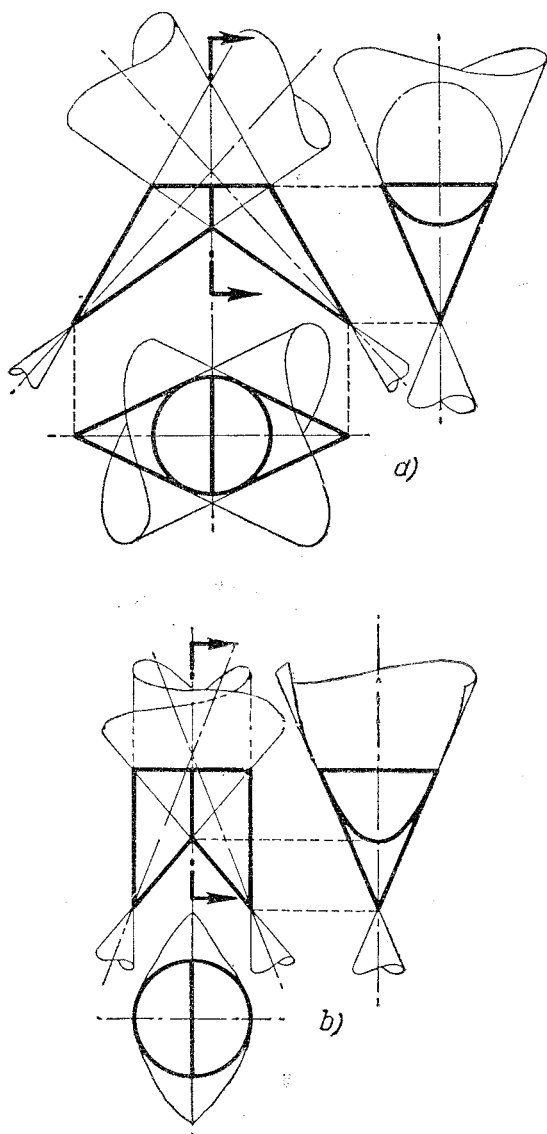
A nadrágcső két ferde körkúpjának felső vezérgörbéje közös. A két kúp tehát egymást ebben a közös vezérgörbében metszi. Van azonban még egy áthatási vonaluk is, ezt meg kell szerkeszteni.

Áthatásszerkesztés:

Ha a közös vezérgörbéjű két ferde körkúp a vezérgörbéjük síkjához képest egyforma ferde, akkor a másik áthatási vonaluk olyan ellipszis (vagy hiperbola, esetleg parabola, 329. ábra), amelynek síkja merőleges a közös vezérkör síkjára és az adott elülnézetben a rajz síkjára is. Az elülnézetben a képe tehát a képhatáralakotók metszéspontjából a vezérgörbét ábrázoló egyenesre bocsátott merőleges, mely azt a 4* pontban metszi. Egyenes vonal a fölülnézete is, ellipszisen az oldalnézetben látszana.

Ha egyforma sok részre osztottuk be a ferde körkúp mindkét adott körét, akkor a rajz szerinti számozás esetén az egyforma számú (1, 1* stb.) pontok összekötő vonala kúpalkotó. A háromszögméréshez szükséges másik vonala (1*, 2 stb.) a kúpfelület húrja.

A háromszögmérés lényege — mint tudjuk — az, hogy minden egyes felületi vonalnak megállapítjuk a valódi hosszúságát. Ábránkban külön rajzoltuk meg a folytonos vonallal jelölt kúpalkotóknak és külön a szaggatott vonallal húzott huroknak rajzsíkkal párhuzamosra fordított vonalát. Az alkotóknak az áthatásvonalig terjedő hosszát vízszintes segédvonallal jelöltük ki a párhuzamosra fordítási ábrán, amelyet tehát először úgy rajzoltunk meg, hogy

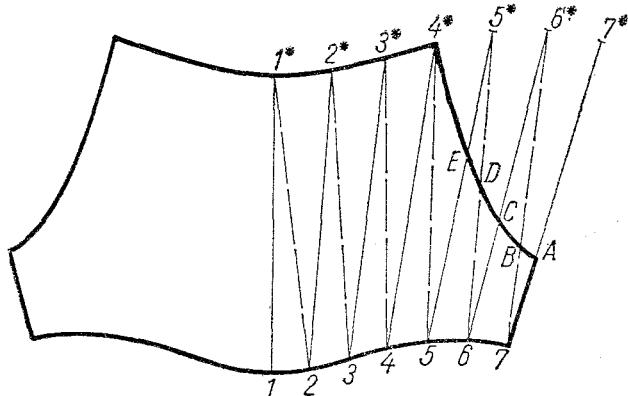


329. ábra. A körre merőleges síkú metszészonal; a) ellipszis, b) parabola, c) hiperbola. (A 328. ábrához)

az áthatást nem vettük figyelembe. Vagyis az $A...E$ metszéspontokkal nem törődve, a *fölülnézetből* a teljes $7, 7^*, 7, 6^*, 6, 6^*, 5^*, 5, 5^*$ távolságokat mértük át az elfordítási ábra vízszintes befogójára.

Szabásszerkesztés:

A szabást is először az áthatási vonal figyelembevétele nélkül rajzoljuk meg, vagyis pl. az I, I^* szimmetriaponttól kezdve az alkotóknak, illetve a szaggatott vonallal jelölt segédvonalaknak az elfordítási ábrából vett valódi hosszát a *fölülnézetből* vett fvhosszakkal ($I, 2, I^*, 2^*$ stb.) hozzuk metszésbe, háromszögről háromszögre haladva (330. ábra).



330. ábra. A ferde-körkúpós nadrágcsár (328. ábra) szabása

Az $A...E$ áthatási pontokat azután az elfordítási ábrából vett valódi hosszúságukkal ($7A...5E$) másoljuk át az alkotókra, illetőleg húrokra.

Ez az idom is kétszeresen szimmetrikus — éppúgy, mint az előző (325. ábra) —, tehát egészen mindegy, hogy a szabást merre hajlítjuk meg (főltéve, hogy a lemez két oldala egyforma).

Szűkítő csomk

Elemzés:

Ennek az idomnak (331. ábra) a szerkezete hasonlít az előző (328. ábra) nadrágcsőéhez: a csomk felső széle közös vezérkör. A vezérkörhöz csatlakozó ferde felület azonban ebben az esetben nem kúp, hanem *henger*. Ezt kitalálhatjuk a *fölülnézetből* is, ahol a vezérkörnek elől-hátul egymással párhuzamos két érintője a csomk képhatárvonala.

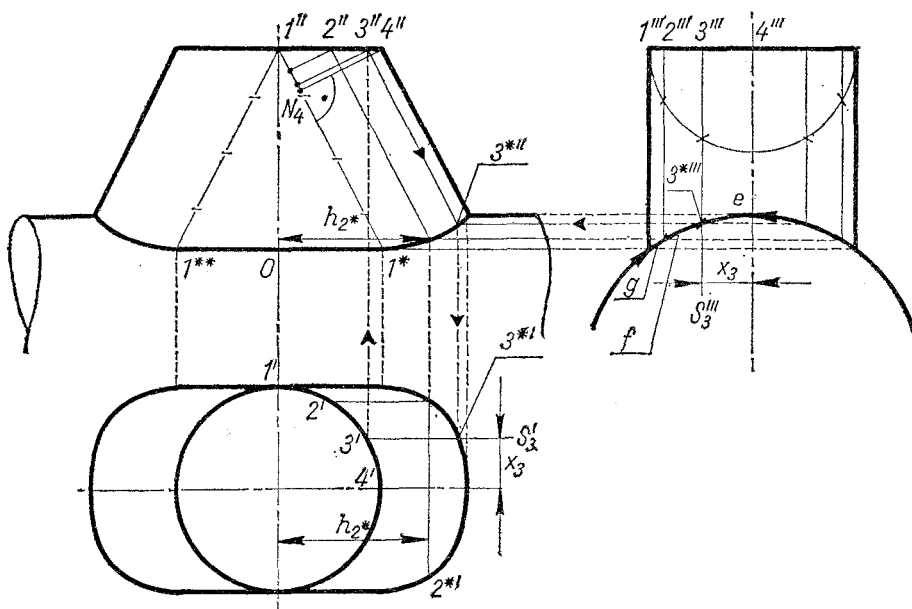
A két ferde hengernek is volna ugyanolyan helyzetű ellipszis alakú *másik* áthatásvonala, amilyen az előző idom két ferde körkúpjéé volt, csak hogy ez itt nem készül el, mert az idomot a két ferde henger *közös érintősíkjai* határolják elülről és hátulról. Meg kell azonban szerkeszteni a csomknak a hengeres edénnyel való áthatását.

Tekintve, hogy a csomknak két jókora sík része is van, ezt a csomkot nagynyomású közeg (gőz, olaj stb.) vezetésére nem szabad használni.

Áthatásszerkesztés:

Milyen segédsíkok metszik könnyen megrajzolható vonalakban a ferde hengereket is, meg a bővebb vízszintes hengert is?

A már említett két érintősík, mely a két ferde hengert *összeköti* (I, I^*, I^{**} és a vele fedésben levő hátsó sík), alkotóban metszi a nagy hengert: I^*, I^{**} . Az ezekkel párhuzamos síkok a nagy hengert is, meg a két ferde hengert is alkotókban metszik. Ha a síkokat a *fölülnézetben* vesszük fel (pl. S_3'), akkor a vezérkörrel való metszéspontjuk ($3'$) határozza meg az *elülnézetben* a metszési alkotó felső végpontját (rendezőhúzás: $3''$), az *oldalnézetben* pedig az x távolság átrakásával kapjuk meg ugyanannak a síknak a vonalát (S_3''). Az *oldalnézetben* a nagyhenger a rajz síkjára merőleges, tehát ott a segédsík és a nagyhenger metszéspontját egy pont ábrázolja (pl. $3^{*''}$). E pont rendezővonala egyben a metszéspont *elülnézete*, ezt pedig a segédsík és a ferde henger metszéspontja — amelyet az előbb megkapott ($3''$) vezérpontból a képhatáralkotóval párhuzamosan húztunk — az áthatás keresett pontjában

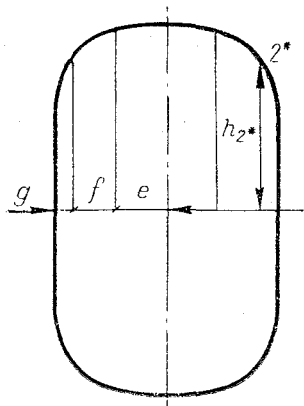


331. ábra. Szűkítő csomk három vetülete

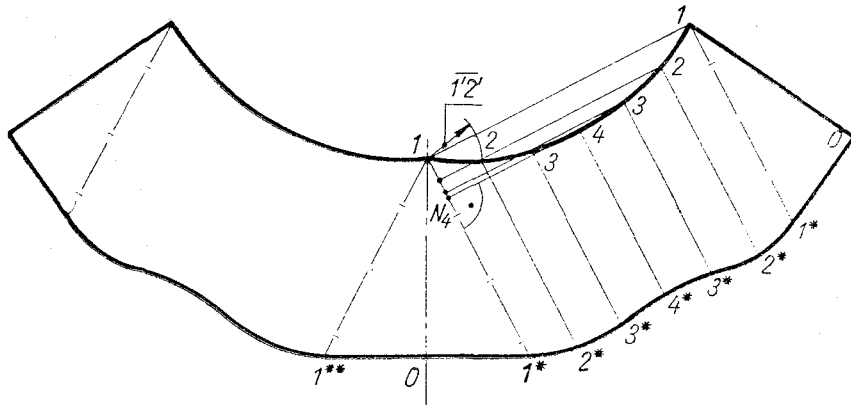
metszi ($3''$). A két segéd-metszésvonal e metszéspontjának *förlünetét* rendezőhúzással kapjuk meg a förlünetben felvett segédsík vonalán ($3''$).

Szabásszerkesztés:

A nagy henger kivágását (332. ábra) úgy kapjuk meg, hogy megrajzoljuk két egymásra merőleges középvonalát, az egyikre rámérjük jobbra-balra az oldalnézetből vett $e \dots g$ alkotótávolságokat, a másik irányában pedig az alkotók hosszát, amelyet a förlünetből vagy az elülnézetből mérhetünk le (h).



332. ábra. A nagy henger kivágása síkba terítve. (A 331. ábrához)



333. ábra. A csónk palástjának szabása. (A 331. ábrához)

A csónk kiszabását az elülnézetben valódi nagyságban látszó sík háromszög felrajzolásával kezdhetjük ($1,1^*$, 1^{**}), ennek függőleges középvonala ($1,0$) szimmetriatengelye lehet az egész szabásnak (333. ábra). A többi alkotó — amelyeket pl. az áthatás szerkesztésekor rajzolunk meg — szintén valódi hosszúságában van meg az elülnézetben, csupán azt kell megállapítani, hogy kiterítéskor hogyan helyezkednek el az $1,1^*$ alkotó végpontjaihoz képest. E célból az alkotók felső végpontjából segédmerőlegeseket bocsátunk az elülnézetben az $1,1^*$ alkotóra (tekinthetjük ezeket a ferde henger harántmetszeteinek, $n_2 \dots n_4$ (vö. 156. ábra). Ezek szabása gördülési segédvonal, mely az alkotókra merőleges és az $1,1^*$ alkotóval átmásolt $N_2 \dots N_4$ pontokból indul ki. Az alkotók végpontját a förlünetben körzöbe vett vezérkör-ív hosszakkal kapjuk meg úgy, hogy a már meglevő pontba szúrva a körzöt, a soron következő gördülési vonalat egy kis körívvel elmetsszük. A vezérkör így megkapott szabásának pontjaiból az $1,1^*$ alkotóival párhuzamosan meghúzzuk az alkotók szabását és rájuk mérjük az *elülnézetben* lemérhető valódi hosszúságukat. Végpontjaik adják az áthatási vonal szabását. Végül hozzáillesztjük a túlsó oldali háromszöget, pl. a rajzunk szerint a középvonal mentén vágva el.

Egyébként, hogy a hengeres részekhez a velük érintkező sík részeket egy darabból szabjuk-e ki, vagy pedig külön, úgyhogy az érintési vonal hegesztési varrat is lesz, az a gyártási technológiától függ. Ha pl. vastag lemezt három henger között hajlítunk meg, akkor rendszerint bajos sík részeket vele egyben hagyunk.

Elrajzolt szűkülő csónk

Elemzés:

Ez az idom (334. ábra) abban különbözik az előző csónktól (330. ábra), hogy a förlünetén be van kótázva

az áthatási vonal is: $R300$. A rajzmásoló bizonyára nem tudta, hogy ezzel *nem* egy 300 mm sugarú kört írt elő, hanem csupán azt, hogy az áthatási térgörbe *vetülete* legyen ilyen kör. (Lehet, hogy nem is tudja, mi az a térgörbe.) A rajz az ellenőrzésen is átcúszott, mi pedig — a műhelyben — nem akarunk felszólalni, mert hiszen így is el lehet készíteni utóvégre, vékony lemezből. (Hengerek között hajlított *vastag* lemezből nagyon nehéz mást készíteni, mint egyenes körhengert.)

A csónk felületének tehát két vezérgörbéje van adva: 1. felső széle, amely kör, és 2. a nagy hengerre rajzolt

olyan hengerfelületi görbe vonal, amelynek a *förlüneté* kör. Meg tudnók határozni ennek a két görbének közös érintősíkjait, hogy az érintési pontok között meghúzzassuk a kiteríthető felület valódi alkotóit, de ez nem fokozza annyira a háromszögmérés pontosságát, hogy érdemes lenne az időt vele tölteni. Célszerűbb, ha most is az elülnézet síkjával párhuzamos vonalakkal dolgozunk, mert azoknak *valódi hosszúsága az elülnézetben* lemérhető

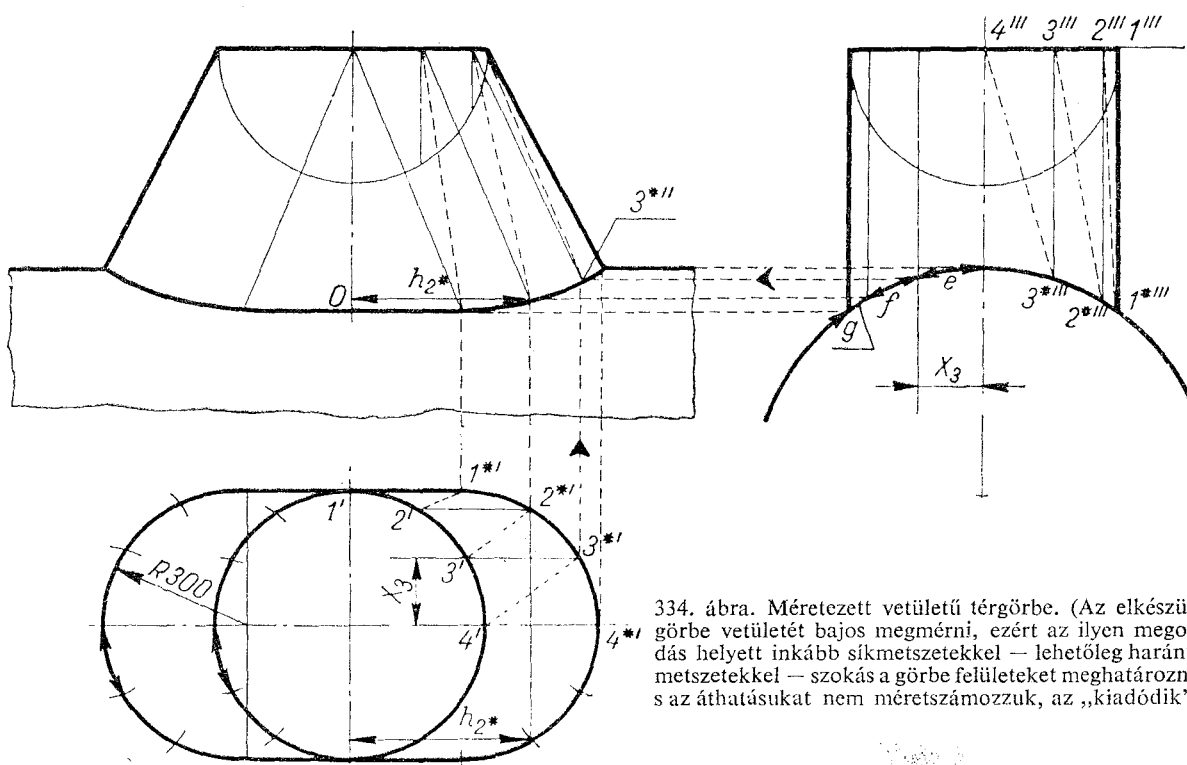
Az adott áthatás elülnézetének megszerkesztése:

Az $R300$ -zal meghatározott förlüneté és a nagy henger oldalnézete meghatározza az áthatás térbeli alakját; egy-egy pontjának elülnézte az idom hosszanti tükörsíkjától mért x távolságú képek ($3''$, $3'''$) rendezővonalainak metszéspontjából kiadódik ($3''$).

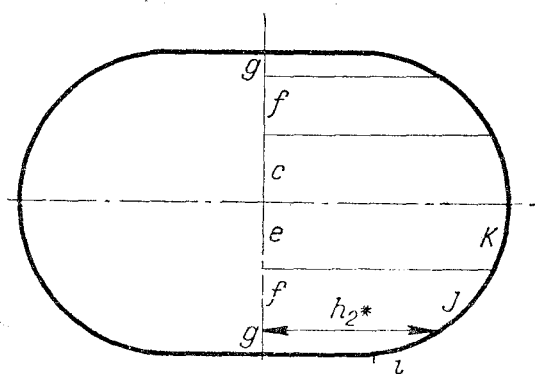
Szabásszerkesztés:

A nagy henger kivágását (335. ábra) ugyanúgy szerkesztjük meg, mint az előbb.

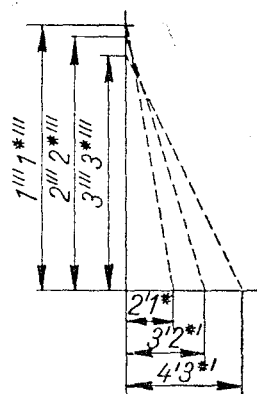
A köpeny szabásához (337. ábra) háromszögmérést alkalmazunk. Az itt kivételesen folytonos vonallal húzott húrok hosszúságát, mint már mondtuk, az elülnézetből kapjuk, csupán az ezek végpontjait összekötő szaggatott segédvonalakat kell a képsíkkal párhuzamosra fordítani (336. ábra). Egy derékszög vízszintes befogójára felmérjük a szaggatott segédvonal förlünetének teljes hosszúságát ($2'1'' \dots 4'3''$), a függőleges befogóra pedig a két végpont *magasságkülönbségét*. Ezt a legkönnyebben az oldalnézetben találjuk meg. Pl. a $4'3''$ segédvonal két végpontjának magasságkülönbsége egyenlő a $3'''$, $3'''$ távolsággal, a *véletlenül* éppen ott levő „majdnem” alkotó segédvonal oldalnézetének hosszúságával. Vigyázzunk, hogy ez az érdekes véletlenség meg ne zavarja a ferde vonaldarabok valódi nagyságának megszerkesztésére vonatkozó szabatos ismeretünket, amelyeket a 207. ábra kapcsán szereztünk.



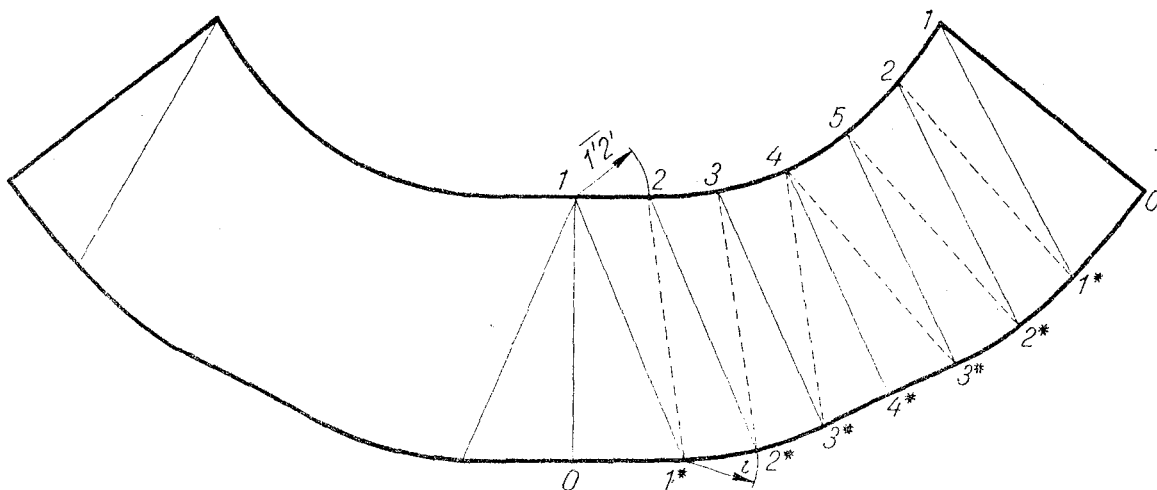
334. ábra. Méretezett vetületű térgörbe. (Az elkészült görbe vetületét bajos megmérni, ezért az ilyen megoldás helyett inkább síkmetszetekkel — lehetőleg harántmetszetekkel — szokás a görbe felületeket meghatározni, s az áthatásukat nem méretszámozzuk, az „kiadódik”)



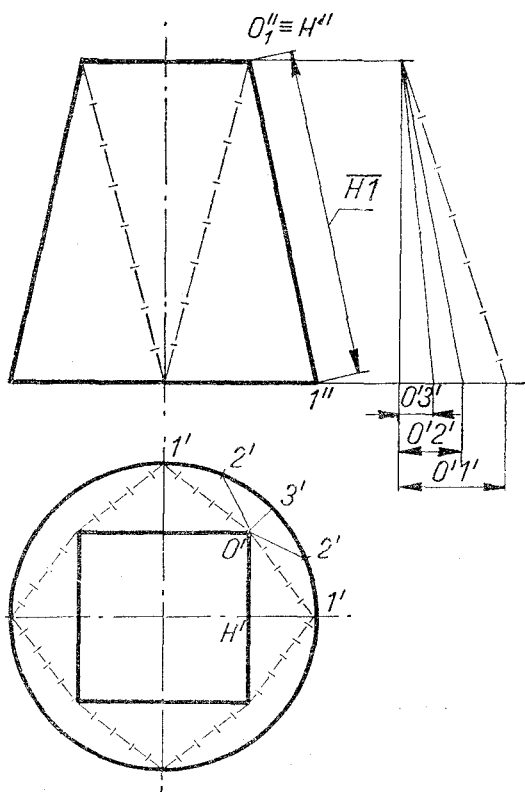
335. ábra. A nagy henger kivágásának szabása. (A 334. ábrához)



336. ábra. A mélyebben húzódó hűrok elfordítása. (A 334. ábrához)



337. ábra. A csónk palástjának szabása. (A 334. ábrához)



338. ábra. Fent szögletes, lent kerek lemezidom két vetülete és az elfordítási ábra

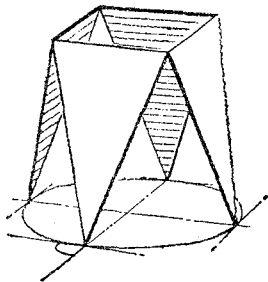
A váltakozó csúcsú háromszögek kurta oldalai közül a felsők valódi hosszúságát megtaláljuk a fölülnézetben, mert a kör síkja ott a rajz síkjával párhuzamos; az alsó (csillagos) oldalak azonban a *térgörbe* áthatási vonal ívei, és sehol sem párhuzamosak a rajzzal! Külön elfordíthatjukra még sincs szükség, mert a térgörbe valódi hossza megvan a *kivágás szabásán* (335. ábra), ívei; i, j, k .

Átmeneti felület körszelvény és szögletes szelvény között, ferde körkúpokkal

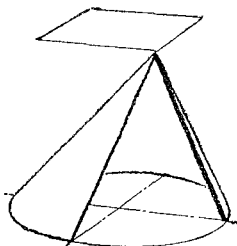
Elemzés:

Tudjuk, hogy kiteríthető felülettel két tetszőleges görbe vonalat összeköthetünk, csak meg kell találni a két görbe közös érintősíkjait, vagyis az egyik görbe minden pontjához tartozó érintőjével *egy* síkban fekvő érintőt kell találni a másik görbéhez és akkor az *egy-egy síkban fekvő* érintők érintési pontjainak összekötő egyenese a kiteríthető felület *alkotója*. (270., 276. ábra.)

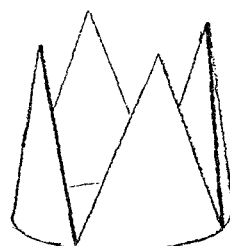
Az adott esetben (338. ábra) a négyszögletes szelvény síkja párhuzamos a körszelvényével. Ilyenkor az egy érintő síkban fekvő érintők párhuzamosak egymással. A négyszögletes szelvény egy-egy oldalával párhuzamos körérintők érintési pontját a fölülnézetben találjuk meg úgy, hogy a négyszög szelvény oldalaira merőleges sugarakat húzunk, ahol ezek a kört metszik, ott van a keresett érintők érintési pontja. A négyszög szelvény egy-egy oldalának



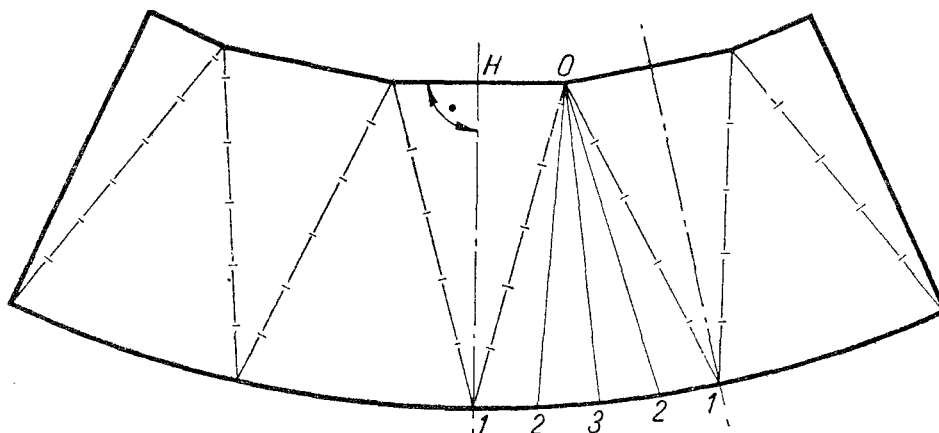
339. ábra. A négy sík. (A 338. ábrához)



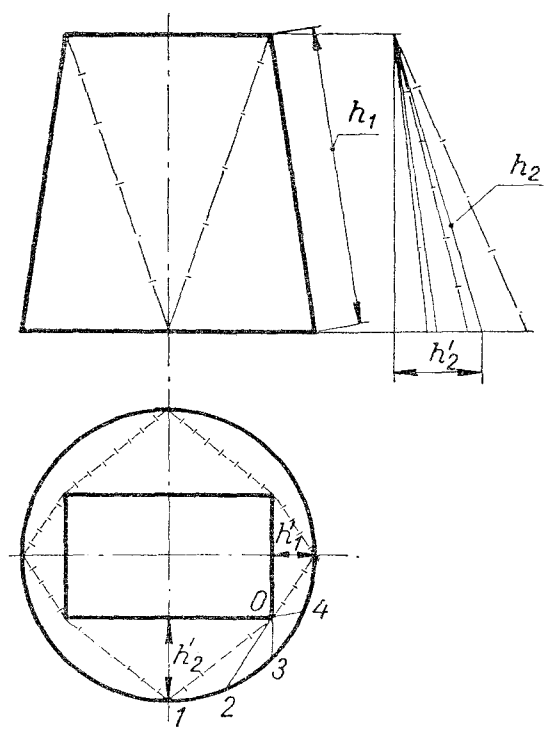
340. ábra. Az egyik ferde körkúp felhasználatlan gerezdje. (A 338. ábrához)



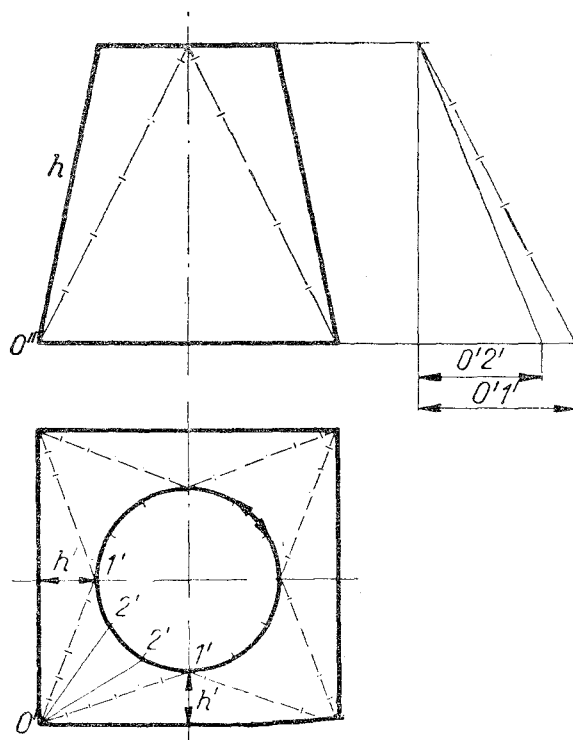
341. ábra. A négy felhasznált kúpgerезд. (A 338. ábrához)



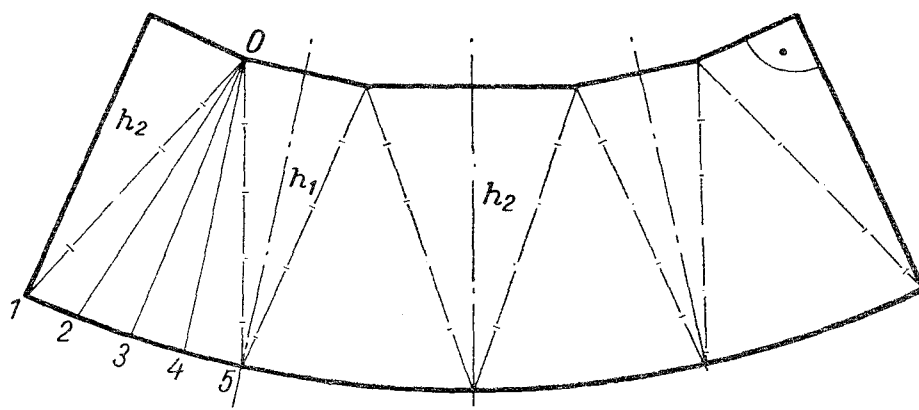
342. ábra. A 338. ábra idomának szabása



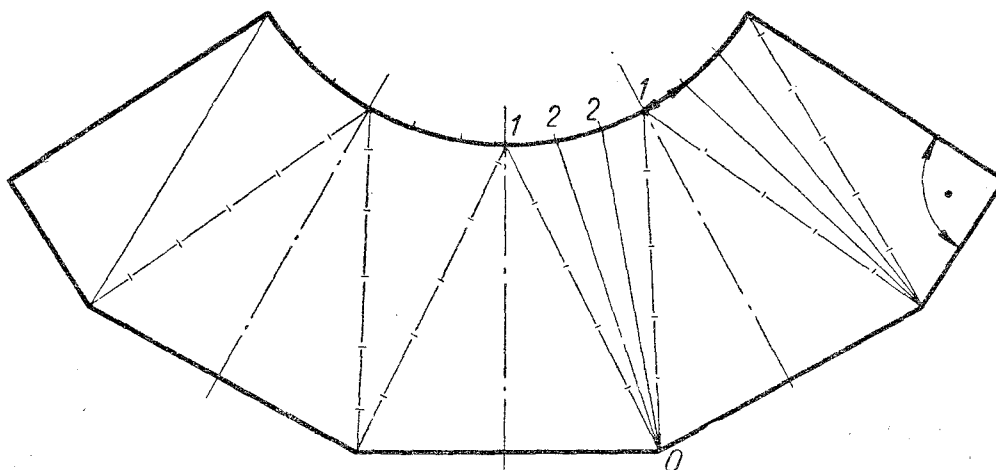
343. ábra. Fent téglalap, lent kör összekötő felülete



344. ábra. Fent kör, lent négyzet összekötő felülete



345. ábra. A 343. ábra idomának szabása



346. ábra. A 344. ábra idomának szabása

valamennyi pontjához tehát *egyetlen egy* pont tartozik a körszelvényen; az ezeket összekötő alkotók *síkot* határoznak meg. A keresett kiteríthető felületnek eszerint négy sík része van, ezek az adott kétszeresen tükrös idom esetében egybevágó háromszögek (339. ábra).

A körszelvény *valamennyi többi* pontját a négyszögszelvény *csúcsaival* köthetjük össze. Ezek az összekötő egyenesek négy ferde kúpot alkotnak (340. ábra), amelyeknek természetesen csak a síkokkal való érintési vonalukig terjedő cikkelye (341. ábra) készül el a szóban forgó átmeneti idomon.

Ugyanez lehet a szerkezete mindenféle szögletes és körszelvény közötti átmeneti idomnak, lehet a szögletes szelvény téglalap alakú (343. ábra), de lehet négyzet is (338. és 344. ábra), lehet kisebb, mint a kör (338., 343. ábrák) vagy nagyobb (344., 349. ábrák), lehet olyan, hogy a négy-

zet oldalhossza éppen egyenlő a kör átmérőjével (347. ábra), sőt könnyen kiszámíthatjuk azt is, melyik négyzet és kör területe egyenlő:

$$T_{\text{kör}} = D^2 \pi / 4 = T_{\text{négyzet}} = a^2$$

$$a = D \sqrt{\pi} / 2 = 0,886 D$$

Az sem változtat az idomszerkezet lényegén, hogyha a körszelvény síkja nem párhuzamos a négyszetszelvény síkjával (349. ábra).

Szabásszerkesztés:

A 347. ábrán a háromszög alakú sík rész már az elülnézetben is megvan valódi nagyságában, a többi esetben meg kell szerkeszteni a sík és a kúp érintési alkotóinak valódi hosszúságát is éppúgy, mint a kúp többi alkotóját. A négy ferde körkúpdarab kiszabása az eddigiek után nem jelent semmi különösebb feladatot.

Megjegyzés:

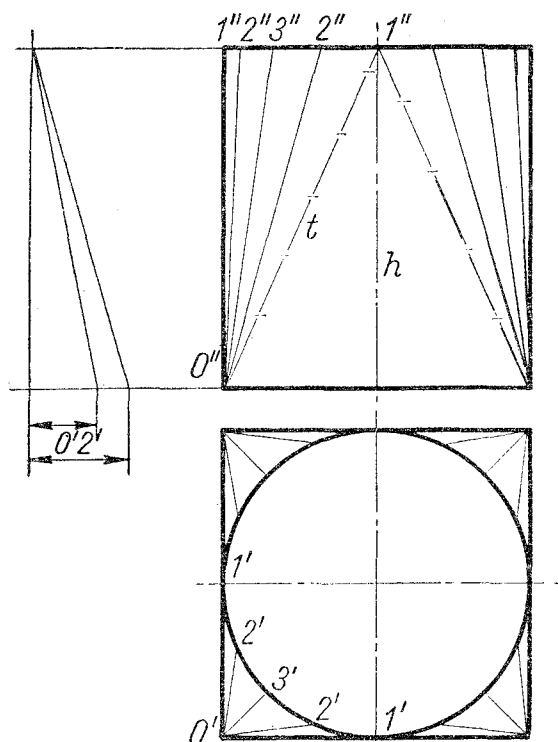
A szabás sík és hajlított darabjainak összeillesztése ebben az esetben is függ a lemezvastagságtól és az alkalmazható gyártási technológiától. Előfordulhat, hogy vastag lemezből külön-külön kell kiszabnunk és az érintési alkotó mentén összehegeszteni őket. Sőt az is lehetséges, hogy a kúpos hajlítás nehézséget okoz, mert a csúcsa felé a hajlítás sugara egyre csökken és ez vastag lemezből nem készíthető el. Ilyenkor a következő megoldást választhatjuk (350. ábra).

Átmeneti felület körszelvény és szögletes szelvény között, ferde körhengerekkel

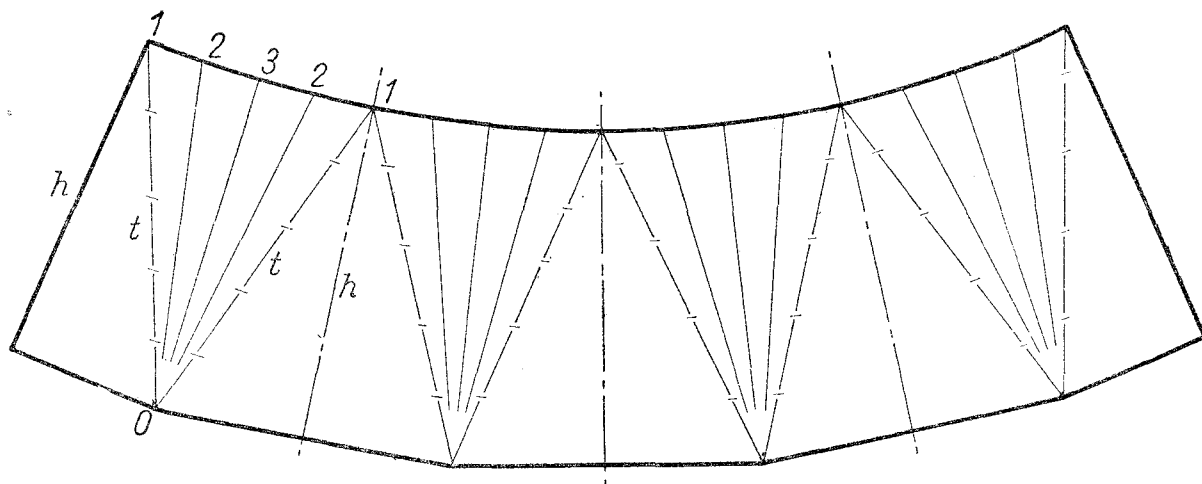
Elemzés:

Ha az előzőekben megbeszélt kúpos idom cikkeinek meghajlítása gondot okoz, akkor a ferde körkúpok helyett ferde körhengereket is készíthetünk. Ezek azonban természetesen nem érintkezhetnek alkotó mentén a szögletes szelvény oldalaitól a körszelvényhez támasztott síkokkal, hanem egy kissé hajlott metszévonaluk lesz: ellipsziszív.

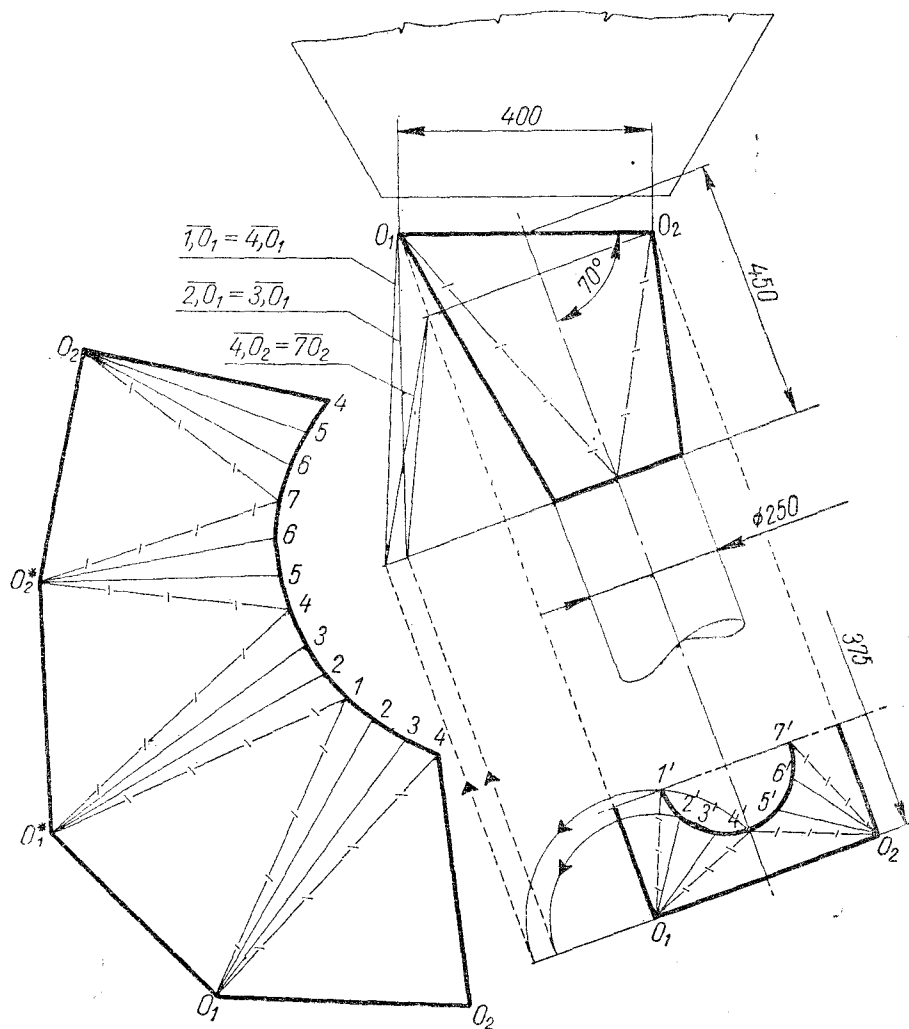
A ferde körhengereket különféle dőléssel támaszthatnánk neki a négyszögszelvény sarkának; a legbiztosabb talán, ha úgy választjuk meg minden hengerdarab alkotó-



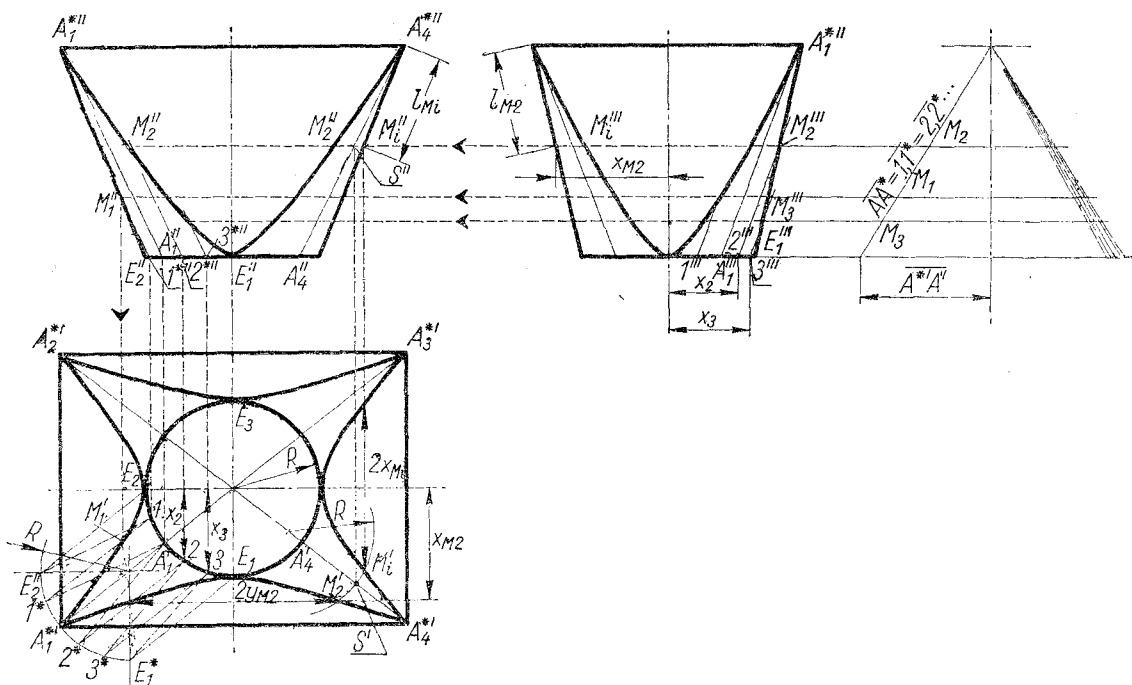
347. ábra. Összekötő felület. A kör átmérője ugyanakkora, mint a négyzet oldala



348. ábra. A 347. ábra idomának szabása



349. ábra. Összekötő felület. A négyszögszelvény és a kör síkja *nem párhuzamos*



350. ábra. Vastag lemezből hegesztett átmeneti idom három nézete, meg az elfordítási ábra. (A görbék *nem hiperbolák*, hanem két-két érintkező ellipszisívből állnak!)

irányát, hogy az alkotók fölülnézete a négyszögszelvény átlójával (A_1^* , A_3^* , illetve A_2^* , A_4^*) legyen párhuzamos (350. ábra).

Áthatásszerkesztés:

A könnyű kiterítés kedvéért egyenlő részekre osztjuk a körnek azokat az íveit, amelyek a sík köpenyrészek érintési pontjai és a négyszög sarkához támaszkodó alkotók vezérpontjai között (E_1 és A_1 között, ill. E_2 és A_2 között) fekszenek. Az A pontok elülnézetét rendezőhúzással kapjuk meg, szintúgy az osztópontok elülnézetét. Az osztópontokból a támaszkodó alkotóval ($\overline{AA^*}$) párhuzamosan meghúzzuk az elülnézetben is és a fölülnézetben is az alkotókat. Az elülnézetben a kör E_2 pontjához támaszkodó sík merőleges a rajz síkjára, tehát ottan meg is van az alkotók metszéspontja: $M_1 \dots$ Rendezőhúzással megkapjuk ugyanezen alkotók felülnézetén a metszéspontjuk fölülnézetét is. Ha a szögletes szelvény négyzet alakú, akkor az E_1 és az E_3 pontban támaszkodó síkok áthatási vonala ugyanilyen, ha téglalap alakú, akkor ezek alakjának megszerkesztéséhez az oldalnézetre is szükség van.

Ellenőrzés:

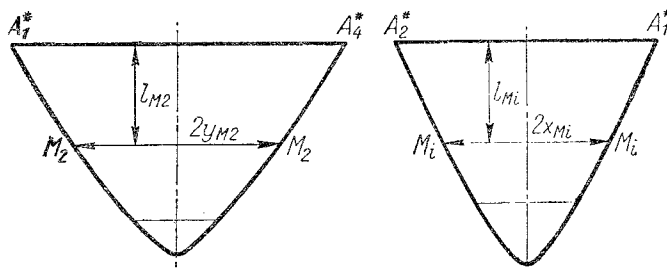
Mivel az M_1 -nél igen hegyes szögű, azaz bizonytalan, pontatlan metszést kaptunk, megszerkesztjük a metszéspontokat, pl. a *segédsíkos* áthatásszerkesztés módszerével is. Ezt az A_4 átlófedő alkotó felé tartó két metszéspont M_2 és M_i pontjain mutatjuk be.

A segédsík vízszintes, vagyis az elülnézetben és az oldalnézetben merőleges a rajz síkjára. Az említett A_4 alkotó és a segédsík metszéspontját tehát közvetlenül megkapjuk pl. az elülnézetben: S'' , és innen rendezőhúzással a fölülnézetben: S' . Itt kell átmennie a segédsík és a ferde körhenger metszéspontjának. A vízszintes vezérgörbéjű körhenger minden vízszintes síkkal kör alakú vonalban metsződik, melynek sugara egyenlő a vezérgörbéével: R . Ugyanannak a segédsíknak az oldalsíkokkal való metszéspontjai egyenesek; az elülnézetből, M_1 -ből rendezőhúzással, illetve az oldalnézetből az x_{M_2} átmérésével szerkeszthetők meg. Az egy segédsíkban levő metszéspontjai a keresett metszéspontok megtalált pontjai: M_2' és M_i' .

Szabásszerkesztés:

Az egymást metsző hengeres és sík felületek szabását nem lehet a metszéspont mentén síkba teríteni, hanem külön-külön kell kiszabni és összeheszeszteni mindegyiket.

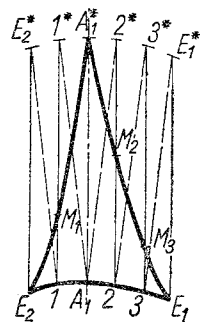
A „háromszög” alakú lemezdarabok (351. ábra) A_1 , A_2 , ill. A_1^* , A_4^* alapja a fölülnézetben, E_2'' , $A_1^{*''}$, ill. E_1''' , $A_1^{*'''}$ magassága pedig az elülnézetben, ill. az oldalnézetben megvan valódi nagyságában. A „háromszögnek” csak az alapja egyenes, az oldalai *ellipszisívek*. Ezek pont-



351. ábra. Az oldalapok szabása. (A 350. ábrához)

jait az alappal párhuzamos segédegyenesekkel kaphatjuk meg. A fölülnézetben egybeesnek ezek a segédegyenesek az áthatásszerkesztési rendezőkkel. Távolóságukat (pl. l_{M_1}) az elülnézetből mérjük le és rakjuk fel a szabás magasságvonalára, hosszúságuk (pl. $2x_{M_1}$) felét pedig a fölülnézetben vesszük körzöbe a magasságvonaltól jobbra-balra és ugyanígy rakjuk át a szabásba. Ha a négyszögszelvény téglalap alakú, akkor kétféle háromszögünk lesz, és a másik fajtának a magassági méreteit (l_{M_2} stb.) oldalnézetből kell lemérnünk. Az ellipszisívek az E pontban érintkezve mennek át egymásba, a „háromszög” csúcsa tehát le van kerekítve.

A ferde körhenger-darabok szabását (352. ábra) háromszögméréssel készítjük el, mégpedig a legegyszerűbben úgy, ahogy a 328. ábránál dolgoztunk: az áthatással egyelőre nem törődve, két párhuzamos síkú vezérkör közötti felületet térítünk ki és az áthatási pontokat utólag rajzoljuk be a szabásba. Hengerről lévén szó, a másik vezérköre egyenlő lesz a megadott vezérkörrel, csupán el van tolva alkotóirányban annyira, hogy éppen keresztülmenjen a négyszögszelvény arrafelé néző csúcsán. E két kör között valamennyi alkotó egyenlő hosszú, tehát csak egyszer kell az elülnézet rajzsíkjával párhuzamosra fordítani. A háromszögméréshez szükséges hurok már nem egyenlő hosszúak, ezeket külön-külön kell az elülnézet síkjával párhuzamosra fordítani. Ha az elfordítási segédábrát szokás szerint az elülnézetrel összefüggő helyzetben rajzoljuk, akkor az áthatáspontokat vízszintes segédvonalal találjuk meg a képsíkkal párhuzamosra fordított valódi hosszúságú vonalakon.



352. ábra. A sarok-hengerek szabása. (A 350. ábrához)

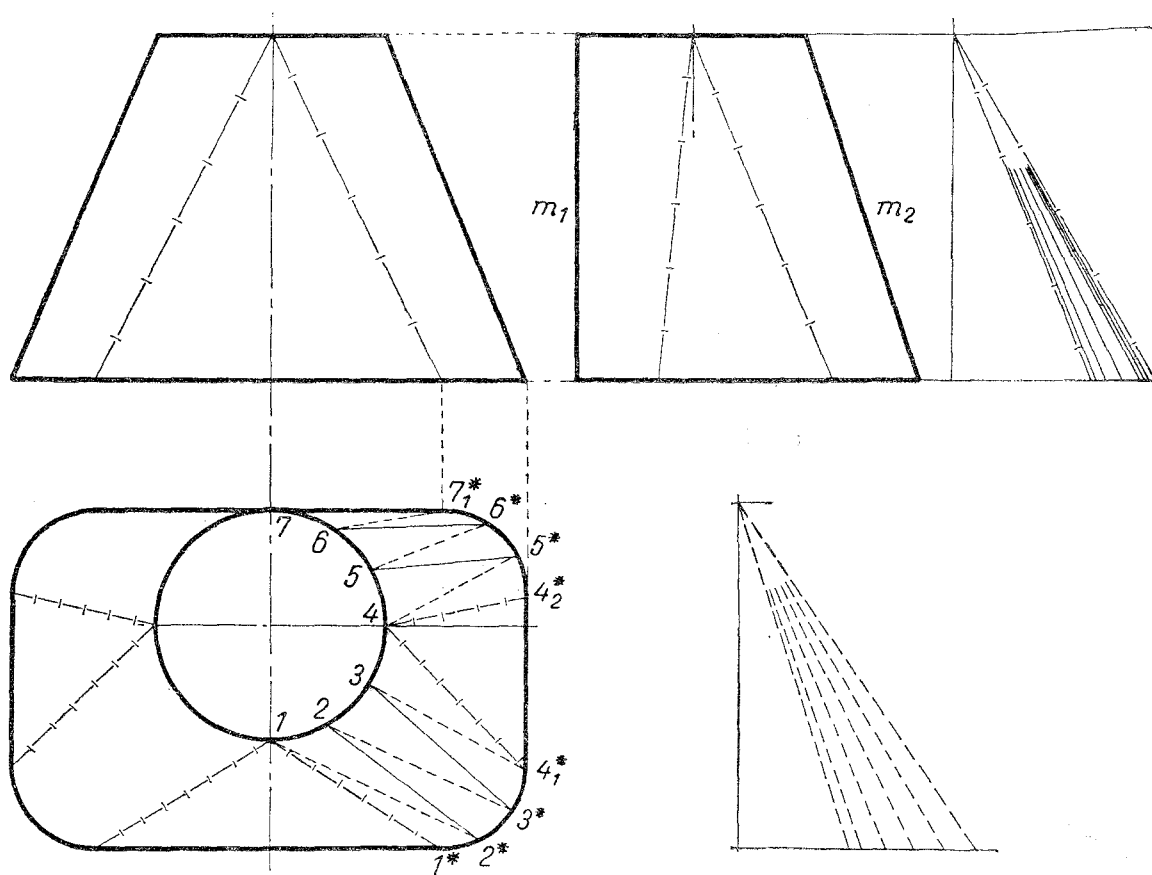
Átmeneti felület gömbölyített élű téglalapszelvény és körszelvény között

Elemzés:

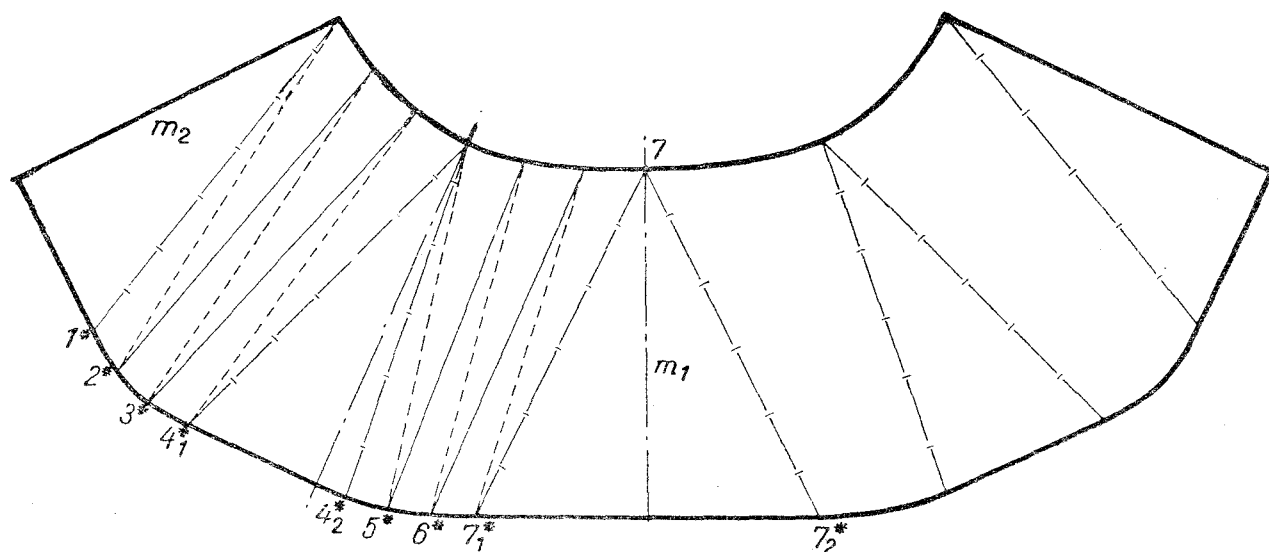
Ha a 353. ábra fölülnézetén levő gömbölyítő-körök sugara egyenlő volna a körszelvény sugarával, akkor itt olyan ferde körhengereink volnának, amelyek nem metszenék a háromszög alakú sík lapokat — mint a 350. ábrán —, hanem alkotó mentén érintenék. Mivel azonban a gömbölyítési sugarak valamivel kisebbek, mint a körszelvény sugara, nem hengerekkel, hanem lefelé hegyesedő ferde körkúpokkal van dolgunk. Ha csúcsuk nem volna túl messze, akkor az alkotóik teljes hosszát használnók fel a szabásszerkesztéshez, így azonban a váltakozó csúcsú háromszögmérésre vagyunk utalva. Mivel az átmeneti kör nem téglalapszelvény középpontja fölött fekszik, hanem annyira el van tolva, hogy az átmeneti idom egyik sík lapja éppen függélyes: az átmeneti idomnak csak egy tükörsíkja van, a ferde körkúpdarabok mindegyike más és más alakú, ha tehát a nagy lemezvastagság miatt esetleg külön-külön szabjuk ki őket, vigyázni kell, melyiket merre hajlítjuk.

Szabásszerkesztés:

Egyenlő részekre osztjuk a köríveket, mégpedig a gömbölyítő körnegyedeket ugyanannyi részre, mint a körszel-



353. ábra. Egy kerekített sarkú négyszög és egy kör közötti átmenet három vetülete és a húrok elfordítási ábrája



354. ábra. A 353. ábra idomának szabása

vény negyedrészt. Ezáltal az egyformán számozott osztópontok összekötő vonalai kúpalkotók lesznek ($1, 1^* \dots 4, 4^*, 4, 4_2^* \dots 7, 7_1^*$). Az alkotókat és a szomszédos alkotók ellentétes végpontjait összekötő húrokat csak a fölülnézetben kell megrajzolni, ott is csak azért, hogy el ne tévesszük, mit mérünk fel az elülnézet síkjával párhuzamosra fordítás segédábráiba.

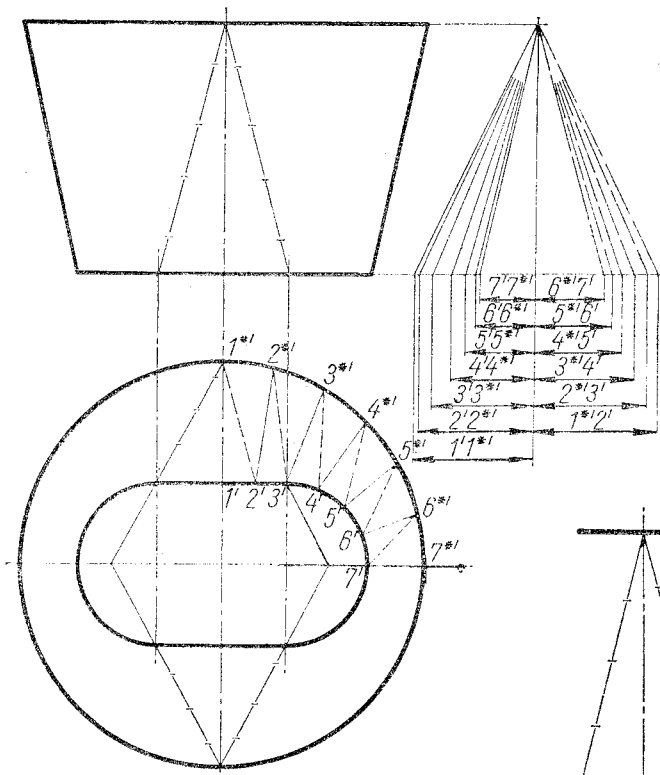
A szabást valamelyik szimmetriavonalától kezdhetjük rajzolni, pl. 354. ábránkon a $7, 7_1^*, 7_2^*$ háromszög magasságvonalától (m_1 -től), mert így egy és ugyanazon körzőnyílással jobbra és balra felmérhetjük a háromszögek oldalait: a fölülnézetből vett „ív hosszakat” és az alkotók, ill. a segédvonalak valódi hosszúságát.

Átmeneti felület

versenypálya alakú szelvény és körszelvény között

Elemzés:

A versenypálya egyenes szakaszán át síkot támaszthatunk neki a körszelvénynek. A félkör-ív és a körszelvény ferde

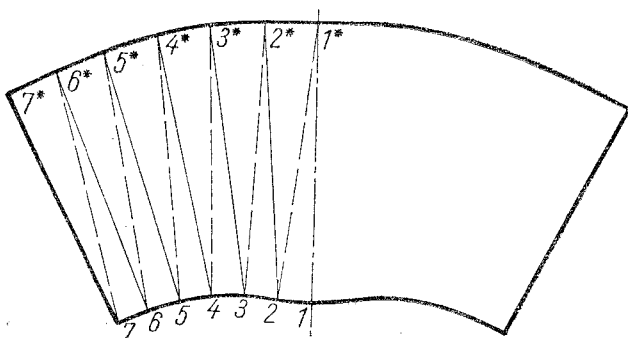


355. ábra. Összekötő felület. Fent kör, lent versenypálya alakú szelvény (és a húrok valódi hossza)

körkúpot határoz meg, mert a síkjuk párhuzamos. A síkok és a ferde körkúpok alkotó mentén érintkeznek (355. ábra).

Szabáyszerkesztés:

Mivel a ferde körkúpok csúcsa elég közel van, pontosabb a teljes alkotóhosszakkal való szerkesztés (357. ábra); a háromszögmérést csak mint érdekes hibapéldát mutatjuk be itt (356. ábra), bár a kétféle módon szerkesztett szabás kö-



356. ábra. A 355. ábra fél szabása váltakozó csúcsú háromszögméréssel

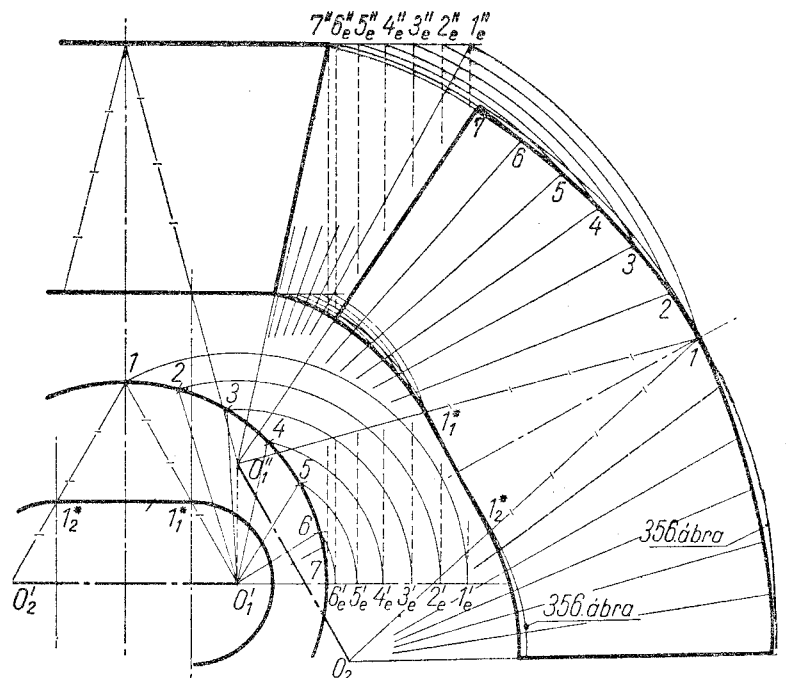
zött az eltérés nem nagyon nagy (357. ábra). A hiba onnan származik, hogy a háromszögméréshez a versenypálya egyenes és köríves szakaszát *együtt* osztottuk be ugyanannyi részre, mint a körszelvényt, vagyis olyan prizmatoidokkal pótoltuk az adott idomot, amelynek háromszögű lapjai nemcsak a kúpos szakaszán, hanem már a sík részén is eltérnek tőle. Nem szép, hogy ennek 2, 2* éle: vápa.

Körszelvényű csonek

egy hengeres test négyszögletes kivágásán

Elemzés:

A hengeren vágott négyszögletű nyílás (358. ábra) két oldala hengeralkotó, kettő pedig a henger harántkörének egy-egy íve. Az alkotókon át az eddig bevált módszerrel nekifektetünk egy-egy síkot a csonek felső körszelvényének. A kivágás sarkában egy-egy ferde körkúp csúcsát helyezzük el, amelynek vezérgörbéje a csonek felső kávája. A csonekon — mint tudjuk — e körkúpoknak csak az a cikkelye lesz meg, amely a körszelvény egy negyedrésze-

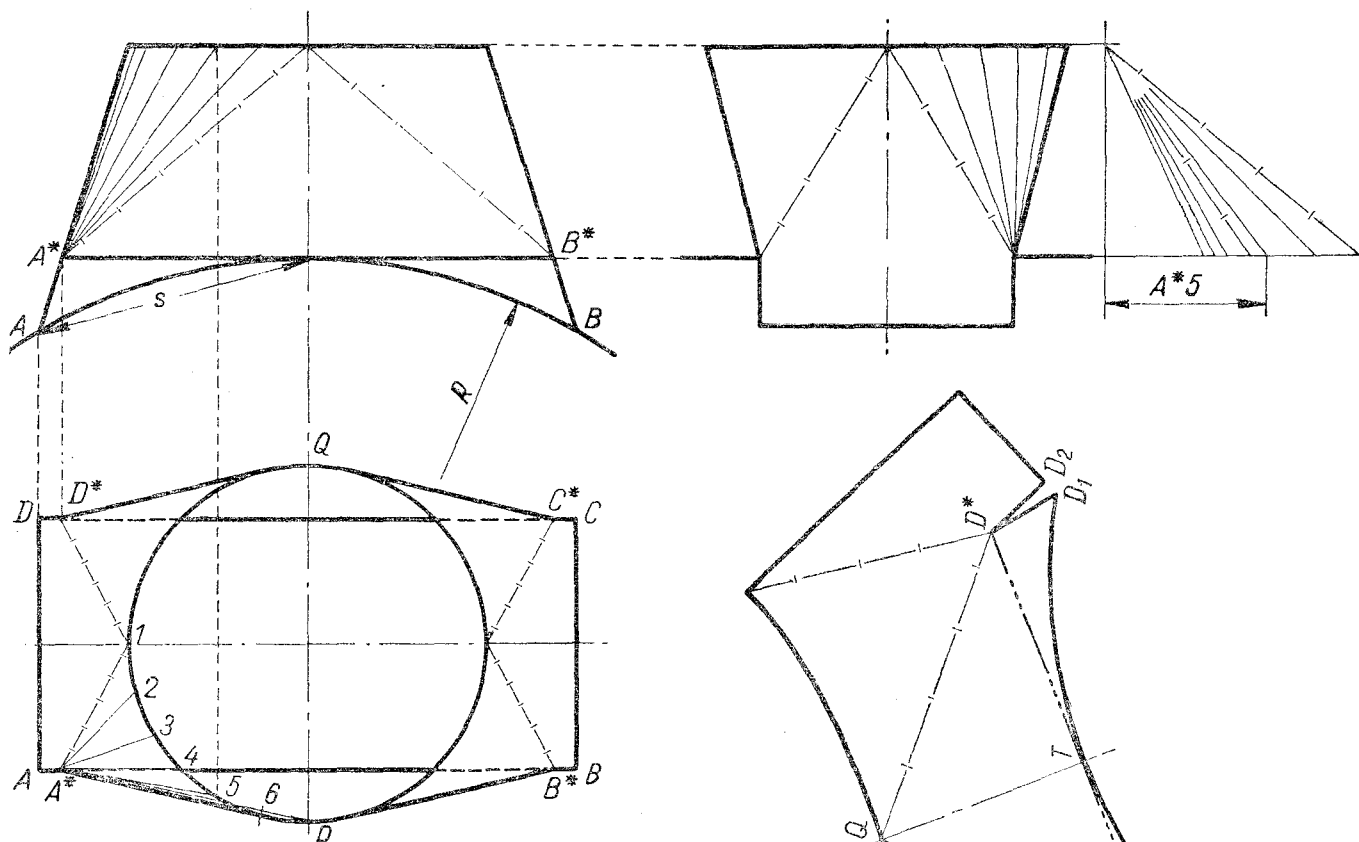


357. ábra. A 355. ábra idomának fél szabása pontosabb és gyorsabb módszerrel. (Vékony vonallal: a 356. ábrán kapott szabás)

hez tartozik. A sík lapok alkotó mentén érintik ezeket a kúpokat (359. ábra). De milyen felület csatlakozik hozzájuk a henger kivágásának másik két oldala felől? Ott sík nem lehet, mert a kivágás körív alakú oldalához csupán egy fajta sík, a henger harántsíkja simulhat hozzá, a csonek körszelvénye pedig ezen a síkon túlnyúlik.

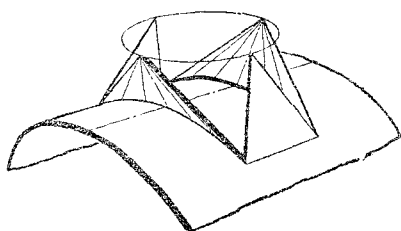
A körszelvény P és Q pontja a henger kivágásának körív alakú szélével egy-egy *ferde körkúpot* határoz meg. Ez a ferde körkúp kívülről nézve *homorú*. (Egyébként alkotó mentén érintkezik a kivágás sarkaiban csúcsosodó, kívülről domború, megszokott ferde körkúpjaikkal.)

Az adott műhelyrajzon (358. ábra) azonban nem ezt a megoldást látjuk. Minden bizonnyal a homorú felület elkerülése végett el kell készítenünk a csonek falaként a hen-



358. ábra. A homorú felületrészt kiküszöbölő sík *toldatba* csatlakozó átmeneti idom

ger harántsíkjaiból is egy-egy akkora darabot, amekkora a hengeren vágott nyílás szélétől a henger felső vízszintes érintősíkjaig tart. Ezáltal visszavezettük a problémát a 343. stb. ábrán megbeszélt közönséges esetre. A különbség csak annyi, hogy a két kisebb háromszögletes oldallap

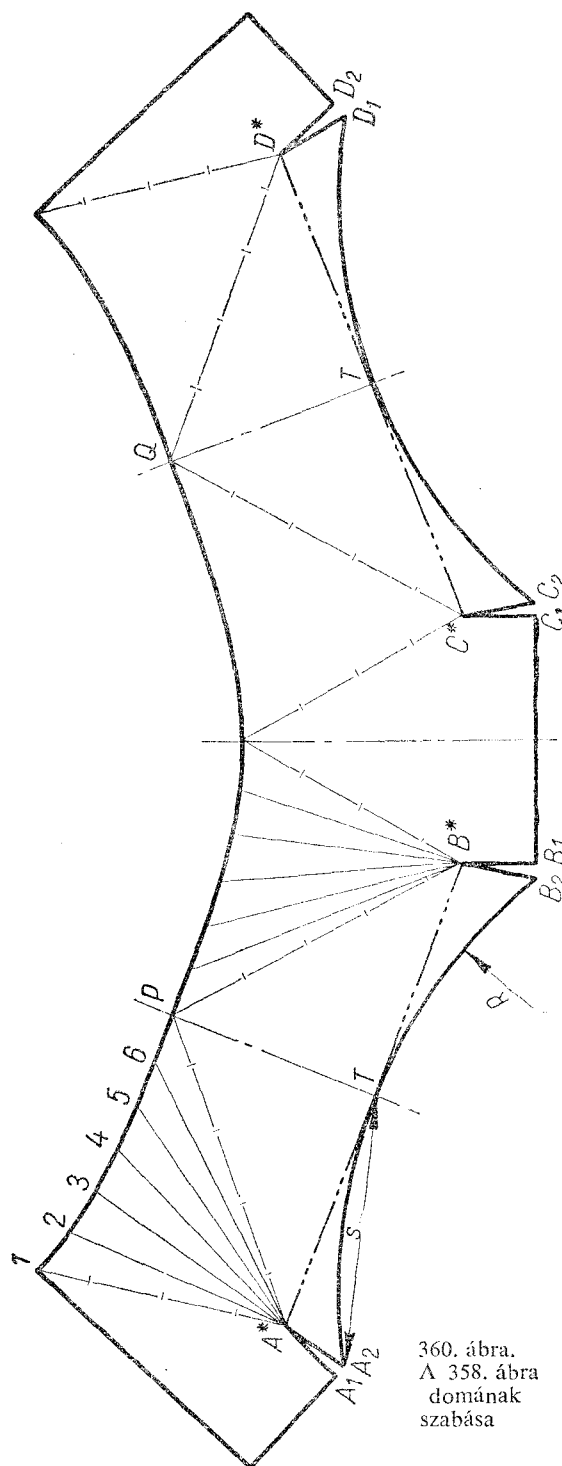


359. ábra. A sík toldat nélküli megoldás. (A 358. ábrához)

a henger felső vízszintes érintősíkjaiban nem ér véget, hanem törés nélkül továbbhalad a hengeren vágott nyílás két alkotójáig. A négy ferde körkúp csúcsa nem a hengeren vágott nyílás sarkában van, hanem feljebb került a henger vízszintes érintősíkjaiba (az A helyett az A^* stb. pontokba).

A szabásszerkesztés:

Lényegében nem különbözik a 339. ábrával kapcsolatban megrajzolt különféle szabások szerkesztésétől. A henger vízszintes érintősíkja alatti nyakrész kedvéért a két rövidebb alapú ($B^* C^*$, $D^* A^*$) háromszöglapot meg kell toldani egy-egy kis téglalappal, amelynek rövidebb oldala az elülnézetből lemérhető $B B^*$ hosszúságú. A hosszabb alapú ($A^* B^*$, $C^* D$) háromszögek pedig már nem simán,



360. ábra.
A 358. ábra
domának
szabása

hanem *töréssel* folytatódnak a henger széléig. Magasságuk T talppontjában érinti az alapjukat a henger R sugarával egyenlő sugarú kör; annak végpontjait (A_2, B_2, C_2, D_2) az s távolság átmérésével kapjuk meg (360. ábra).

Hengeres test versenypálya vetületű kivágásához csatlakozó körszelvényű csonk

Elemzés:

A henger felületén a versenypálya alakú síkidom *vetülete* készítendő el: a két „egyenes” szakasza a hengeres test harántszelvénye, vagyis körív, a két fordulója pedig *fölülnézetben* kör, a *térben* tehát olyan hengerfelületi vonal, amilyen pl. egy-egy kissé féloldalas helyzetű szűkebb henger áthatása volna. Ezt a térgörbét kell kiteríthető felület által összekötni a csonk kör alakú felső harántszelvényével. (Miben különbözik a 334. ábra kivágásától?)

A fölülnézetben egyenesnek látszó darabok a csonk szélénél P és Q pontjával ugyanolyan, kívülről homorú, nagyon ferde körkúpokat határoznak meg, mint amilyenekkel az előző idom elemzésében (359. ábra) találkoztunk, de ott nem készítettünk el. Ezekkel alkotó mentén érintkezik két kúpszerű, de nem kúp alakú kiteríthető felület, amelynek alkotóit nem érdemes pontosan megszerkeszteni, mert a háromszögmérés velejáró hibája, a húrok és ívek különbsége nagyobb hiba, mint amekkorát a két görbe közös érintősíkjainak megkeresése által kiküszöbölnénk.

Szabássszerkesztés:

Beosztjuk a csonk *felső harántkörét* és a „versenypálya” fölülnézetben *körív alakú két részét* ugyanannyi, kb. egyenlő

fölülnézetű részre és a versenypálya egyenes fölülnézetű szakaszain is folytatjuk a beosztást. A P és Q pontjaiból kúpalkotókat húzunk kb. a kanyar kezdetébe eső 4-es pontig, onnan pedig — csupa húrral — megrajzoljuk a váltakozó csúcsú háromszögeket. Az elülnézet rajzsíkjával párhuzamosra fordítás ábráját most az áttekinthetőség kedvéért három részre bontottuk, és megszerkesztettük elfordítással a térgörbe húrjainak valódi hosszát is ($1_e 2_e \dots$), bár a nyílás szabásán is megkaphattuk volna (vö. 335. ábra).

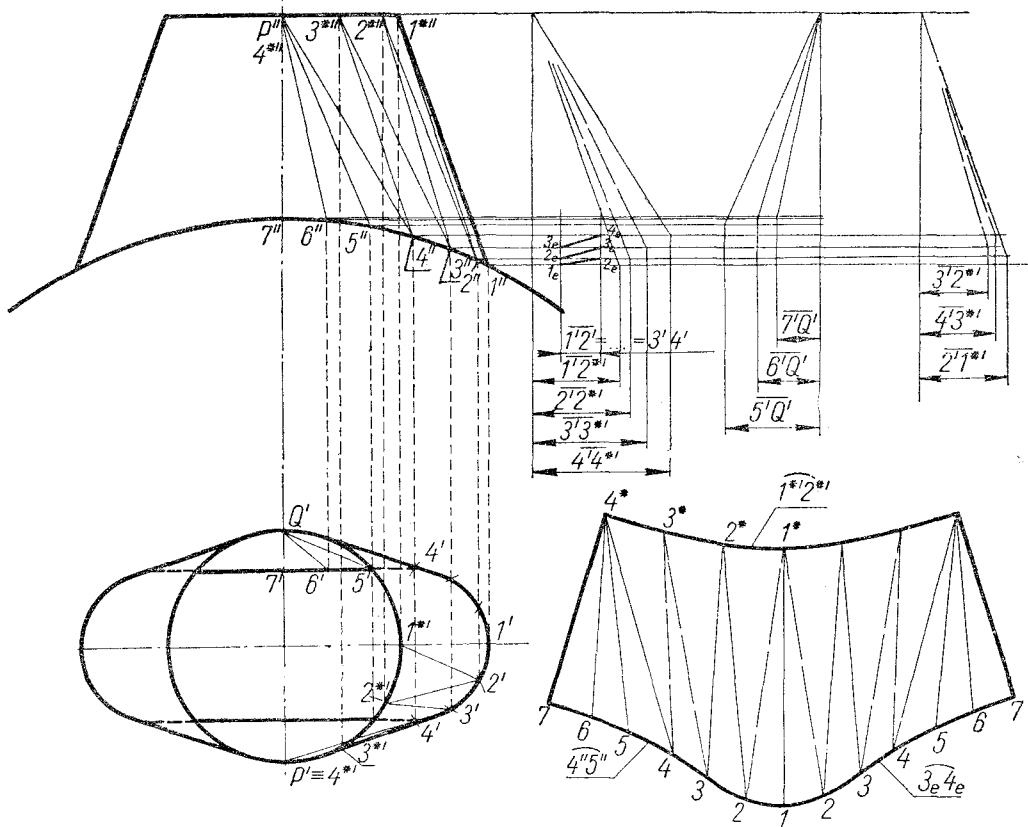
Papucs alakú csonk

Elemzés:

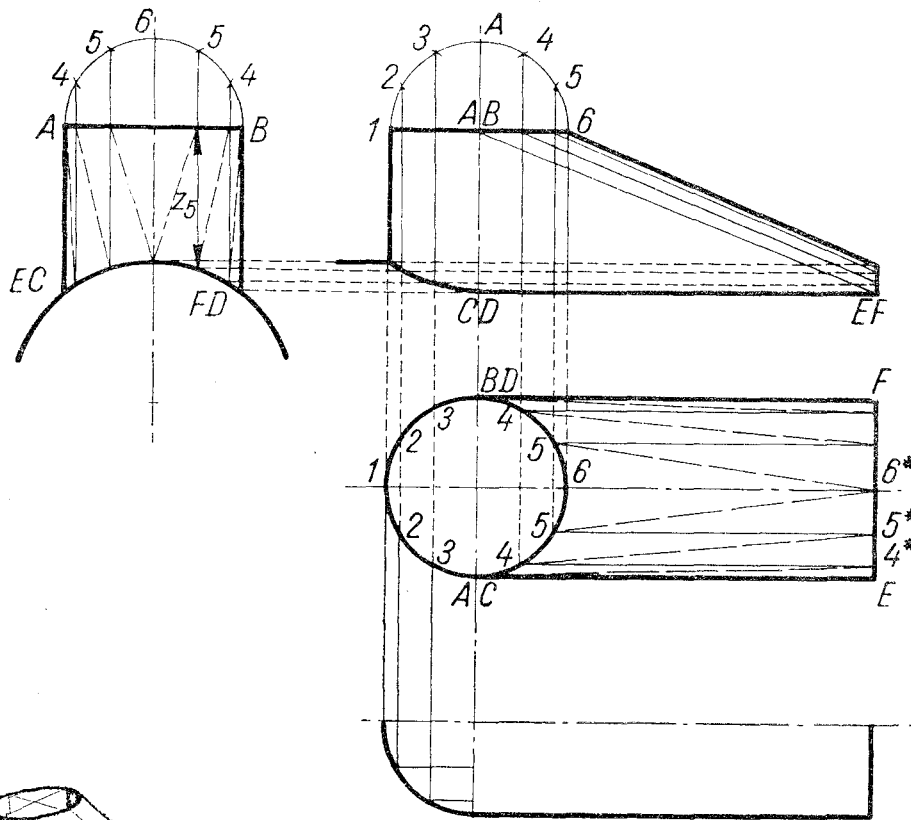
Az $ABDC$ felület (362. és 363. ábra) egyenes körhengernek a fele, amely merőlegesen metszi a vízszintes csövet. Az ACE és a BDF ehhez alkotó mentén érintkezve csatlakozó két sík. Végül az $ABFE$ felület olyan kiteríthető felület, amelyet az AB és az EF — egymásra merőleges sík — körívek határoznak meg. Nagyon közel jár ez az utolsó felület egy ferde körhengerhez, de mégsem lehet az, mert akkor legalább az egyik vezérgörbéje nem kör, hanem ellipszis volna, hiszen a síkjuk nem egyenlő szögben metszi az alkotókat.

Áthatássszerkesztés:

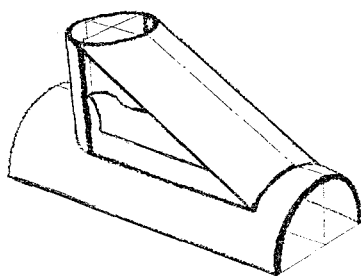
Az $ABDC$ félhenger és a cső áthatását a 124. ábra szerint szerkeszthetjük meg. A két síklap a csövet alkotóan metszi. A kiteríthető felület és a cső metszéspontja meg van adva, mint a cső harántszelvényének egy íve. (Ha az $ABFE$ felület az AB körre illesztett ferde körhenger volna,



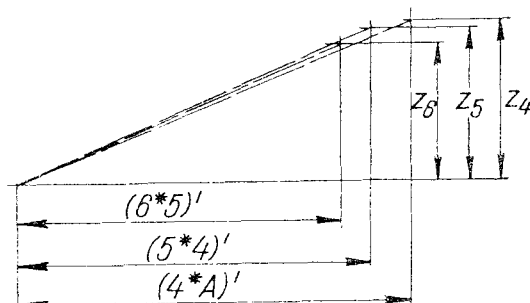
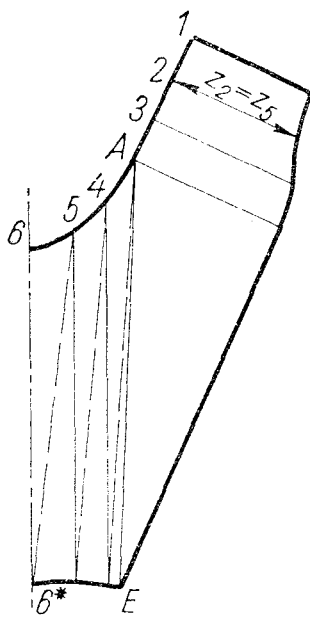
361. ábra. Átmenet versenypálya fölülnézetű henger kivágásáról sík körszelvénybe. (Két vetület, három elfordítási segédábra és a fél szabás)



362. ábra. Papucs alakú csomk három vetülete és a kivágás szabása



363. ábra. Rajzolvasó-vázlat. (A 362. ábrához)

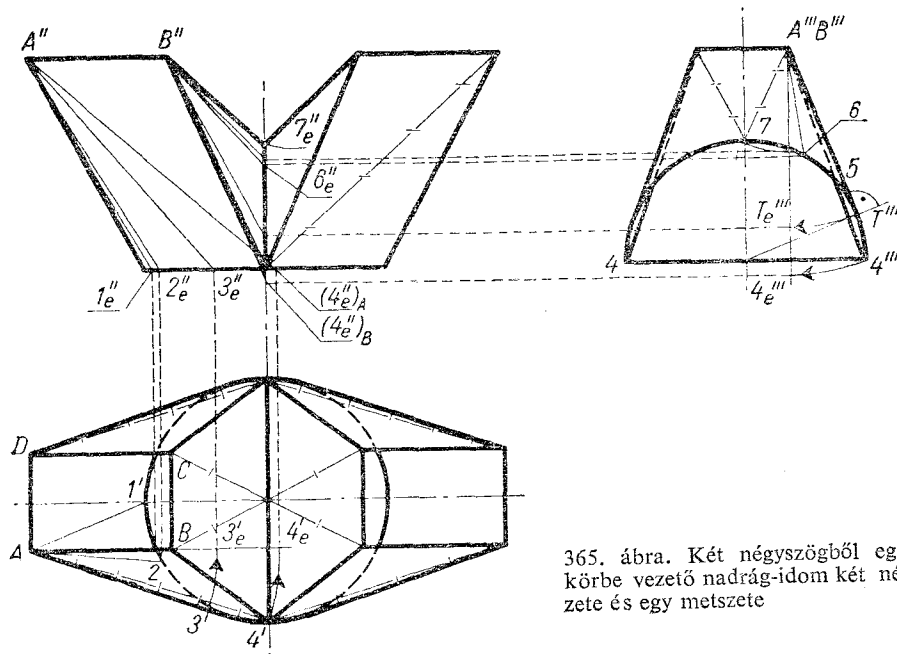


364. ábra. Az elfordítási segédábra és a szabás fele. (A 362. ábrához)

akkor az adott harántszelvény helyett meg kellene szerkeszteni a csővel való metszészonalát.)

Szabásszerkesztés:

Az $ABDC$ félhengert az AB félkör kiterítésével és az oldalnézetből vett valódi alkotóhosszakkal szabjuk ki. A háromszögű síklap oldalait megtaláljuk az elülnézetben. A majdnem henger alakú kiteríthető felület szabását háromszögméréssel készíthetjük el. Azzal, hogy az AB félkör egyenletes beosztásának osztópontjaiból az adott képhatáralkotóval párhuzamos segédvonalak valóban alkotói-e a kiteríthető felületnek, nem kell törődnünk. Ezeknek valódi hosszát az elülnézetből mérhetjük le; az elülnézet síkjával párhuzamosra fordítani csupán a szaggatott vonallal jelölt húrokat kell (364. ábra).



365. ábra. Két négyszögből egy körbe vezető nadrág-idom két nézete és egy metszete

Szögletes szárú, kör derekú nadrágcső

Elemzés:

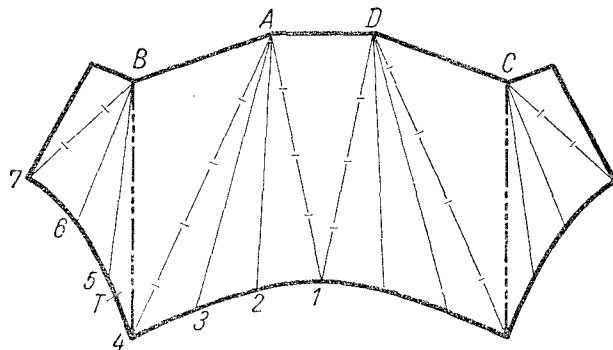
A téglalapszelvény AD oldalán keresztül (365. ábra) egy síkot támasztunk neki a vízszintes alsó körnek. Alkotó mentén érintkezve csatlakozik hozzá az A pont meg a vízszintes kör által meghatározott ferde körkúp. Egy ugyanolyan kúp csúcsa a D pont is, valamint a nadrág túlsó szárának megfelelő két pontja is, mert az idom kétszeresen tükrös. Az AB egyenesen át megint érintősíkot támasztunk a vízszintes körhöz, amely természetesen alkotó mentén érinti az A csúcsú ferde körkúpot. A B pont egy újabb ferde körkúp csúcsa, csak hogy ennek nem az alsó vízszintes kör a vezérgörbéje, hanem a metszetben megadott függélyes síkú kör. Végül a BC egyenesre megint egy sík fekszik rá, mely szintén az utóbbi, függélyes síkú körre támaszkodik a 7-es pontban. A B csúcsú ferde körkúp alkotó mentén érintkezik a $BC7$ -es síkkal, az $AB4$ -es síkot azonban nem érinti, hanem a $B4$ vágásban metszi. Ez a szerkesztő ügyetlenségére valló vápa elkerülhető volna azzal, hogy a két nadrágszár közötti áthatási vonalat nem teljes félkörnek választjuk, hanem olyan kosárvívek, amely az $A'''4'''$ egyenest a $4'''$ pontban érinti.

Szabásszerkesztés:

Egyenletes beosztást készítettünk a kúpok vízszintes és függélyes síkú vezérgörén is. A függélyes körön kijelöltük az érintőre merőleges sugárral az oldalsó képhatár T pontját is. Ebben az esetben megtakarítottuk a párhuzamosra-fordítási segédábrákat és az elülnézetbe mindjárt a rajz síkjával párhuzamosra fordított helyzetben, az AB egyenesre illeszkedő függélyes síkban rajzoltuk meg a kúpok alkotóit. A fölülnézetben és a metszetben jól láthatók az AB -re illesztett függélyes sík segédvonaláig húzott elfordítási körívek.

Az így megkapott valódi alkotóhosszakkal és az A meg a D csúcsú kúp számára a fölülnézetből, a B meg C csúcsú kúp számára pedig a metszetből vett osztáshosszakkal megszerkeszthetjük a szabást. A 366. ábrán csak a szabás egyik

felét rajzoltuk meg, a másik fele ezzel egybevágó külön darab.



366. ábra. A 365. ábra szerinti idom egyik szárának szabása

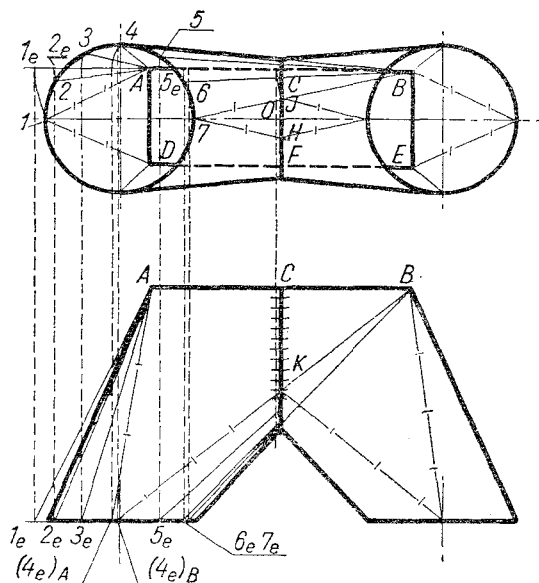
Szögletes derekú, kerek szárú nadrágcső

Elemzés:

Az AD egyenesen át síkot támasztunk neki a nadrágszár kör alakú szélének, mely azt az 1-es pontban érinti (367. ábra). Az A pont az 1...4-ig terjedő kúp-cikkely csúcsa. Az AB egyenesen át egy olyan síkot fektethetünk, amely mind a két nadrágszár körét érinti. A 4...7 negyedkör egy olyan ferde körkúp vezérgörbéje, amelynek a csúcsa a B pont, de amely nem terjed egészen a B pontig, hanem csak a nadrág szimmetriasíkjáig, mert ott elvágja az ugyanolyan alakú A csúcsú ferde körkúp. Az eddig megbeszélt kúpok a síkokat mind alkotó mentén érintik, és mivel az idom kétszeresen tükrös, még háromszor ennyi ilyen kúp van a teljes nadrágcsővön. A nadrágcső két szára között a B és E csúcsú ferde kúpoknak is van egy kis közös érintősíkjuk, amelyből a $JH7$ -es háromszög vesz részt a csonk kialakításában.

Áthatásszerkesztés:

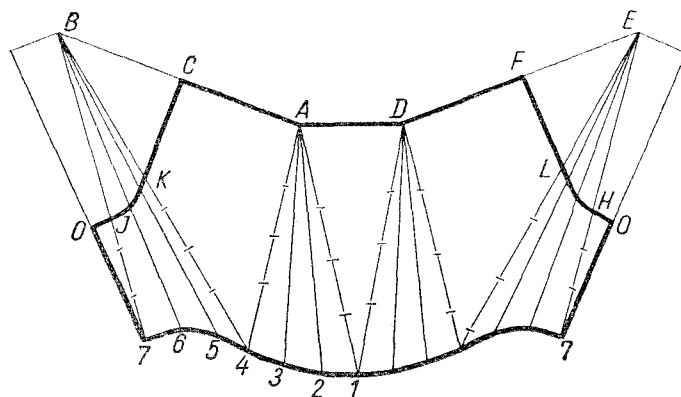
Az egyik szárból a derék másik oldalára átnyúló kúpok a nadrágidom tükrősíkjában metszik egymást, és mivel ez



367. ábra. Egy négyszögből két körbe vezető nadrág-idom két nézete

a sík a megrajzolt elülnézetben is, alulnézetben is merőleges a rajz síkjára, a benne levő metszést vonalat itt is, ott is egyenes vonal ábrázolja. Nézetváltással elkészíthetnők ennek a nadrágcsőnek is egy olyasfajta metszetét, amilyen a 365. ábrán látható, de szükség nincsen rá, hacsak nem akarunk választófalat illeszteni a nadrág két szára közé.

Az áthatási vonal csak a 4-es osztópontot a B ponttal összekötő érintési alkotóig, a K pontig tart, mert ezen túl



368. ábra. A 367. ábra szerinti idom egyik szárának szabása. (Csakis külön szabható!)

mind a két egymást metsző ferde kúp érintőleg átmegy az AB egyenesen fekvő közös érintősíkba.

Szabásszerkesztés:

A kúp-alkotókat itt is magában a (367.) ábrában fordítottuk az elülnézet síkjával párhuzamosra és onnan mértük át a szabásba (368. ábra) a valódi hosszúságukat. Az áthatási vonal szabása kedvéért az alkotók áthatási pontjait is be kellett fordítani az AB egyenesre illesztett függőleges síkba.

A szabásnak itt is csak a felét rajzoltuk meg; a másik fele ezzel egybevágó külön darab. Csakhogy ezt *nem is lehet egyben kiszabni*, mert a CK vagy az FL mentén függene össze a párjával, s így abba a KJO vagy az LHO ív bele-nyúlna.

NEGYEDIK FEJEZET

KITERÍTHETETLEN FELÜLETEK

Valamennyi eddig megbeszélt lemezidomot — a síklapú, hengeres kúpos és kiteríthető felületeket — a lemez egyszerű *hajlításával* készítettük el. Igen sok olyan mértani felület is van azonban, amelyeket a szabásukból nem lehet ilyen egyszerűen elkészíteni, hanem a hajlításon kívül *nyújtani* — esetleg *zömíteni* — is kell a lemez *anyagát*. Ezeket tehát hidegen vagy melegen kalapálni, vagy sajtolni kell.

Kiteríthetetlen felület a *gömb* és a *gyűrű* (törusz); ezek forgási felületek, mert egy körnek a síkjában fekvő tengely körül való körülfordításával származtathatók. Igen fontosak a műszaki gyakorlatban a *csavarfelületek*, ezeket olyan vonalak írják a térbe, amelyek nemcsak forognak egy tengely körül, hanem a tengely irányában haladó mozgást is végeznek. Vannak végül egyéb kiteríthetetlen felületek is; egy részükön még lehet egyenes vonalat húzni, de nem egy-egy érintősík tartozik minden egyenesükhöz, hanem az egyenes minden pontjában más és más érintősíkjuk van. Ezek olyan különös érintősíkok, hogy a felületet nemcsak érintik, hanem metszik is (415. ábra). A legismertebb ilyen felület a megvetemedett deszka: „hiperbolikus paraboloid”.

Papírpróba:

Arról, hogy egy tárgy felülete kiteríthető-e vagy sem, a legkönnyebben úgy győződhetünk meg, hogy egy darab papírost fektetünk rá. Ha gyűrődés nélkül szépen ráfekszik, akkor a felület kiteríthető.

Hogyha egy ponton a felülethez szorított papiros a pont körül ráncbaszedve fektethető rá a felületre, a felület azon a ponton *domború* vagy *homorú*. Ha azonban a leszorított pont körül csak úgy lehet mindenütt hozzáfektetni a papírost a felülethez, hogy eltépjük vagy bevagdossuk — vagyis a pont környezetében a papírost nyújtani kellene —, akkor abban a pontban a felület *nyerges*. Ilyen pl. a gyűrű belső fele (383b. és 390. ábra).

Az alakítás módja

lényegesen befolyásolja a kiteríthetetlen felületek szabástervezését. Ez azonban olyan terjedelmes és egészen más alapismereteket is megkívánó területe a gyakorlati tudományoknak, hogy ebben a könyvben nem tárgyalhatjuk.

Egészen új kérdés a szabás megválasztásában az, hogy

mekkora darabokra bontsuk

a kiteríthetetlen felületet. A kiteríthető felületek szabását is összetoldozhatjuk tetszőleges részekből, ebben azonban csak az anyagtakarékosság, a hulladék csökkentése vezeti a szabástervezőt, az elkészítés, kialakítás módját csak ritkán kell figyelembe vennie. (Pl. amikor vastag lemezből kell gépen hajlított és sík részeket csatlakoztatnia, 153., 339 — 341. stb. ábra.) A kiteríthetetlen felület szabásának eldarabolása azonban a legnagyobb mértékben attól függ, mekkora nyújtást, esetleg zömítést bír el az *anyag*, de függ természetesen attól is, milyen alakítást tud elvégezni adott felszerelésével a *műhely*. Fontos szerepe van végül a szabásdarabok megválasztásában a *gazdaságosságnak* is, főként ha azt kell mérlegelni, milyen szerszámokat vagy készülékeket, esetleg gépeket érdemes készíteni vagy beszerezni a gyártáshoz. Ez pedig többek között, de talán mégis leginkább a készítenendő *darabszámtól* függ.

A kiteríthetetlen felületeket kialakító megmunkálások egyik véglete talán a fakalapács meg a faminta, amelyekkel az ügyes szakmunkás elég jó finomlemezről szebb felületeket domboríthat, mint az autógyárak hatalmas lemezsajtói. Egy másik irányban szélső esetnek tekinthetjük a könyökös vagy a körhagyós sajtókat, melyek tízezerszámra ontják az apró lemezidomokat. A meleg alakítás terén pedig — megint a sokféle lehetőség egy végleteként — megemlíthetjük a nagy kazánfeneket domborító őriásszerszámokat.

A szabástervezés mértani része

azonban minden alakítás közös alapja. A kiteríthetetlen felületek szabásában a mértani gondolatot többnyire ki kell egészíteni a gyakorlati megfigyeléssel, a tervszerű kísérletezéssel is; igen nagy jelentősége van tehát e téren az egyéni tapasztalatnak, különösen hogyha azt elméleti tudás és *rendszeres feljegyzések* támogatják.

A ráhagyás

rendszerint elengedhetetlen része a kiteríthetetlen felületek szabásának, mert a torzító alakítás közben két-két darab anyaga sohasem viselkedik egészen egyformán. A ráhagyást elkészítés után le kell munkálni.

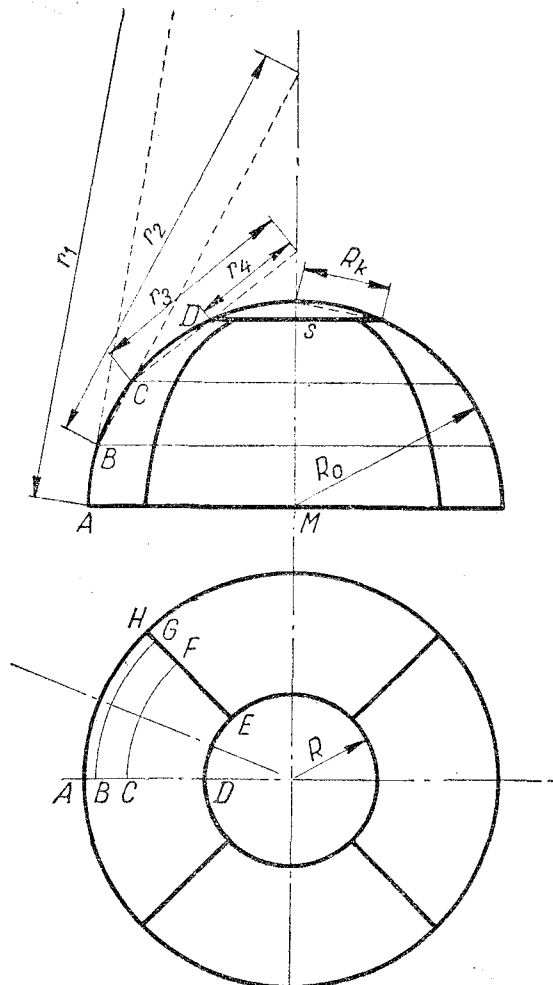
Félgömb

Elemzés:

Egyből kisajtolni rendszerint csak apró félgömböket lehet, nagyobbacskákat már csak melegen. Lemezből való elkészítéshez akkora darabokra kell szabni a gömböt, amelyeket még a rendelkezésünkre álló technológiai eljárással ki tudunk domborítani.

A 369. ábra szerinti megoldás esetén a félgömb forgási tengelyére illesztett képzeletbeli síkokkal egyforma *gerezdek*re vágjuk a felületét.

A gerezdek hegyét azonban levágjuk a forgási tengelyre merőleges síkkal, és az itt támadt lyukat a sík fölötti *gömbsüveggel* fedjük be.



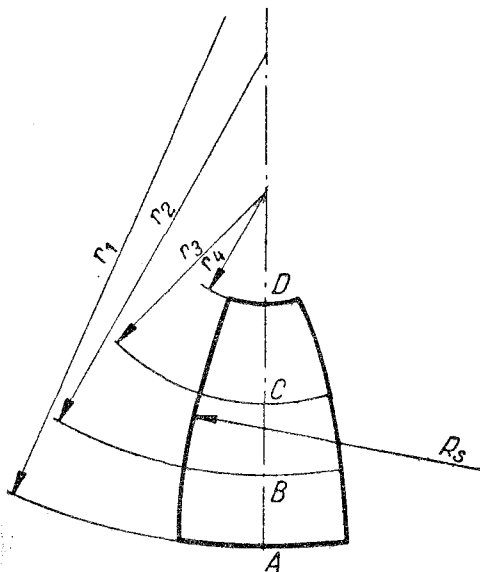
369. ábra. Gerezdekre és süvegre osztott félgömb két vetülete

A gerezdek szabása:

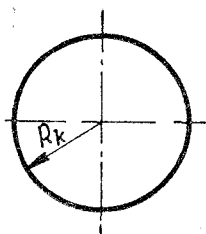
Az elülnézetben egyenlő részekre oszthatjuk be akár az \overline{SM} magasságot, akár az \widehat{AD} ívet, és az osztópontokon keresztül vízszintes segédsíkokat képzelünk. A gömbnek két-két segédsík közötti övét *kúp-övek* (a segédsíkok közötti testet csónka-kúpnak) tekintjük, és így szabjuk ki. A gerezd hosszanti középvonalára (370. ábra) felrakjuk az elülnézet képhatáralkotójáról lement ívhosszúságukat: $A \dots D$; az osztópontokon át a hozzájuk tartozó segéd-kúp alkotóhosszúságával körívet húzunk: $r_1 \dots r_4$, és ezekre a középvonalra szimmetrikusan felrakjuk a *förlúlnézetből* lement ívhosszúságukat: $AH \dots DE$. A körívek végpontjait összekötő görbe a gerezd szabásának a széle. Kisebb gömböknél előfordulhat, hogy ezt egyetlen körívvel húzhatjuk meg, amelynek sugara, ha úgy osztjuk be a gömböt, mint a 369. ábrán, kb. a gömb sugarának háromszorosa ($R_s = 3R_0$), ha azonban több gerezdre vágjuk a gömböt, sokkal nagyobb is lehet. A zárósüveg szabása (371. ábra) sugarának a 369. ábra szerinti R_k sugarat választhatjuk.

Ugyanígy kúpokra bontva szabhatjuk ki a gömbnél laposabb vagy hegyesebb *ellipszoid* alakú tartányok gerezdjeit is.

Ráhagyás! (Lásd 140. old.)



370. ábra. Egy gömbgerezd szabása. (A 369. ábrához)



371. ábra. A gömbsüveg szabása. (A 369. ábrához)

Ferdén levágott félgömb

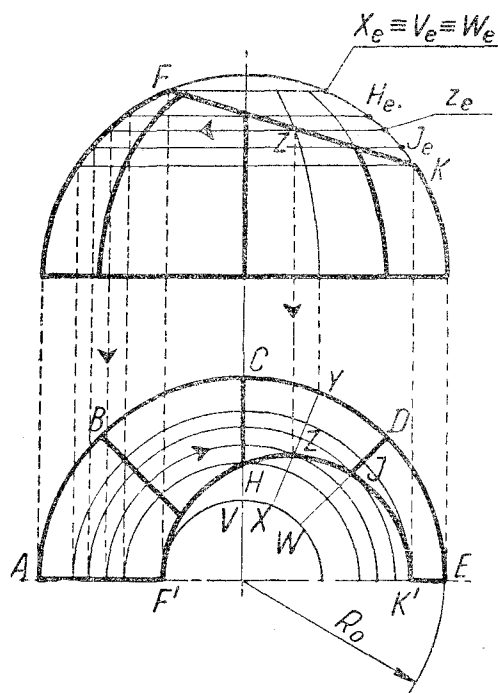
Elemzés:

Gömb és sík metszészvonala mindig kör. A 372. ábrán adott ferde sík is pontos körben metszi a gömböt, annak csupán a sík ferdesége miatt lesz a förlúlnézete ellipszis.

Áthatásszerkesztés:

A kör alakú metszészvonalat az elülnézetben a rajz síkjára merőleges metszősík egyenes vonala rejti magában, de meg is határozza: a kör sugara az F és a K képhatárpontok távolságának fele: $FZ = KZ$.

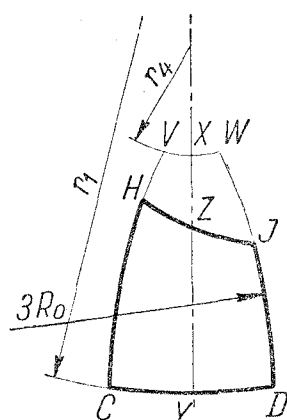
A förlúlnézeti ellipszis fél nagytengelye egyenlő a fent megkapott sugárral, helye a ferde síknak az a vízszintes vonala, amelynek förlúlnézete most a Z pont rendezővonalába esik. Az ellipszis kistengelye a sík FK lejtővonalának förlúlnézete: $\overline{F'K'}$. A kis- és nagytengely ismeretében az ellipszist a 44. ábra szerint pontosan megszerkeszthetjük, azonban áthatásként pl. vízszintes segédsíkokkal szerkesztve is ugyanazt az ellipszist kell kapnunk. A nyílal jelölt rendezők és körívek az XY gerezdközépvonal Z pontjának ellenőrzését mutatják be.



372. ábra. Gömb metszése egy „ferde” síkkal. (A ferdeség csak a gömb környezetére vonatkozik, a gömbnek mindig van a metsző síkra merőleges forgási tengelye!)

Szabásszerkesztés:

A gömb gerezdjeit ugyanúgy szabjuk ki, mint az előbb (370. ábra): egyelőre teljesnek tekintve a gömböt. Azután



373. ábra. A 372. ábra egyik szabásdarabja

az áthatásig terjedő íveket a gömb elülnézeti képhatárán mérjük le (vagyis az elülnézet rajzsíkjával párhuzamosra fordítva) valódi nagyságban: $\widehat{V_e H_e}$, $\widehat{X_e Z_e}$, $\widehat{W_e J_e}$ és felrakjuk a gerezd szabásának megfelelő vonalaira (373. ábra). A HZJ pontokon átmenő görbe az áthatás szabása. A folytatását ugyanígy szerkesztjük meg a többi gerezden.

Az idom egyszeresen tükrös. A gerezdek szabása — amíg sík — páronként egybevágó, de egymás tükörképévé domborítandó.

Rahagyás! (Lásd 140. old.)

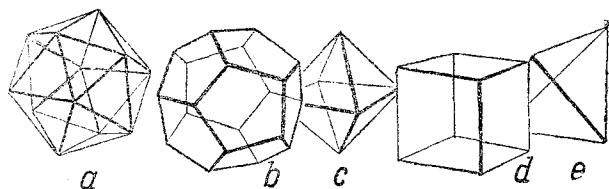
Gömbszabás csupa egybevágó lapból

Áttekintés:

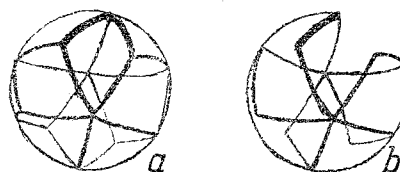
Gyorsíthatja a gyártást, sőt a hulladékot is csökkentheti, ha gerezdek és azokat lezáró gömbsüvegek helyett nem kétféle, hanem csupa teljesen egyforma darabból szabhatjuk ki a gömböt.

A gömbfelület ilyen beosztására alkalmasak a gömbre vetített szabályos testek (374. ábra).

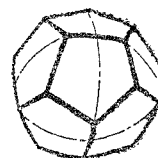
Ha nagy darabokat tudunk sajtolni, kombinálhatunk a húszlap háromszögeiből tíz rombuszt (375a ábra), vagy öt romboidot is (375b ábra), felbonthatjuk a tizenkétlap



374. ábra. A szabályos testek: a) húszlap (ikozaéder), b) tizenkétlap (dodekaéder), c) nyolclap (oktaéder), d) kocka (hatlap, hexaéder), e) négylap (tetraéder)

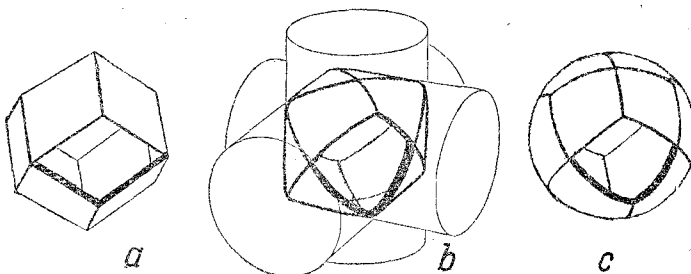


375. ábra. A gömbre vetített húszlapból kombinált szabások: a) 10 gömbi „rombusz”, b) 5 gömbi „romboid” (a hosszabb oldalai zegzugos ívek)



376. ábra. Az ötszög-tizenkétlap felosztása $12 \cdot 2 = 24$ négyszögre. (A 379. ábrához hasonló jellegű, de még félszeg szabáslapok)

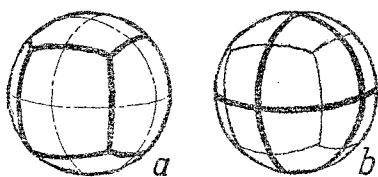
ötszögeit pl. egy-egy magasságukkal négyszögekre (376. ábra) stb. A lemez deformációja miatt fellépő torzulás általában csak kísérleti úton állapítható meg, pontos szabás tehát nem szerkeszthető. A megközelítőleg megszerkesztett szabást ki kell próbálni és a ráhagyást fokozatosan csökkenteni, hogy az így helyesbített szabás ráhagyása sorozatgyártásban már minimális legyen.



377. ábra. A rombusz-tizenkettős: a) síklapú test, b) 3 henger áthatása, c) gömbre vetítve

Beosztható a gömbfelület sok egyéb, nem szabályos, de egybevágó idomra is. Nagyon szép pl. a három, egymásra merőlegesen metsződő tengelyű, egyenlő átmérőjű henger áthatásából származtatható tizenkét rombuszos szabás (377. ábra).

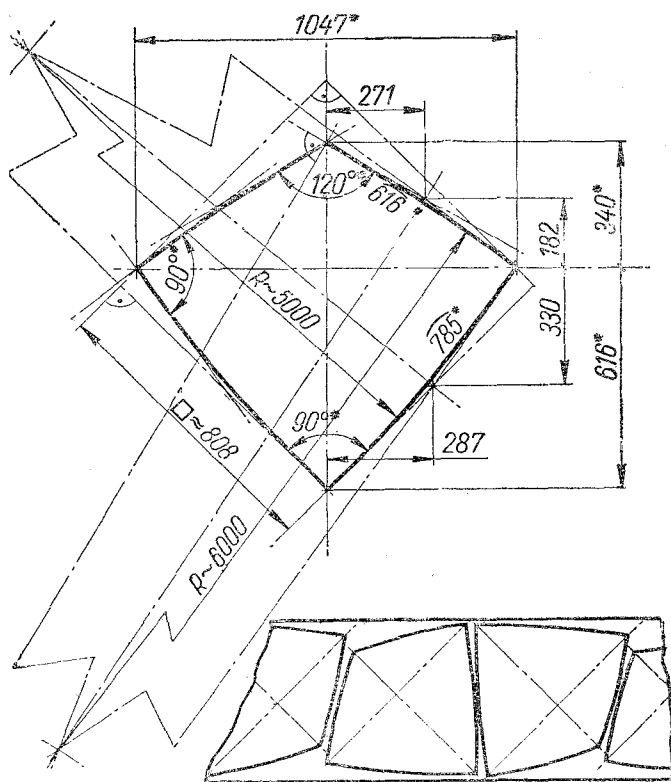
A gyakorlat az ilyesfajta szabások közül a legjobban az említett (376. ábra) 24 lapú beosztást kedveli, mert úgy a gömb aránylag kevés hulladékkal szabható ki. Érdekes hogy ugyanebben a hálózatban a kocka lapjainak négyfelé osztását (378a ábra), sőt a szabályos nyolclap lapjainak harmadolását is (378b ábra) felfedezhetjük.



378. ábra. A 379. ábra származtatásai: a) A gömbre vetített kocka felosztása $6 \cdot 4 = 24$ részre; b) a gömbre vetített nyolclap felosztása $8 \cdot 3 = 24$ részre

A gömb 24 lapú szabása:

A 379. ábra méretszámai az 1 m sugarú gömbre vonatkoznak. Más méretű gömbre egyszerűen a gömb (méterben kifejezett) sugarával való megszorzással számíthatók át.



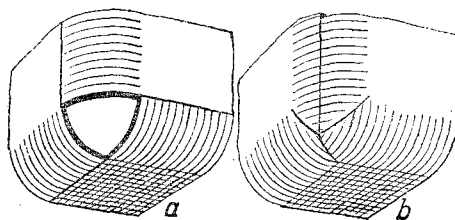
379. ábra. A deltoid-huszonnégyesre osztott gömb (378. ábra) egy lapjának szabása (ívdeltoid) és a szabások egy takarékos elhelyezése

Megjegyzés: A *-os méreteket a kész, 1 m sugarú gömbön kell mérni, mégpedig a gömb főköre mentén (vagyis 1 m sugarú köríves sablonnal, annak síkját a gömb felületére merőlegesen tartva.) Ha a deltoid átlóit — biztonság kedvéért — teljes hosszukban mérjük fel a szabás síkjára, akkor a szélén, az íves oldalnak $2-3\%$ -ot zsugorodniuk kell, hogy az így kiadódott síkbeli — nagyobb — hosszukból a gömb főkörén mérhető (itt csak melléjük, nem kótavonalra írt) hosszúságukat ériék el. Mivel a gömbfelületre kalapált vagy sajtolts szabás közepe valamicskét bizonyára nyúlik is, az íves oldalak beljebb rajzolhatók. De azt, hogy mennyivel, csak próbák alapján dönthetjük el, mert az az anyagtól is, meg a domborítás módjától is függ. (Az itt vízszintes egyenesnek rajzolt 1047-es átló két vége a próbákkal kitapogatott végleges szabáson nemcsak beljebb, hanem lejjebb is kerül, az átló alulról nézve homorú ív lesz.)

Csúcsgömbölyítő gömbháromszög

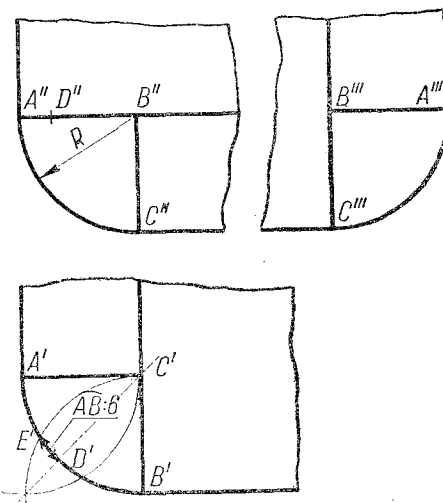
Elemzés:

Ha egy háromélű derékszögű csúcs éleit egyenlő átmérőjű hengerek gömbölyítik, azok a 377b ábra szerint metszik egymást, de 12 rombuszlapú áthatásukból csak egy háromélű csúcs készül el a gömbölyítő negyedhenger-csúkoknak megfelelően (380b ábra). Szabása a 107. ábra továbbfejlesztése.



380. ábra. Három gömbölyített él csúcsa (b) és a csúcs gömbölyítése (a)

Ezt a meglehetősen tompa csúcsot is lehet gömbölyíteni egy olyan gömbbel, amely mind a három hengert érinti (380a ábra). Az érintési vonalak egy olyan gömbháromszöget határolnak, amelynek mind a három csúcsa derékszögű (1/8 gömb, 381. ábra).

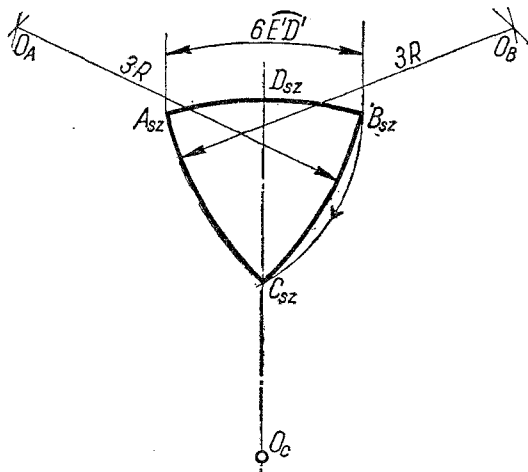


381. ábra. A 380a ábra három géprajzi vetülete

Szabásszerkesztés:

E gömbháromszög szabása (382. ábra) egyenlő oldalú ívháromszög. Az ív sugara a gömb sugarának háromszorosa: $3R$. Az ív hossza annyi, mint a gömbháromszög oldala: AB .

Az AB ívhosszat úgy mérjük rá egy $3R$ sugarú körívre, hogy két R sugarú körívvel és az azok metszéspontjain át húzott felezővonalal (381. bal alsó ábra) megállapítjuk a hatodrésztét. Az ED húr még nem nagyon különbözik az ED ívtől, ezt mérjük föl a szabás old alívére hatszor egymás után. Azután körzöbe vesszük a szabás $A_{sz}B_{sz}$ húrját és a két végpontja körüli ívcsekkel kijelöljük a háromszög C_{sz} csúcsát. Végül megint a $3R$ -et vev a körzöbe az A_{sz} és a C_{sz} körüli megfelelő ívcsek metszéspontjában megkapjuk az $A_{sz}C_{sz}$ ív O_B középpontját és ugya niy az O_A -t is.



382. ábra. A csúcsgömbölyítő gömbháromszög szabása. (A 380a ábrához)

Az így szerkesztett ívháromszög magassága (pl. \overline{CD}) valamivel rövidebb, mint a gömb főkörének negyedrésze (\widehat{AB}), domborításához annyit nyúlnia kell az anyagnak.

Megjegyzés:

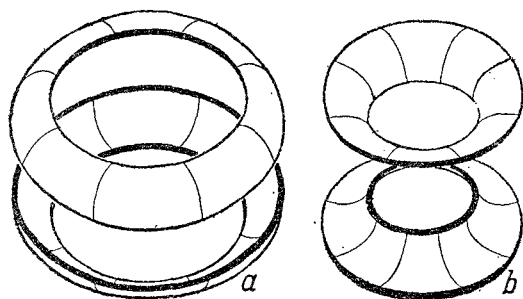
Ha R nagy, akkor a csúcsgömbölyítő nyolcadgömböt is gerezdekből vagy éppen három deltoidból (379. ábra) szabjuk ki.

Ráhagyás kell, ha kicsi, ha nagy a gömb.

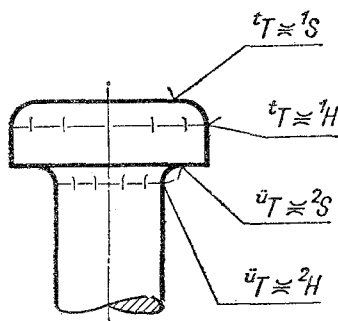
Negyedgyűrű-öv negyede

Elemzés:

A negyedgyűrű-övet egy negyedkör írja le (383. ábra). Rendszerint kör alakú élnek — henger és sík metszész-vonalának — gömbölyítő idoma (384. ábra). Vonal mentén érinti a hengert is, meg a síkot is.

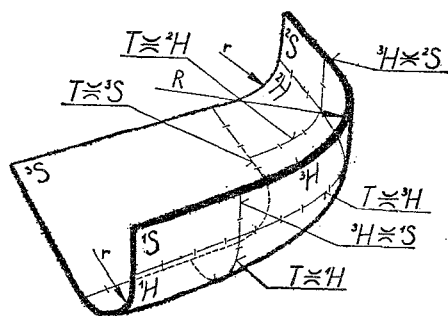


383. ábra. Negyedgyűrű-övek: a) külsők, b) belsők



384. ábra. Gömbölyítő gyűrű-övek. (A jelek olvasása: „Teli tórusz vonal mentén érinti az egyik síkot.” „...egyik hengert.” „Üres tórusz vonal mentén érinti a másik síkot.” „...másik hengert.”)

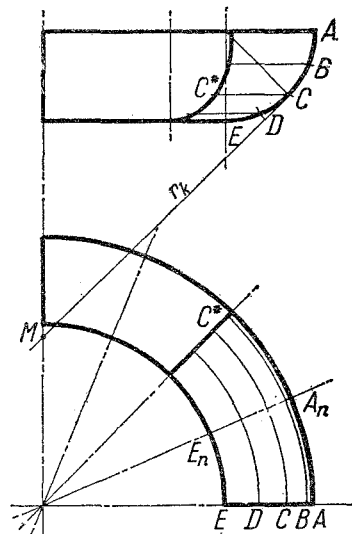
Ennek negyede az olyan sarkokon szerepel, amelyekben a három egymásra merőleges él egyikét nagyobb sugarú (R) henger gömbölyíti, mint a másik kettőjét (r) (385. ábra).



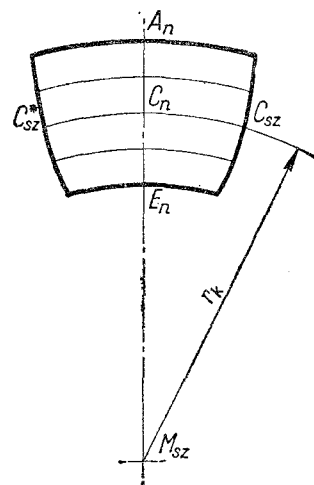
385. ábra. Kétféle sugárral (R, r) gömbölyített sarkok. (A jelek olvasása: „Tórusz vonal mentén érinti a második hengert.” „A harmadik henger vonal mentén érinti a második síkot” stb.)

Szabásszerkesztés:

Két gerezdben szabjuk ki. Kiterítését két lépésben képzeljük: erőszakosan, vagyis nyújtással egy 45° félnyílású érintőkúpjába terítjük, s azután ezt a kúpot mély puszta hajlítással fektetjük síkba.



386. ábra: A negyedgyűrű-öv negyedrésznének két vetülete



387. ábra. A negyedgyűrű-öv (386. ábra) nyolcadrésznének szabása

Meghúzzuk tehát a kúp képhatáralkotóját (386. ábra) és kiterítjük a C érintési körig terjedő kúpcikkelyt (387. ábra). Ez annyit jelent, hogy egy \overline{MC} sugarú körívre felrakjuk a C segédkör gerezden belüli CC^* hosszúságát, amelyet a *förlúlnézetből* — az ívet több részre osztva — mérünk le. Ennek a szabásívnek a szimmetriatengelyére terítjük a gyűrű negyedkör ívhosszát az *elülnézetben* a gyűrű képhatárán lemerített egyenletes beosztás átmérésével: $C_n \dots A_n, C_n \dots E_n$. Ezek az osztópontokon át a már meghúzott $C_{sz} C_{sz}^*$ körív M_{sz} középpontja körül meghúzzuk a gyűrű többi forgási körének szabását és mind-egyikre felrakjuk — az ábrán nem jelölt beosztás által — a *förlúlnézetből* vett gerezden belüli hosszúságát.

Ráhagyás!

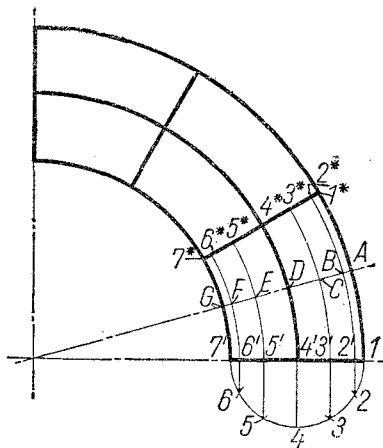
90°-os ívcső

Elemzés:

Egy teljes gyűrű negyede.

Szabáásszerkesztés:

Három gerezdre osztjuk a forgási tengelyre illeszkedő síkokkal, a gerezdeket pedig tovább osztjuk azzal a



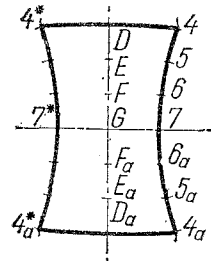
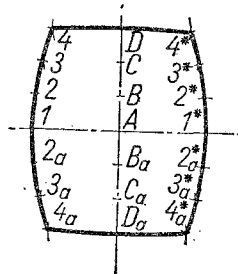
388. ábra. 90°-os ívcső

hengerrel, amely a domború és a nyerges részeket választja egymástól (388. ábra), így lesz legegyszerűbb a szerszám.

A gerezd egy tengelyszelvényét (a forgási tengelyére illeszkedő síkkal való metszésvonalát) befördítjük a rajz síkjába és beosztjuk egyenlő részekre: $1 \dots 7$. Visszafordítjuk (egyenesek által ábrázolt körökkel): $2' \dots 6'$, és meghúzzuk az osztópontokon át a gyűrű forgási köreit: $1^* \dots 7^*$.

Kiterítjük a gerezd középvonalát: külön a domború ($D \dots A \dots D_a$), külön a nyerges ($D \dots G \dots D_a$) darabét (389., 390. ábra). Az A , ill. G pontban emelt merőlegesre fölmérjük a gerezd egyenlítőjének ($1, 1^*$), ill. torokkörének ($7, 7^*$) ívhosszúságát. Megkapjuk az 1 -es és az 1^* , ill. a 7 -es és a 7^* pontok szabását. Körzöbe vesszük a $B2'$ körív hosszát és a B osztópont szabásába szúrva a körzöt, egy-egy ívecskét húzunk az egyenlítő, ill. torokkör szabásának végpontjai közelében, majd a befördített tengelyszelvény osztását véve körzöbe ($1, 2$), az 1 és a 1^* , ill. a 7 és a 7^* pontokba szúrva, elmetsszük az előbbi köríveket. Megkapjuk a 2 -es, ill. a 6 -os pontnak és tükörképeinek szabását. Így szerkesztjük meg pontról pontra mind a két szabásdarabot.

Ráhagyás!

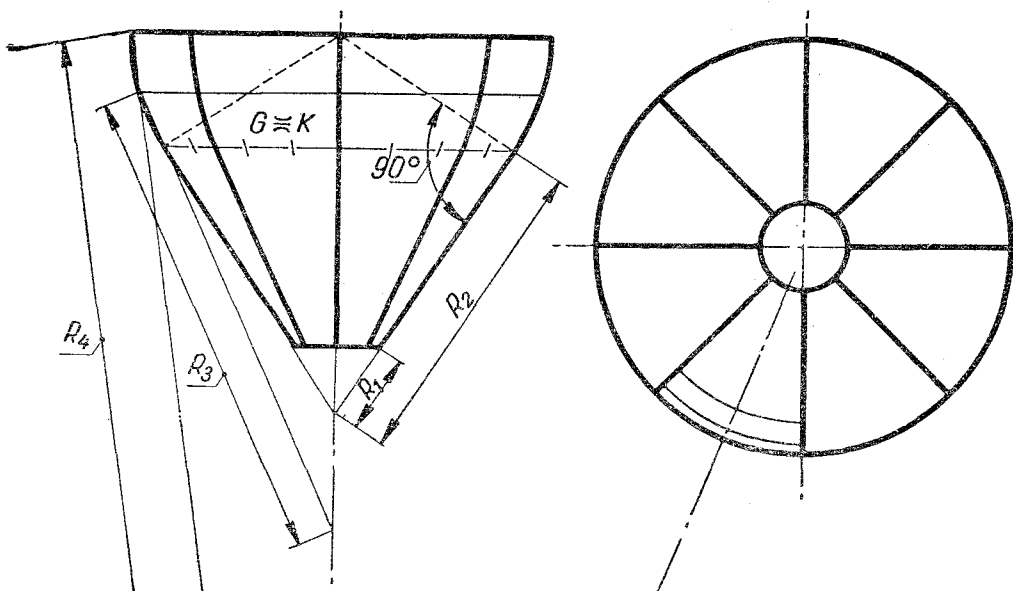


389. ábra. A 90°-os ív (388. ábra) külső 1/3-ának szabása 390. ábra. A 90°-os ív (388. ábra) belső 1/3-ának szabása

Gömbbe átmenő kúpos köpeny

Elemzés:

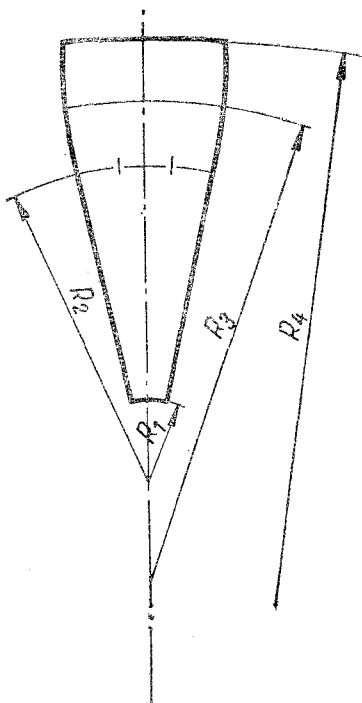
Egy gömbövet vonal mentén érintő kúp (391. ábra).



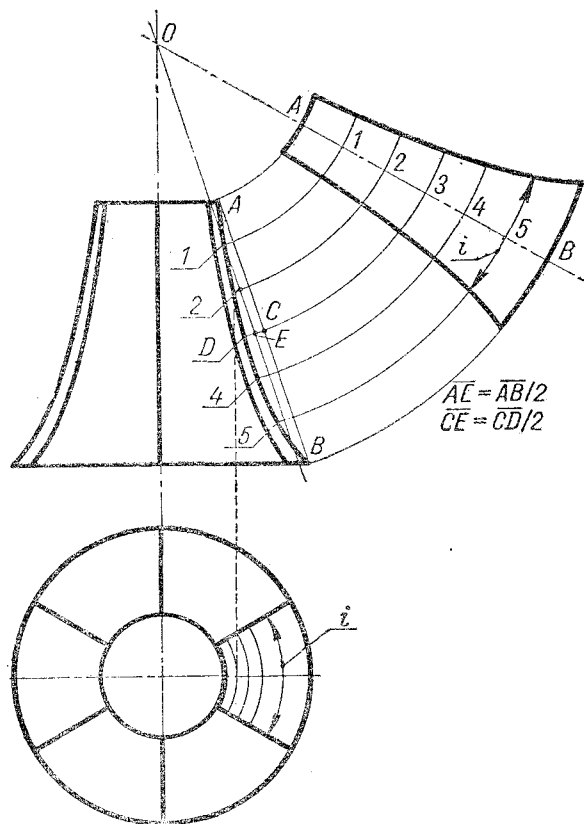
391. ábra. Vonal mentén érintkező kúp és gömb *elülnézete* és *förlúlnézete*

A szabásszerkesztést

gerezdekben (392. ábra) végezzük, éppen úgy mint gömb esetében (369. ábra). A különbség csak az, hogy az utolsó kúp most nem képzeletbeli, hanem valóságos. (És nem metszi, hanem érinti a gömbfelületet.)



392. ábra. A lent kiteríthető, fönt kiteríthetetlen idom (391. ábra) egy szabásdarabja



393. ábra. Trombitatölcsér alakú lemezidom két vetülete és egy szabásdarabja. (Tengelyszelvénye parabolaív)

Parabolaív-tengelyszelvényű forgási felület

Mértani származtatás:

Egy parabolaívet (393. ábra) körülfordítunk a síkjában levő forgási tengely körül. A ívet a 48a ábra szerint igen könnyű megrajzolni.

Szabásszerkesztés:

Gerezdekre osztjuk, és egy közepes kúp segítségével térítjük ki.

Meghúzzuk a képhatár-parabola AB húrját és felező merőlegesével elmetsszük a parabolát: D . Megfelezzük ennek a húr és az ív közötti darabkáját (a CD távolságot: E , s ezen a felezőponton át párhuzamost húzunk az AB húrral. Az így kapott vonal a közepes kúp képhatára, a forgási tengellyel való metszéspontja a közepes kúp csúcsa: O .

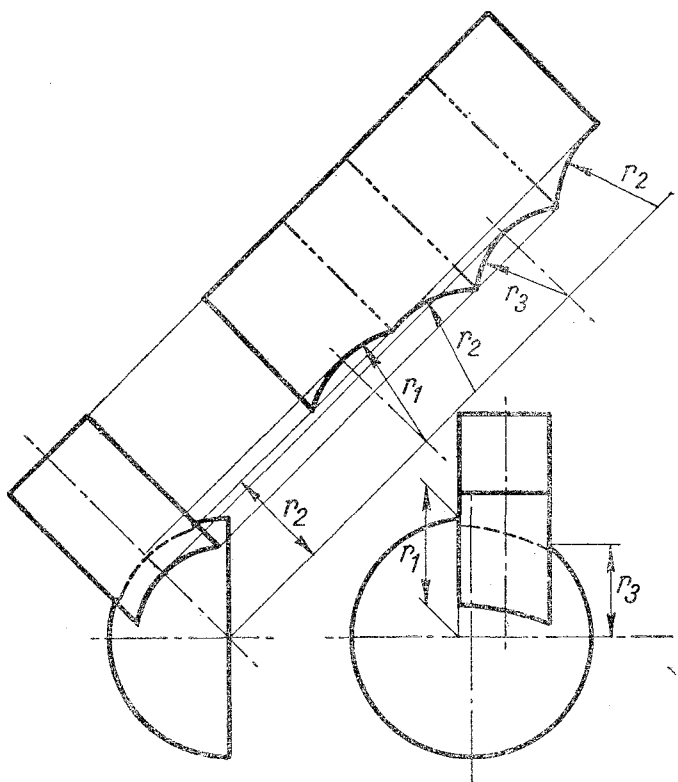
Az AB parabolaívet egyenlő részekre osztjuk, az osztópontokat merőlegesen átvisszük a közepes kúp képhatárára, onnan pedig O körüli körívekkel a szabás középvonalára. A parabolaív osztópontjain át a kúp tengelye körül forgási köröket rajzolunk (sugár: *elülnézetből*; ívhossz: *fölnézetből*). A gerezd szabásának középvonalától jobbra, balra minden segédkörre rámérjük a forgási felület oda tartozó ívhosszát.

Ráhagyás!

Gömbhöz csatlakozó hasáb

Elemzés:

A gömbnek minden síkmetszete kör, akár átmegy a metsző sík a gömb középpontján, akár nem. E körök su-



394. ábra. Féloldalas szögletes garat egy félgömb alakú fedélén. (Két vetület és a garat szabása)

garát olyan vetületben lehet lemérni, amelyben a metsző sík a rajz síkjára merőleges, ahol tehát a kört egyenes vonal ábrázolja (394. ábra).

A hasáb szabása:

A hasáb hosszanti éleinek valódi nagyságát az oldalnézetben találjuk meg, a szabást ehhez képest legördített helyzetben rajzoltuk meg. A szabásívek középpontja a gömb középpontján átmenő gördülési segédegyenesen van.

Megjegyzés:

Ha a hasáb alakú helyett gúla vagy tetőidom alakú garat ül a gömbösvég alakú tartályfedélen, a szerkesztés alapelve ugyanez: minden metszésvonala kör; csak hogy esetleg több nézetváltásra van szükség a körök sugarának megállapításához, vagyis ahhoz, hogy minden metszősík meglegyen a rajz síkjára merőleges helyzetben. Ahol véletlenül a rajz síkjával párhuzamos valamelyik gömbmetsző sík, ott is megvan a metszésvonal sugara, hiszen ott a kör a valódi alakjában látszik, nem ellipszis ábrázolja. De ezt is csak egy másik, a rajzra merőleges síkú helyzetben találhattuk meg.

Gömbhöz csatlakozó henger

Elemzés:

A vizsgált esetben (395. ábra) a henger tengelye nem megy át a gömb középpontján. Ha átmenné, akkor a henger és a gömb két közös tengelyű forgási felület lenne, melyeknek áthatása a forgási tengelyre merőleges síkú kör. Ezt az egyszerű esetet nekünk már nem kell megtárgyalnunk. Amikor azonban nincs közös forgási tengelyük, akkor a henger és gömb áthatása *térgörbe*.

Áthatásszerkesztés:

Milyen segédfelületet válasszunk? Mivel a gömbnek végtelen sok forgási tengelye van, mindig találunk akárhány olyant, amely az adott henger tengelyét metszi. Met-

sződő tengelyű forgási felületek áthatásának megszerkesztésére a tengelyek metszéspontja körül írt képzeletbeli gömbök kínálkoznak segédfelületül (144. és 293. ábra). Ebben az esetben mégis inkább síkokat veszünk segítségül, olyanokat, amelyek a gömb középpontjának és a henger tengelyének összekötő síkjával — az idom szimmetriasíkjával — párhuzamosak. Ezek a hengert alkotókban, a gömböt könnyen megszerkeszthető körökben metszik. A henger kiterítése kedvéért harántszelvényének egyenletes beosztásán át (1...5) vesszük fel a segéd-síkokat. A csak fél vetülettel képviselt elülnézetbe a szimmetriasíktól mért x távolságokkal visszük át a segéd-síkok vonalát. A segédkörök r_x sugarát ott le is mérhetjük, ami pontosabb, mint hogyha rendezővonallal visszük át az oldalnézetbe. Az egy segédsíkba eső segéd-metszésvonalak metszéspontja az áthatási vonal egy-egy pontja. (Helyesebben: fedésben levő két-két pontja, mert hiszen az idom szimmetriasíkja párhuzamos a rajz síkjával.)

A henger szabását legördített helyzetben rajzoltuk meg az oldalnézet mellé.

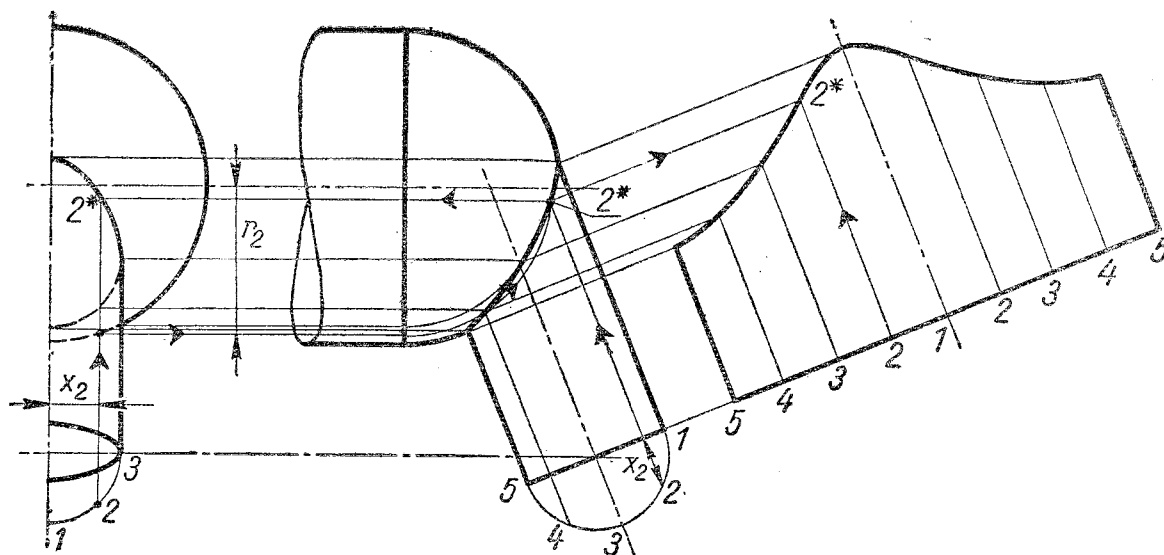
Gömbhöz csatlakozó kúp

Elemzés:

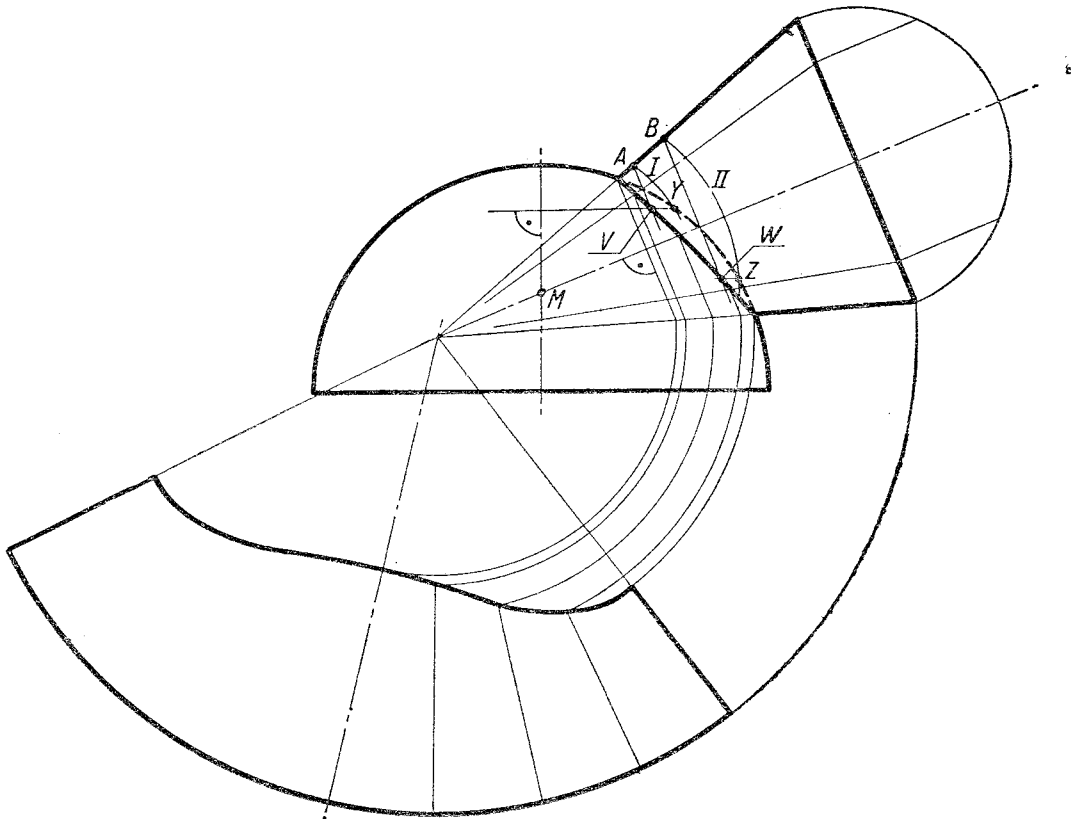
Itt sem azzal az egyszerű esettel foglalkozunk, amikor a kúp tengelye átmegy a gömb középpontján, hanem amikor az áthatási vonal *térgörbe*.

A 396. ábrán a félgömb forgási tengelye és a kúp forgási tengelye metszi egymást. A géprajzi szokás szerint, ha a főülnézet nincs meg a műhelyrajzon, akkor a *legegyszerűbb* kialakítást, jelen esetben *szimmetriát* kell feltételezni. Ez kitűnik abból is, hogy az áthatási vonal eltakart részét *fedő* a látható része.

Mértani szempontból azonban nem okoz szerkesztési nehézséget az sem, ha olyan vetületet kapunk, amelyben a kúp tengelye és a gömb középpontja által meghatározott sík nem párhuzamos a rajz síkjával (397. ábra), mert kétszeri nézetváltással mindig átszerkeszthetjük a más-keppen megadott kúpot és gömböt (398. ábra) a 396. ábra szerinti helyzetbe.



395. ábra. Hengeres ferde csomk egy félgömb alakú dobvégen. (Két vetület és a csomk szabása)



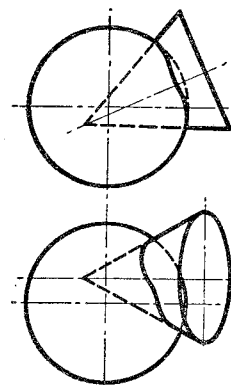
396. ábra. Gömb és kúp áthatása. (Egy vetület és a kúp szabása)

Áthatásszerkesztés:

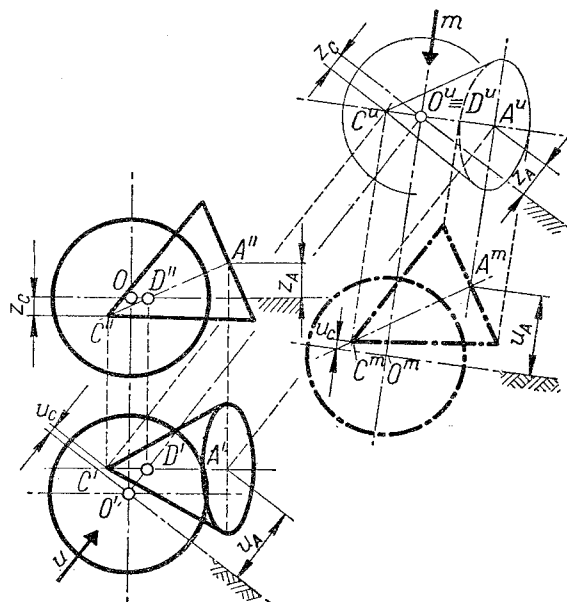
Itt már a segédgömbös módszert választjuk. (Vannak ugyan olyan *síkok*, amelyek a kúpot *alkotókban*, a gömböt pedig *körökben* metszik: ezek a kúp csúcsán és a gömb középpontján mennek át, mivel azonban mindegyik más-képp dől, a köröket nem lehet egyszerűen meghúzni, hiszen ellipszis lesz a képük.) A segédgömb középpontját a kúp tengelyének akármelyik pontján felvehetjük, mert a gömbnek mindig van olyan forgástengelye, amely a választott ponton megy keresztül. Valamennyi segédgömb ugyanannak az áthatási vonalnak a pontjait szolgáltatja. Egyáltalán nem vagyunk tehát a félgömb forgási tengelyéhez kötve, amelynek a kúp tengelyével való M metszéspontjába a 396. ábrán a segédgömbök középpontját elhelyeztük.

A mi I -es segédgömbünk az A pontban metszi a kúp képhatáralkotóját; az ezen átmenő segédmetszévonal olyan kör, amelynek síkja a kúp tengelyére merőleges, tehát ebben a vetületben (ahol a tengely a rajz síkjával párhuzamos) ezt a segédkört az A pontból a kúp tengelyére bocsátott merőleges egyenes ábrázolja. Az adott gömb képhatárvonalát az I segédgömb az Y pontban metszi, ezen át a félgömb forgási tengelyére merőleges (vagyis itt vízszintes) egyenes ábrázolja a gömbön levő segédkört. A két segéd-metszévonal metszéspontja — V — a kere-

sett áthatás egy pontja. (Azaz két pontja, mert fedésben van a tükképével.) A II segédgömb a B és a Z ponton átmenő segéd-metszévonalakat határozza meg, ezek met-



397. ábra. Féloldalas-e a kúp a gömbön?



398. ábra. Kétszeri nézetváltás: A közvetítő „új” nézetben (O'' , C'' stb.) az ACO síknak a rajz síkjára merőlegesnek kell lennie. Új vetítési irányul tehát az ACO síknak egy szintvonalát választottuk, amely az AC kúptengelyének és az O pontba képelt vízszintes síknak (ha úgy tetszik, a fölülnézet rajzsíkjának) metszéspontján, D -n, és az O -n megy át. Az eredményvonalas „mégújabb” kép (O'' , C'' stb.) vetítési iránya már az ACO síkra merőleges, úgyhogy az „ m'' ” irányú nézet ugyanolyan jellegű, mint a 396. ábra: nem féloldalas!

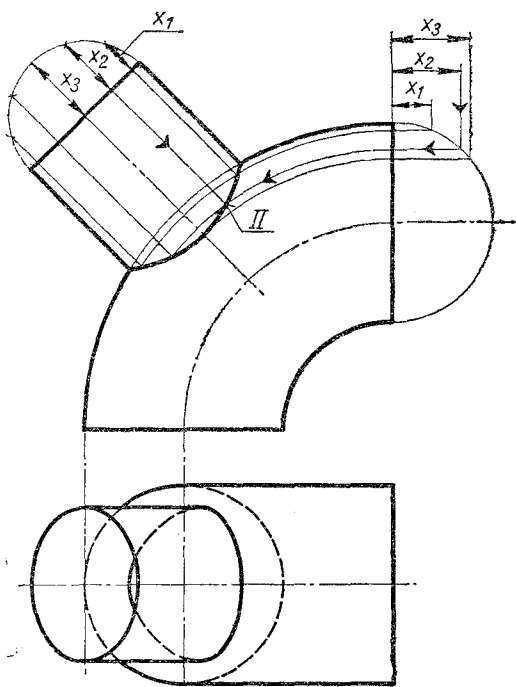
széspontja a W áthatási pont. Túl sok áthatási pontra nincsen szükségünk, mert az áthatási vonal ilyen vetülete majdnem egyenes.

A *szabásszerkesztés* lényegében könnyen visszavezethető a síkkal csonkított kúp (250. ábra) és a lyukas gömb (372. ábra) szabására. A gömb pontatlan, nagy ráhagyást kívánó szabása helyett ilyenkor célszerű csupán a kúp palástját kiszabni és az elkészített kúp-csonk odaillesztésével jelölni ki a kész gömbfelületen a kivágás vonalát. Természetesen a kúp szabása is készülhet ferde sík metszsvonalaként, ráhagyással, mint „első megközelítés”, és aztán a kész gömbfelülethez igazítható.

Íves csődarab hengeres csonkjá

Elemzés:

Az ív egy gyűrű negyedrésze (399. ábra). A csonk hengerének forgási tengelye merőlegesen metszi a gyűrű tengelyét a gyűrű középpontjában.



399. ábra. Henger metsz egy gyűrűt. Tengelyük metsződik

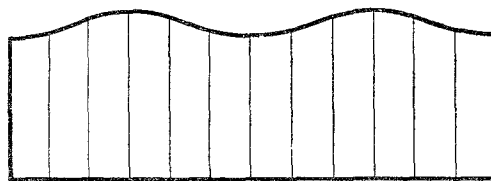
Áthatásszerkesztés:

Metsződő tengelyű forgási felületekről lévén szó, a tengelyek metszéspontja köré képzelt gömböket is választanánk segédfelületül, de ha már a szabás kedvéért egyenletes részekre osztottuk a csonkot, olyan segédsíkokat választunk, amelyek átmennek a szabásszerkesztéshez használandó alkotókon és így megadják azok pontos hosszát. Ezek a síkok, hogy a gyűrű is könnyen megrajzolható vonalakban messék, merőlegesek a gyűrű forgási tengelyére, vagyis párhuzamosak az elülnézetben a rajz síkjával.

A gyűrű kör alakú metszsvonalait egy tengelyszelvénynek befordításával kaphatjuk meg azáltal, hogy átmérjük rá a csonk befordított harántszelvényénél felvett segédsíkoknak a rajz síkjával párhuzamos szimmetriásíktól mért távolságát: $x_1 \dots x_3$.

Az egy segédsíkba eső segéd-metszsvonalak metszés-

pontja az áthatás egy pontja. (Tulajdonképpen két fedésben levő pontja, mert a vetítési irány a térgörbe egyik szimmetriásíkjára merőleges.)



400. ábra. A gyűrűt metsző hengeres csonk szabása

A csonk szabása:

Módszerében semmit sem különbözik a sokféle változatban megbeszélte hengerkiterítésektől. A harántszelvény beosztása szerint felrajzolt alkotókra átrakjuk a harántszelvény egyenes vonaláról az áthatásig terjedő valódi hosszúságukat. (Csupán a mértantudóst érdekli, hogy a kapott *hullámvonal* mennyiben tér el attól, amely akkor keletkezik, hogyha nem gyűrűvel, hanem egy másik hengerrel stb. találkozik a henger.) (400. ábra).

Az ív kivágásának szabását

az ív szabásán (389. és 390. ábra) nem rajzoljuk elő, mert domborításakor eltorzulna, kész állapotban a hozzáillesztett kész csonk szerint rajzoljuk rá és vágjuk ki. Sorozatgyártásban az ívdarabhoz illő domborított sablont készítünk a kivágás előrajzolásához.

A fölülnézet szerepe:

Mint látjuk, a fölülnézetből (399. ábra) egyetlen méretet vagy segédvonalat sem használtunk fel a szabásszerkesztéshez, sőt az áthatásszerkesztéshez sem. Legfeljebb a csonk tengelyszelvényének befordítását helyettesíthettük volna a fölülnézeti képhatárkörrel, de ezért ugyan kár volna a *rajzlemez*en is megrajzolni az egész fölülnézetet áthatásostul, csonk-harántmetszetestül.

Az adott műhelyrajz szerkesztője azonban nem bízott abban, hogy az áthatási vonalból is mindent tud a rajzoló és ezért a fölülnézettel határozta meg azt, hogy a henger forgási tengelye *metszi* a gyűrűt.

Megjegyzés:

Ha a csonk nem hengeres, hanem kúpos, akkor már csak a segédgömbök metszik mind a két adott felületet könnyen megrajzolható segéd-metszsvonalakban.

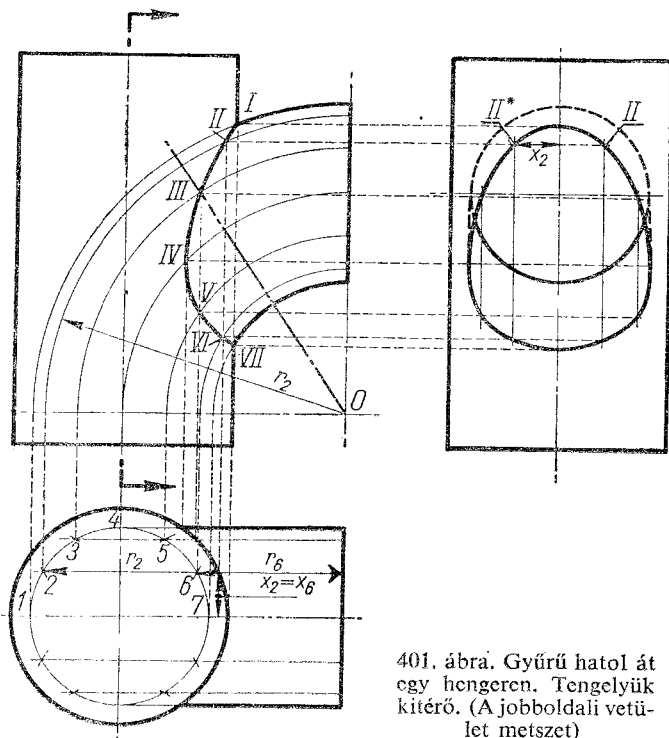
Íves csonkú cső

Elemzés:

A gyűrű középköre érinti a henger forgási tengelyét (401. ábra).

Megjegyzés:

Előrebocsátjuk, hogy rendes esetben ezt az idomot nem szabással készítjük, hanem *egy egyenes* meg *egy meghajlított* csőből vágjuk ki az áthatást, hogy összeilleszthessük őket. Mértanilag természetesen semmi akadálya sincsen annak, hogy a henger nyílását a 125. ábra szerint kiteríthessük, ha pedig kivételesen igen nagy átmérők esetén mégis lemezből készítünk ilyen idomot, az íves csonkot is kiszabhatjuk a 388–390. ábra mintájára, csak fel kell



401. ábra. Gyűrű hatol át egy hengeren. Tengelyük kitérő. (A jobboldali vetület metszet)

vennünk egy-egy tengelyszelvényt (pl. a *III O* síkot) a 388. ábra *ADG* síkjának megfelelően.

Áthatásszerkesztés:

A segédsíkok merőlegesek a gyűrű tengelyére, felületét tehát forgási körökben, a gyűrű tengelyére szintén merőleges (bár kitérő) tengelyű hengert pedig alkotókban metszik. Az áthatás elűlnézetének megszerkesztéséhez természetesen elég volna egy-egy befordított szelvény, de most a változatosság kedvéért a fölűlnézetben állapítjuk meg a

gyűrűn kapott segédkörök sugarát és a velük egy segédsíkban levő hengeralkotókat. Az elűlnézetben ezek metszéspontja szolgáltatja az áthatás fedőpontjait, amelyek azután az oldalnézetben széjjelválnak a szimmetriasíktól az x távolságokra. Mint látjuk, egy-egy segédsík két-két körben metszi a gyűrűfelületet: pl. r_2 és r_6 .

Megjegyzés:

Ha a fenti idomokat nem lemezből készítjük el, hanem készen kapható egyenes és íves csövekből állítjuk elő, a megszerkesztett áthatás szerinti sablonnal előbb az egyenes cső kivágását rajzoljuk elő, azután a kivágott nyílásba beledugjuk a görbe (íves) cső végét, azon megrajzoljuk az áthatási vonalat és aszerint vágjuk el.

Az összehegesztés helyén keletkező *élt* elkerülhetjük, ha a vastagabbik cső felületén *kisebb nyílást* vágunk és ezt a ráhagyást (melegen) a kívánt csonkká peremezzük ki. A csatlakozó ív végét ilyenkor a peremezés (esetleg kiegycngtetett) végéhez kell hozzájavítani.

Íves nadrágcső

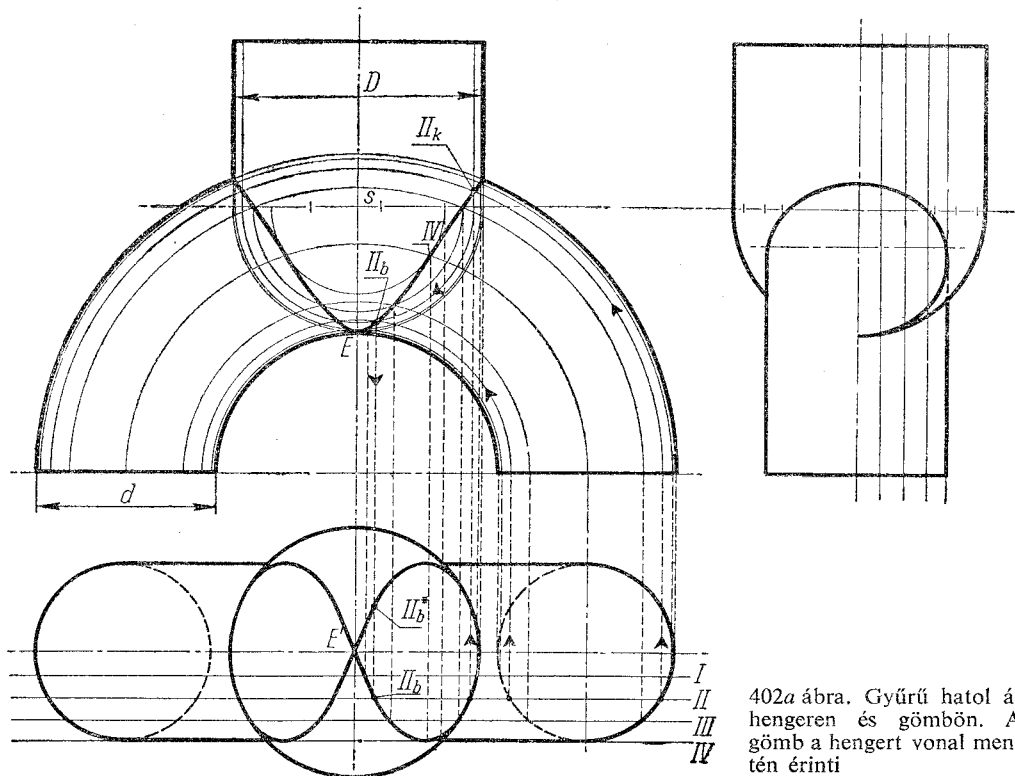
Méretezés:

Ha a kis átmérőjű csövekben ugyanakkora folyadéksebességet irányzunk elő, mint a bővebb közös csőben, akkor ennek a *keresztmetszetét* kétszer akkorára vesszük, mint az ívesét.

$$2 \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{D^2 \pi}{4} \quad 2d^2 = D^2$$

$$D = \sqrt{2} \cdot d = 1,41d \quad d = \frac{D}{\sqrt{2}} = 0,707D.$$

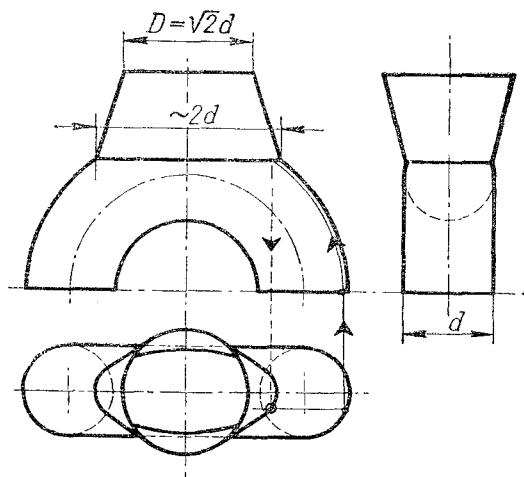
Alkalmazhatjuk természetesen a 25. vagy 26. ábra szerkesztését is.



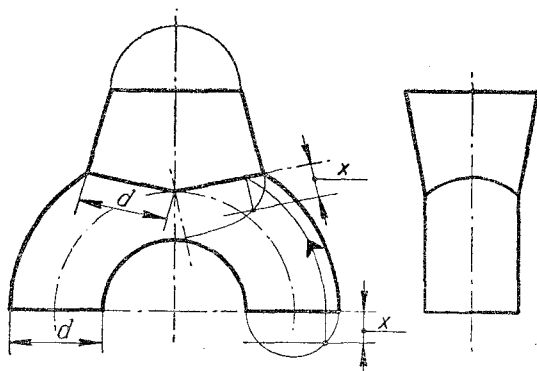
402a ábra. Gyűrű hatol át hengeren és gömbön. A gömb a hengert vonal mentén érinti

Elemzés:

A vékonyabb gyűrű nem zárhatja el a bővebb csövet. Ennek végére tehát egy vele egyenlő átmérőjű és a gyűrűt az \tilde{E} pontban érintő gömböt illesztünk (402a ábra).



402b ábra. Hengeres csomk helyett egy kb. változatlan szelvény-
területű kiteríthető csomk



402c ábra. Áramlástanilag valamivel kedvezőbb csomópont

A henger és a gömb érintési körének síkjáig (s) gömb és gyűrű, afölött pedig henger és gyűrű áthatásával lesz dolgunk.

Áthatásszerkesztés:

A gyűrű tengelyére merőleges segédsíkok mind a három adott felületet — gyűrűt, gömböt, hengert — könnyen megrajzolható vonalakban metszik. A gyűrű és a gömb segédköreinek sugarát a fölülnézetben is, meg az oldalnézetben is megtalálhatjuk, a henger metszési alkotóit azonban csak a fölülnézetben. Csak a fölülnézetre van tehát még szükségünk, az oldalnézet (itt fél metszet) a hengerrel érintkező gömb világosabb szemléltetésére való. A segédmetszévonalak metszéspontja a keresett áthatási vonal egy-egy fedőpontja.

Más megoldások:

A gyűrű egy síkmetszetéhez kb. a 286. ábra szerinti ki-
teríthető csonkot illesztünk: 402*b* vagy 402*c* ábra.

Méretezés:

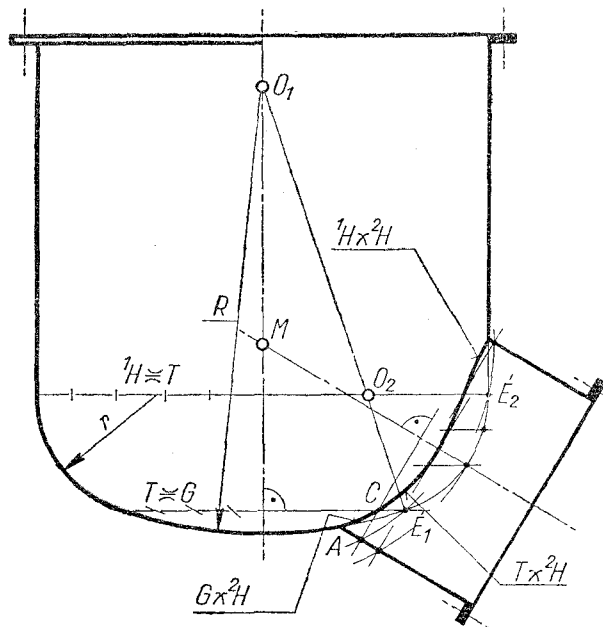
A gyűrű és csomk közös síkmetszetének, a kiteríthető felület alsó vezérgörbéjének területe kb. a beömlőcsomk D átmérőjű körének területével egyezzen.

Domborúfenékhez csatlakozó csonk

Elemzés:

A domborúfenék olyan gömbfelület, amelyet egy vele érintkező gyűrűfelület köt össze a nagy átmérőjű hengeres kazán vagy tartány köpenyével. A gyűrű természetesen a hengert is érinti és tengelyszelvény-körének sugara (r) annál nagyobb, minél nagyobb nyomásra alkalmas a domborúfenék.

A csónk hengeres és a középvonala ferdén metszi a hengeres edény középvonalát (403. ábra).



403. ábra. Hengert, gyűrűfelületet és gömbfelületet metsző henger. (A jelek olvasása: „Egy henger *metsz* egy másikat.” „Ez a henger *vonal mentén érint* egy tóruszt, gyűrűt.” „A tórusz is *metszi* a másik hengert.” „S ez a tórusz *vonal mentén érint egy* gömböt is.” „A gömb szintén *metszi* azt a másik hengert is”

Áthatásszerkesztés:

Metsződő tengelyű forgásfelületekről lévén szó, mindjárt a tengelyek metszéspontja köré képzelt segédgömbök jutnak az eszünkbe. Az áthatás egy része gömb és henger, más része gyűrű és henger, harmadik része pedig két henger áthatási vonala. Mivel a gömb a gyűrűhöz és az a nagy hengerhez *vonallal érintkezve* csatlakozik, az áthatási vonal szakaszai is simán, érintőleg mennek át egymásba. A jellegükre való tekintettel célszerű éppen az érintési pontjaik megszerkesztésével kezdeni az áthatásszerkesztést.

A gömb és a gyűrű érintési vonalát úgy kapjuk meg, hogy egyenes vonallal kötjük össze a képhatárcörök O_1 , O_2 középpontját és ez a közös sugár éppen az \tilde{E} érintési pontban metszi a képhatárcöröket. Az \tilde{E}_1 pontból a dob tengelyére bocsátott merőleges ábrázolja azt a forgási kört, amely mentén a gömb és a gyűrű érintkezik. Ha felveszünk egy olyan segédgömböt, amelynek közepe az M pont, és a vonala keresztül megy az \tilde{E}_1 ponton, a domborúfeneket ez éppen ebben az *érintkezési* vonalban *metszi*. Ugyanez a segédgömb metszi a ferde csomk hengerét is az A ponton átmenő és a csomk alkotóira merőleges egyenes által ábrázolt körben. Az \tilde{E}_1 és az A ponton átmenő segédvonalak metszéspontja az áthatási vonalak keresett érintési pontja:

C. Ugyanígy kapjuk meg a henger és a gyűrű \vec{E}_2 által meghatározott érintési vonalán levő áthatási pontot. Szükség esetén azután még közbelső pontokat is szerkeszthetünk további segédgömbökkel.

A csonk kiterítése

nem jelent új feladatot, csupán a hullámvonal lesz minden eddiginél változatosabb a háromféle áthatás — henger, gyűrű és gömb — miatt.

A dob nyílását

csak kész állapotban rajzoljuk elő a kész csonk szerint.

A csavarfelületek alapfogalmai

Csavarfelületet olyan vonal ír a térbe, amely csavarmozgást végez. A lemezszabási gyakorlatban előforduló csavarfelületek *íróvonala* csaknem kizárólag *egyenes*. A csavarmentek árkának fenekén *körív* által írt csavarfelület található, a csavarodó *csőfelületek* pedig egy csavarmozgást végző *gömb* pályáját burkolják.

A *csavarmozgás* az egyenesen haladó és a forgó mozgás eredője. (A forgó mozgás tengelye a haladás irányával párhuzamos.) Ha külön ki nem emeljük, hogy nem úgy van, akkor mindig *állandó emelkedésű* csavarmozgásra gondolunk, bár egyszerűen csavarmozgást mondunk. (Ugyanígy vagyunk a hengerrel és a kúppal: csak azt kell külön kiemelni, hogy *nem forgási* hengerről vagy nem forgási kúpról beszélünk. Pl. az elég gyakori ferde körkúpról mindig meg kell mondanunk, hogy „ferde”; egyébként külön figyelemztetés nélkül „egyenesnek” értjük.)

Az állandó emelkedés azt jelenti, hogy az elfordulás és a tengelyirányú elmozdulás *aránya* állandó, egy-egy körülfordulás alatt mindig ugyanannyit halad, „emelkedik” a csavarmozgást végző idom. Az egy fordulat alatt megtett tengelyirányú távolság a csavarmozgás *emelkedése* vagy más szóval *menetmagassága* (h).¹

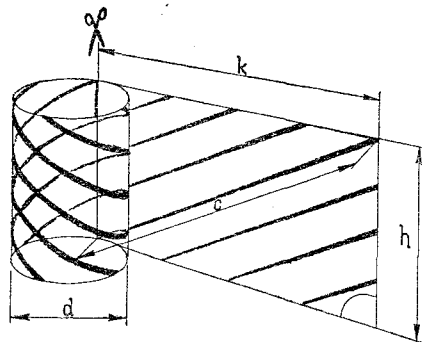
Olyan csavarfelületekről, amelyek nem állandó emelkedésűek vagy amelyeket nem a forgó mozgás tengelye irányában haladó idomok írnak le, itt nem lesz szó.

A csavarmozgást végző idom minden pontja *csavarvonalat* ír a térbe. Valamennyi egyszerre leírt csavarvonalnak *ugyanaz a menetmagassága*, az alakja azonban mégsem valamennyinek egyforma. *Egybevágók* az olyan csavarvonalak, amelyek a forgási tengelytől egyenlő messze vannak. Ezek egy-egy *hengerfelületen* helyezkednek el, és ha a hengerüket egy alkotója mentén felvágva kiterítjük, a rajta levő csavarvonalak síkba terítve *egyenes vonalakká* változnak (404. ábra).

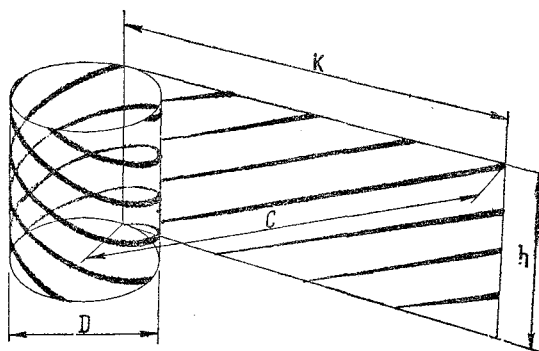
Mi lehet a különbség a szűkebb vagy bővebb hengereken levő egy emelkedésű csavarvonalak alakja között? Ha egy bővebb henger csavarvonal-seregét is kiterítjük (405. ábra), rögtön látjuk a különbséget: a szűkebb henger csavarvonalai *meredekebbek*, mert hiszen a menetmagasságuk ugyanannyi, a hengerük harántszelvényének kerülete viszont kisebb, mint a bővebb hengeré.

A kiterített hengeren levő egyenesek a kiterítetlen hengeren levő csavarvonal *érintői*. Ha a 404. és 405. ábra két hengerét egymásba dugva képzeljük el, látjuk, hogy a ten-

gelyre merőleges közös sugaruk és a hengerek metszéspontjaiba tartozó érintők *nem párhuzamosak*, hanem *kitérők*.



404. ábra. Négy csavarvonal egy hengerfelületen, és ugyanaz kiterítve



405. ábra. Ugyanolyan menetmagasságú, de bővebb hengerre illő csavarvonalak, mint az előző ábrán

Lapos csavarfelület

Származtatás:

A lapos csavarfelületet olyan egyenes írja le, amely a csavarmozgás tengelyére *merőleges* és a csavarmozgás tengelyét *metszi*.

Ha a csavarmozgást végző egyenes merőleges ugyan a mozgása tengelyére, de nem metszi, hanem *kitérő*, akkor *nyitott torkú* lapos csavarfelületet ír le a térbe. A műszaki gyakorlatban ez nem szokott előfordulni, ezért mondhatjuk egyszerűen lapos csavarfelületnek azt, amelynek alkotója a tengelyét metszi; teljes neve: *zárt lapos csavarfelület*.

Az alkotója — mint mértani felületnek — akármilyen, azaz végtelen hosszú, akár csak a hengeré meg a kúpé; a valóságban elkészíteni rendszerint két csavarvonal közötti *szalagját* szoktuk. A laposcsavar-szalagot tehát a csavarmozgással közös tengelyű két hengerfelület határolja, melyek egészben vagy részben el is készülhetnek a csavarfelületű alkatrészen (pl. 418. ábra).

A laposcsavar-szalag megrajzolása:

Tengelyirányban nézve (a 407. ábrán a baloldali vetület) két kör ábrázolja a laposcsavar-szalagot, a két egytengelyű határoló hengerének megfelelően. A belső kör üres, *ott nem készítjük el a csavarfelületet*; a két kör közötti terület (mértani nevén: síkgyűrű) ábrázolja a szalag anyagát. A sugárirányú vastag vonal a szalag felénk eső végét határoló alkotódarab.

¹ A *meredekség*, *emelkedés*, *emelkedési szög* kifejezések arra vallanak, hogy a csavarvonal tengelyét önkéntelenül is *függőlegesnek* képzeljük. Természetesen akkor is a *tengely harántsíkjához* kell viszonyítani ezeket a méreteket, ha a csavar tengelye nem függőleges. (A *fordító*)

Abban a vetületben, amelynek rajzsíkja a csavarfelület tengelyével párhuzamos (a 407. ábrán a jobboldali vetületben), a csavarszalagot határoló két csavarvonalat egy-egy hullámvonal ábrázolja. Ezek megrajzolásához a tengelyirányú vetületet további alkotókkal egyenlő cikelyekre osztjuk, és ugyanennyi egyenlő részre osztjuk a készülő hullámvonalas vetületben a tengelyre fölmért h menetmagasságot is. Az osztópontokon át a tengelyre merőlegesen húzott egyenesek a csavarfelület végtelen hosszú alkotóit ábrázolják, az alkotóknak a szalagon belüli darabját egyszerű rendezőhúzással kapjuk meg a tengelyirányú vetületből.

A csavarodás iránya:

A tengelyirányú vetületben az óramutató járása irányában növekedően számoztuk meg az alkotókat, a hullámvonalas nézetben pedig balról jobbra növekedő számozást választottunk. A hullámvonalak bal vége a tengelyirányú vetületben (az európai vetületrend szerint) a tőlünk távolabb levő vége a csavarszalagnak. Ha tehát ott a számozás szerint halad valami a szalagon, akkor az közeledik hozzánk, miközben az óramutatóval egy irányban kerülgeti a tengelyt. Az ilyen csavarmozgás *balra csavarodik*, az ilyenből származó test *balcsavar* (MSZ 916—53R).

Ugyanilyen csavarodási irányt határozunk meg akkor is, ha a tengelyirányú vetületben az óra járásával ellenkezően számozzuk meg az alkotókat és egyszersmind a hullámvonalas nézet számozását is megfordítjuk, vagyis a jobb végén kezdjük. Ekkor ugyanis a tőlünk *távolodó* pont kering az óramutatóval *ellentétesen*. Ez is *balra* csavarodó csavarmozgás.

Ha azonban vagy *csak* a keringést, vagy *csak* a haladást választjuk ellentétes irányúnak, akkor már *jobbra csavarodást* írunk elő. Ha tehát a tengelye irányában nézzük a csavarfelületet és a rajta mozgó pont tőlünk *távolodva* az óramutatóval *egyezően*, avagy hozzánk *közeledve*, a mutatóval *ellenkezően* kerülgeti a tengelyt, akkor *jobbcsavar*-al van dolgunk.

Ha két csavar minden mérete megegyezik, csak a csavarodásuk iránya ellentétes akkor azok egymásnak tükörképei.

Határozatlan rajz:

A 407. ábra hullámvonalai teljesen azonosak lesznek, akár az óramutató szerint, akár ellentétesen számozzuk a tengelyirányú vetületben az alkotókat. Ha tehát a számozást letöröljük, nem lehet tudni, jobb- vagy balcsavart kell-e készítenünk.

Mivel ez az ábra nem műhelyrajz, hanem a szabásszerkesztéshez rajzolt segédábra, mely a *számlagos szálnak* megfelelő méretekben készült és a lemezvastagságot szándékosan elhanyagolja, a határozatlansága nem baj. Régóta tudjuk (91. ábra), hogy a tükörképidomok szabása teljesen megegyezhet, és csak a hajlítás dönti el, hogy jobb- vagy balos darab lesz-e belőle. A szabás tehát a határozatlan ábra szerint is helyesen készül el, csak a kiszabás *utáni* műveletekhez kell tudni, milyen *térbeli* idomot kell a *sík* szabásdarabból készítenünk.

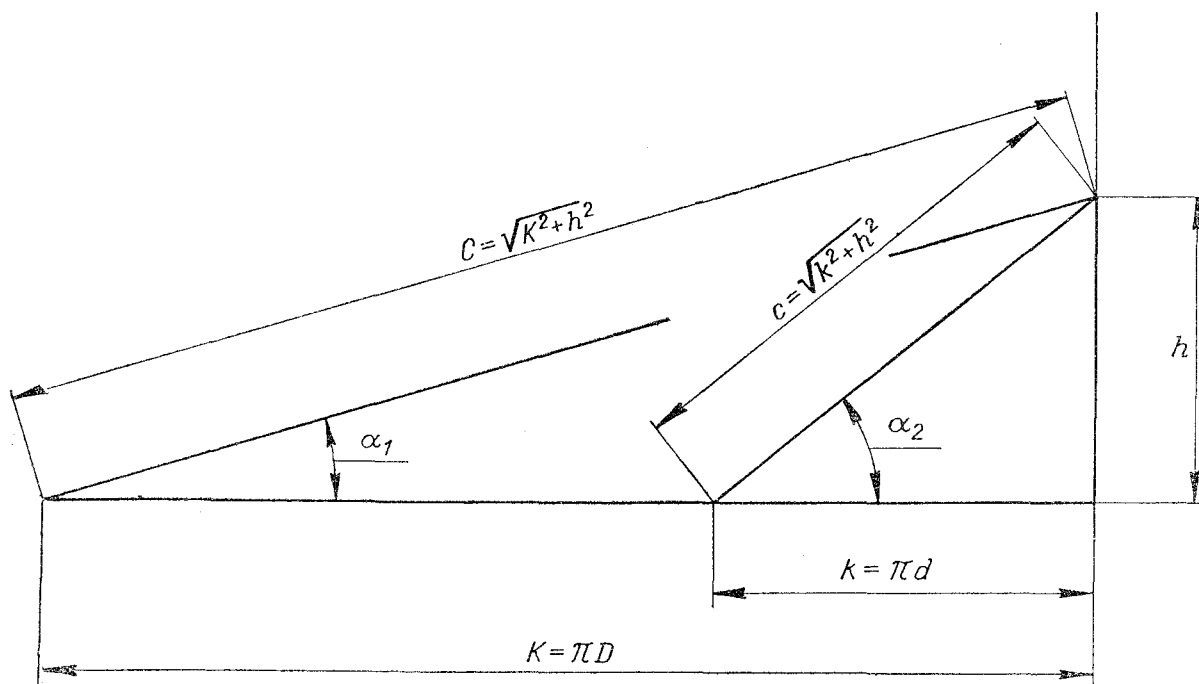
Ha azonban történetesen olyan műhelyrajz kerül a kezünkbe, mely a számozatlan 407. ábrához hasonlóan nem írja elő a csavarodás irányát, feltétlenül kötelesek vagyunk arról a rajz szerkesztőjét értesíteni, még akkor is, ha a csatlakozó alkatrészeket vagy a gép működését ismerve, magunk is biztosan el tudjuk dönteni, mi a helyes.

Szabásszerkesztés:

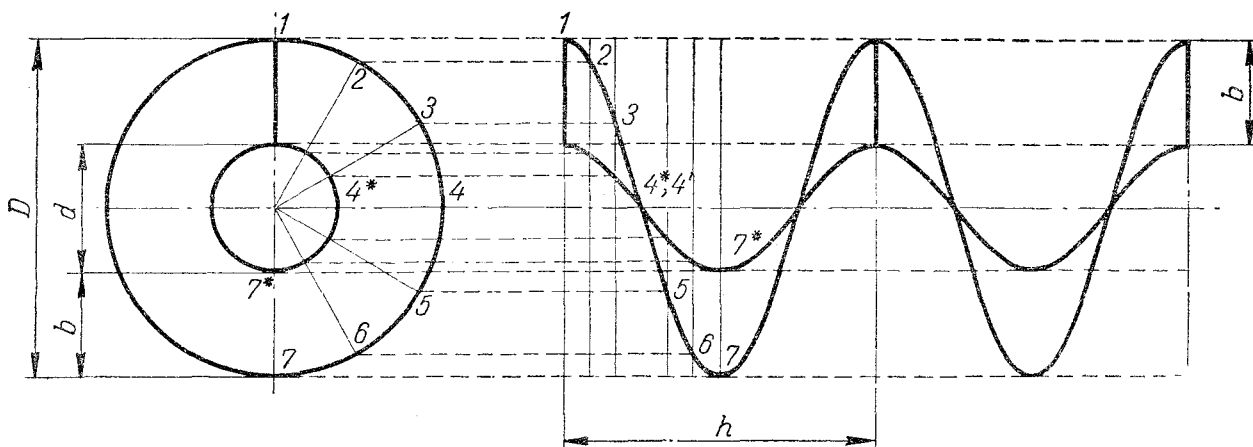
Laposcavar-szalag egy menetének készítéséhez egy olyan síkgyűrű-cikket szabunk ki, melynek szélessége megegyezik a szalag szélességével, $b = (D - d) : 2$ (407. ábra), külső és belső íve pedig ugyanolyan hosszú, mint a csavarszalag egy csavarulatának külső, illetve belső csavarvonala. Ezt a hosszúságot *lemérhetjük* a csavarvonalak hengerének kiterítésén (406. ábra), de ki is számíthatjuk Pythagoras tételével (33. ábra.):

$$C = \sqrt{K^2 + h^2},$$

$$c = \sqrt{k^2 + h^2},$$



406. ábra. Egymagasságú (h), különböző átmérőjű (D és d) két csavarvonal egy csavarulatának hossza (C és c). (α_1 és α_2 az emelkedési szögük)



407. ábra. Lapos csavarfelület két csavarvonal közötti szalagja

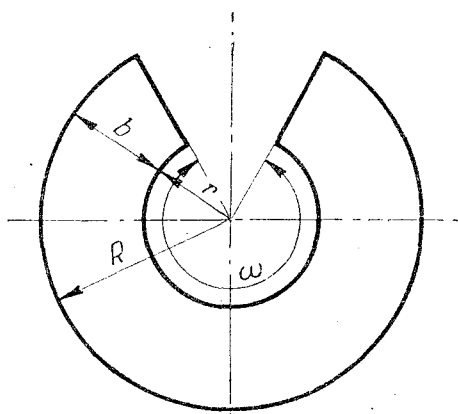
ahol

$$K = \pi D \quad \text{és} \quad k = \pi d$$

A síkgyűrű-cikk megrajzolásához ismernünk kell még a körök sugarát és a cikk középponti szögét is, azaz R -et, r -et és ω -t (408. ábra).

Ismerve az ívek hosszát, C -t és c -t, a sugarakat kiszámíthatjuk, sőt meg is szerkeszthetjük a következő arányosságból:

$$C : c = R : r = R : (R - b) = (r + b) : r,$$



408. ábra. A laposcsavar-szalag (407. ábra) egy csavarulatának szabása

ahonnan

$$R = \frac{b}{C - c} C,$$

$$r = \frac{b}{C - c} c.$$

vagy szerkesztéssel úgy kapjuk meg ugyanezeket, hogy a síkgyűrű-cikket b magasságú trapéznek tekintjük. A ferde oldalainak meghosszabbításával adódó háromszögek magasságai a keresett sugarak (409. ábra)

Végül a cikk középponti szögét az ív és a sugár arányából így számíthatjuk:

$$\omega^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{C}{R} = \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{c}{r},$$

Ehhez azonban felhasználhatjuk az előbb már kiszámított $b/(C - c)$ tört értékét is:

$$\omega = \frac{180^\circ}{\pi} : \frac{b}{C - c}.$$

Példa:

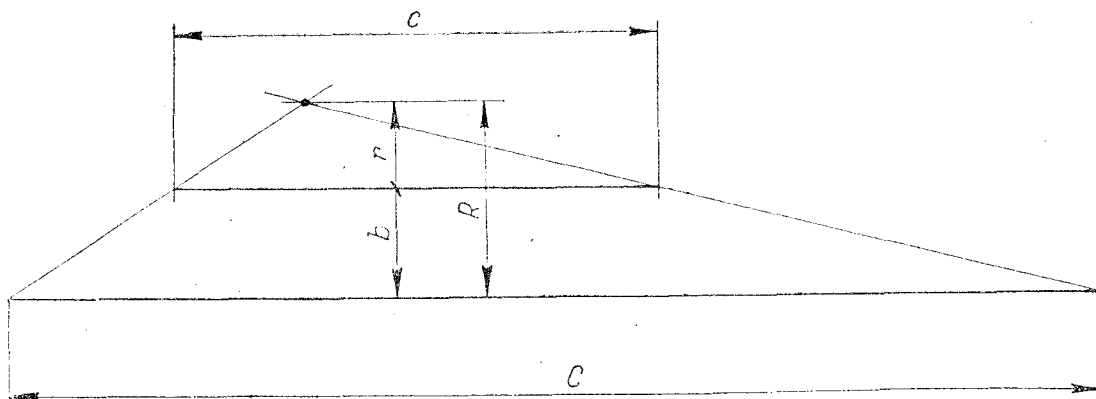
$$D = 220 \text{ mm}, \quad d = 80 \text{ mm}, \quad h = 200 \text{ mm}.$$

A csavarvonalak hosszának, (C és c) kedvéért először is kiszámítjuk a befogók négyzetét:

$$K^2 = \pi^2 \cdot D^2 = 3,14 \cdot 3,14 \cdot 220 \cdot 220 = 477\,000,$$

$$k^2 = \pi^2 \cdot d^2 = 3,14 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 80 = 63\,100,$$

$$h^2 = 200 \cdot 200 = 40\,000.$$



409. ábra. A csavarvonal-hosszak, C és c (406. ábra) összefüggése a laposcsavar-szalag (407. ábra) szélességével (b -vel) és szabásának (408. ábra) külső és belső sugarával (R -rel és r -rel)

A befogók négyzetének összege egyenlő az átfogó négyzetével:

$$C^2 = K^2 + h^2 = 477\,000 + 40\,000 = 517\,000.$$

$$c^2 = k^2 + h^2 = 63\,000 + 40\,000 = 103\,100.$$

Ha egy szám négyzetét ismerjük, magát a számot gyökvonással kapjuk meg. A legegyszerűbb ezt logarlécen végezni, de a legtöbb műszaki zsebkönyvben megtalálható négyzettáblázatból is elég pontosan visszakereshetjük a gyököt:

$$C = \sqrt{517\,000} = 719,$$

$$c = \sqrt{103\,100} = 321.$$

Több képletben is szerepel, tehát előre kiszámítjuk a következő törtet:

$$\frac{b}{C-c} = \frac{70}{719-321} = \frac{70}{398} = 0,176.$$

A szabás sugarai:

$$R = \frac{b}{C-c} C = 0,176 \cdot 719 = 126,5,$$

$$r = \frac{b}{C-c} c = 0,176 \cdot 321 = 56,5.$$

A középponti szög:

$$\omega = \frac{180^\circ}{\pi} : \frac{b}{C-c} = 57,3^\circ : 0,176 = 326^\circ.$$

Ellenőrzés:

$$b = R - r = (D - d) : 2$$

$$126,5 - 56,5 = 70$$

$$220 - 80 = 140; \quad 140 : 2 = 70.$$

A középponti szöget az ívek mérőkerekkel összemérésével ellenőrizzük: természetesen nem a hullámvonalakat mérőkerekkezzük, hanem a 406. ábra szerinti c és C hosszúságokkal kell a szabásívoknak egyenlőknek lenniük.

Mivel a lapos csavarfelület seholsem sík és *nem kiteríthető*, a 414. ábrához hasonló elvű berendezésen lehet csak a szabásából kialakítani. Ennek teljes megértéséhez gondoljunk végig a következő fejezeteket.

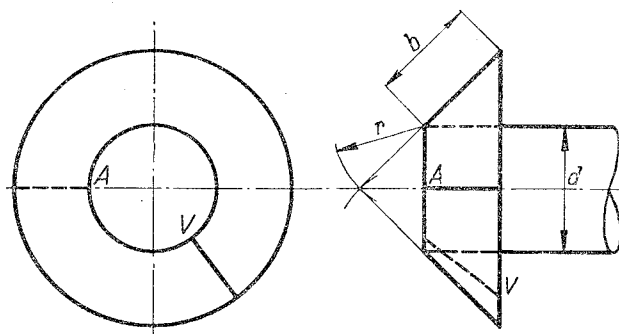
A kiteríthető csavarfelület

Mi minden készülhet egy szabásból?

Ha a 408. ábra szerint kivágott szabás belső szélét ráillesztjük egy olyan átmérőjű valóságos hengerre, amilyen a 407. ábra szerinti lapos csavarfelület képzeletbeli belső hengere (d), *különbő* felületeket kapunk aszerint, hogy *milyen vonal mentén* erősítjük oda.

Kijelölhetünk pl. egy *forgási kört* a hengeren. Ennek kerülete jóval rövidebb, mint a szabás ω szögű íve ($\pi d < c$), ezért a gyűrű A és V között önmagára fekszik rá, s ami a fő: többé nem síkgyűrű, hanem *kúpfelület* — kúp-öv — lett belőle. Az egymásra lapolt szakaszán akár össze is hegeszthetjük *kúpos karikává* (410. ábra).

Természetes, hogy nemcsak ilyen, tengelyre merőleges síkú kör mentén, hanem mindenféle csavarvonal mentén is odahegeszthetjük a d átmérőjű hengerhez az ω középponti szögű síkgyűrűcikket. A 410. ábrán szorosan egy-



410. ábra. A laposcsavar-szalag-szabásából (408. ábra) készíthető kúp-öv, azaz „nagyon kis emelkedésű kiteríthető csavar-szalag”

másra fektetett átlapolás széle tulajdonképpen *máris csavarvonal*: az emelkedése valamivel több, mint egy lemezzvastagság. Ha a lemezzvastagságot elhanyagolhatóan kicsinek gondoljuk, azt mondhatjuk, hogy a kúp olyan csavarfelület, amelynek az emelkedése nulla.

Amíg *kis emelkedésű* csavarvonalak mentén „próbálgatjuk föl” a szabást a hengerre, valamivel *több* telik ki belőle, mint egy csavarulat, vagyis ha nem fekszik egymásra a két vége, A és V , mint a 410. ábra kúpfelületén, de még mindig túlér a kiindulási alkotón. A h -nál kisebb emelkedésű csavarvonalak egy csavarulatának hossza nyilván még mindig kisebb c -nél. Ha majd h -nál nagyobb emelkedésű csavarvonalhoz illesztjük oda, akkor már nem telik egy teljes csavarulatra belőle. Mindezt előre láthattuk a csavarvonal ismeretében, a próbálgatást inkább a keletkező csavarfelületek megfigyelése végett érdemes valóban el is végezni. Leginkább pedig az a kellemetlen megfigyelés készletti próbálgatásra az embert, hogy pontosan h emelkedésű csavarvonalhoz a pontosan kiszámított szabás *nem illik oda pontosan!*

A jó megfigyelőnek már a kúpon (410. ábra) vagy legalábbis a kúp utáni egész kis emelkedésű csavarfelületeken feltűnik, hogy *az alkotói nem merőlegesek a tengelyre*, pedig a lapos csavarfelületet úgy határoztuk meg és úgy is szerkesztettük (407. ábra), hogy minden alkotója merőlegesen messe a tengelyt.

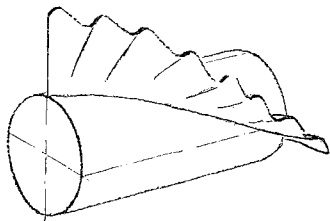
A meredekebb csavarfelületeken azt is észrevehetjük, hogy — bár a felület nagyon érdekesen a henger közelében fokozódóan görbül — *mindig lehet rajta egyenes vonalakat, alkotókat húzni*, ezek azonban *nem metszik a csavarvonal tengelyét*, hanem kitérők.

Nyilvánvaló tehát, hogy a lapos csavarfelület szabásának egyszerű odaillesztésével létrejövő csavarfelületek nemcsak hogy *nem lapos*, de *nem is zárt* csavarfelületek. Valahol a d átmérőjű henger *belsejében* van egy (képzeletbeli) *torokhengerük*, amelynek sugara egyenlő a kitérítő alkotók és a tengely távolságával (harántszelőjük hosszával).

Az egyszerű *hajlítással* készülő felületeket ugyanolyan egyszerű hajlítással síkba is fektethetjük, ezek tehát *kiteríthető* felületek (régőbbi mértani nevükön: „kifejthető” felületek). Tudjuk, hogy ilyenek a henger, a kúp és a két görbe érintősíkjával szerkesztett kúpszerű (de nem kúpos, mert nem csúcsos) felületeink (269., 275., 277., 280., 284., 334. ábrák). A síkgyűrű egyszerű oldalhajlításával — mint látjuk — *kiteríthető csavarfelületek* keletkeznek: de csak egy bizonyos emelkedésig.

A legmeredekebb „csavarvonal” a henger alkotója. Az emelkedési szöge ennek 90° és *gyakorlatilag* nem is mond-

hatjuk csavarvonalnak, mert hiszen tökéletesen *egyenes*. De vegyünk egy *majdnem* egyenes, valami 80 és egynéhány fokos emelkedési szögű elfajulatlan csavarvonalat (411. ábra). Mindjárt látjuk, hogy miért nem lehet ehhez is olyan



411. ábra. A túl magas emelkedésű csavarvonalhoz illesztett szabás (408. ábra) ráncosodása

simán hozzáilleszteni a szabásunkat, mint a csavarvonalak másik elfajult végletéhez, a nulla emelkedésűhöz, a kúphoz vagy az alacsonyabb emelkedésű csavarvonalakhoz: *mert nem lehet a síkgyűrű-cikket ennyire kiegyenesíteni.*

A belső körét kiegyenesíthetjük, ha az anyaga elég lágy, de akkor mindenütt másutt *ráncot vet* (411. ábra).

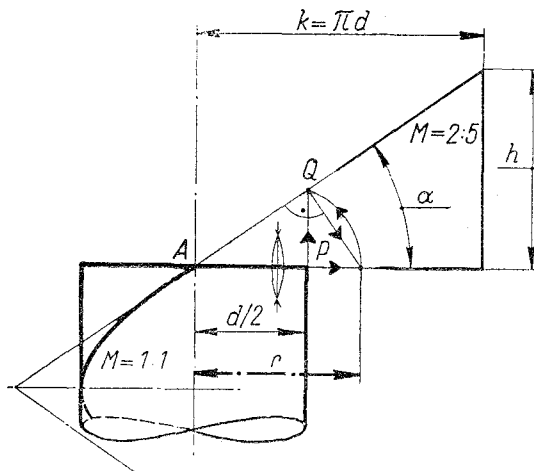
A csavarvonal görbületi sugara

Hol a határ a simán odahajlítható és a ráncolódó felületek két serege között? A legmeredekebb csavarvonal, amelyhez még simán odafekszik a szabás, *ugyanúgy* görbül, mint a szabás *belső köre*.

A csavarvonal görbeségét akkor látjuk valódi alakjában, ha egy *ugyanolyan* ferde sikkal metsszük el a hengerét, amilyen ferden a csavarvonal metszi az alkotókat. (Ilyen ferde sík a csavarvonal *simuló sikkja*, amely arról nevezetes, hogy érinti és az érintési pontban metszi is a csavarvonalat; a nála meredekebb síkok legalább két pontban metszik.) Az ilyen síkon a henger átmetszéséből keletkező ellipszis a kistengely két végpontjában pontosan ugyanolyan görbületű, mint a csavarvonal. Csakhogy míg az ellipszis mindenütt másutt erősebben görbül (s a leggörbébb a nagytengelye két végén, addig a *csavarvonal görbüllete mindeütt állandó*. Éppen ezért lehet az *egyforma* csavarfelüle-

teket *egymáson eltolni*. (Mértani nyelven: a csavarvonal — akárcsak a kör — *önmagán eltolható vonal*.) Ennek következtében lehet pl. a csavart becsavarni az anyába.

A csavarvonal görbületi sugarát a 412. ábra szerint szerkeszthetjük meg. Előzőleg a 406. ábra módján megállapít-

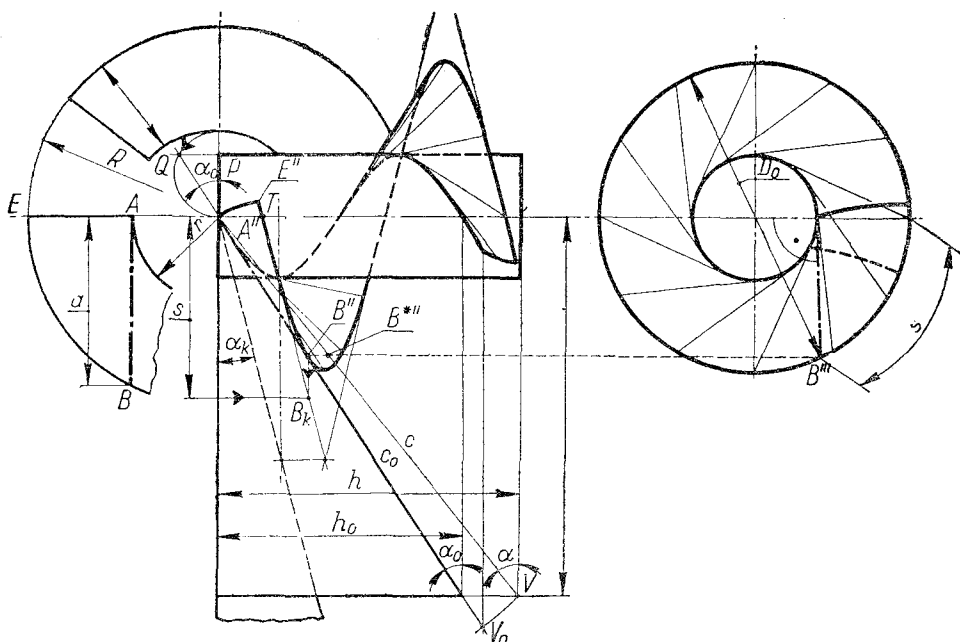


412. ábra. Hogyan függ össze a kiteríthető csavarfelület torokcsavarvonalának emelkedése (h) és emelkedési szöge (α) a torokhengerének sugarával ($d/2$ -vel) és a szabásának belső sugarával (r -rel)?

juk az emelkedési szögét, α -t. A szög egyik (az ábrán vízszintes) szárára a csúcsától $d/2$ távolságban, a P pontban emelt merőlegessel elmetsszük a szög *másik* szárát. Az ott kapott Q pontból húzott, a ferde szög szárra merőleges egyenes a szög vízszintes szárát a csúcsától r távolságban metszi.

Egyébként a Q pont az r -hez tartozó Tháleszkörön fekszik (14. ábra), amelyre akkor van szükségünk, ha pl. az r meg az α van adva és a d -t keressük, vagy — mint most is — az r és a d ismeretében az α -ra vagyunk kíváncsiak.

Az adott esetben tehát (413. ábra) a keresett szög A'' csúcsától $d/2$ távolságban levő henger-képhatáralkotón vehetjük fel a P pontot, az A'' köré rajzoljuk a 408. ábrá-



413. ábra. Milyen felület keletkezik, ha egy laposcsavar-szalag szabását torzító alakítás nélkül illesztjük rá a belső hengerére?

nak megfelelő szabást. A szabás belső sugara, r , lesz a Thálesz-kör átmérője. A $QA''P$ szög a keresett α_0 szög.

A nullás mutatószám arra figyelmeztet, hogy ez a szög nem azonos annak a lapos csavarfelületnek a d hengerhez tartozó α emelkedési szögével, amelyhez a szabást szerkesztettük. A 413. ábrán látható a h emelkedésnek megfelelő α szög és az α_0 által meghatározott h_0 emelkedés is, úgyszintén a hozzájuk tartozó c és c_0 csavarvonal-hosszúság.

Mivel a szabás belső ívhossza nagyobb, mint a c_0 , ezért a még gyűrődés nélkül odaillesztett szabás — mint azt előre láttuk — csakugyan túlér a kiindulási alkotón. Hogy mennyivel, azt a V pont A'' körüli elfordításával nyert V_0 pont helyzetéből lehet megítélni.

Mi a különbség a lapos és a kiteríthető csavarfelület között?

A mértani különbséget most már tisztán látjuk: A lapos csavarfelület alkotója merőleges a tengelyére (és azt rendszerint metszi), a kiteríthető csavarfelület alkotója ferdén áll (α_0), és a tengelyt sohasem metszi, hanem a d_0 átmérőjű torokhengert érinti.

A gyakorlati különbség is jól látszik a 413. ábrából: a V_0 végpontot le kell erőszakolni a V pontba, az alkotókat pedig fel kell állítani a tengelyre merőlegesen. Az első művelet hatására a szabás anyaga megráncolódik, a második alakításra megint ki kell simítani.

Ez az alakítás nem pusztá hajlítás, hanem egy kis nyújtással és zömítéssel is jár. Az anyag ilyen eltorzítása több munkát kíván, mint az egyszerű meghajlítása, de ennek fejében aztán a lapos csavarfelület sokkal erősebb, merevebb is, mint a kiteríthető: „tartása” van.

Az alakítási munkát aszerint, hogy milyen vastag a lemez és milyenek az anyagának a tulajdonságai (szívósság stb.), hidegen vagy vörösizzó melegen, kalapálva vagy sajtolva végezzük el. Ehhez a megmunkáláshoz mindig szükség van valami olyan szerszámmra, amelyen a szabás anyaga az elkészítendő csavarfelület hű mintájához leg-
alább egy oldalról (414. ábra) teljesen hozzáfekhet. Esztergán nagyon pontosan meg lehet munkálni a szerszám lapos csavarfelületét.

Papírból pl. se hidegen, se melegen nem lehet lapos csavarfelületet készíteni, legfeljebb talán nedvesen viselheti el a szakadás és gyűrődés nélkül a torzítást. Szárazon csak hajlítani lehet a papírost, ezen alapul a kiteríthetetlen felületek bevezetőjében (140. old.) említett papírpróba, melynek tanúsága szerint a lapos csavarfelület mindenütt egy kissé nyerges.

Az érintősík a nyerges felületet metszi, az érintkezés tehát csak pontbeli; az érintési pontban (415. ábra, \tilde{E}) a két metszésvonal (m_1, m_2) egymást metszi. A lapos csavarfe-

lületnek és érintősíkjának egyik metszésvonala a felület alkotója, a másik egy gyakorlati szempontból kevésbé fontos görbe vonal. Az alkotó mentén a tengely felé haladva, az érintősík az alkotó körül elfordul, egyre hegyesebb és hegyesebb szöget zár be a tengellyel, ami megfelel annak, hogy a lapos csavarfelület a tengely közelében egyre meredekebb, mert az egyenlő h emelkedésű csavarvonalak emelkedési szöge, α , egyre nagyobb. (Ezt már a 406. ábrán láthatjuk.) A lapos csavarfelületnek két alkotó közötti cikkelye, a laposcsavar-szárny tehát hosszában is csavarodik, az alkotómenti csavarodás iránya a csavarfelület csavarodási irányával ellentétes.

A kiteríthető csavarfelületet — mint minden kiteríthető felületet — az érintősíkja egy alkotója mentén véges-végig érinti. A 413. ábrán azt az érintősíkot a legkönnyebb elképzelni, amely a hullámvonalas vetületben a rajz síkjára merőleges. Ezt a síkot a csavarfelület képhatáralkotója, a c_0 vonal ábrázolja. A csavartengellyel valamennyi érintősík ugyanazt a $90^\circ - \alpha_0$ szöget zárja be: a kiteríthető csavarfelület tehát mindenütt egyforma meredek, ún. részfelület.

A lapos csavarfelület minden érintősíkja az érintési ponton átmenő csavarvonal simulósíkja, tehát azt a csavarvonalat ott nemcsak érinti, hanem metszi is, de másutt nem metszi; a kiteríthető csavarfelület érintősíkja csak a torokcsavarvonalnak simulósíkja, a felület többi csavarvonalát csak egyszerűen érinti, tehát valahol másutt metszi. A legfontosabb, hogy ennek következtében a kiteríthető felület képhatáralkotója a hullámvonalas nézetben a felület csavarvonalait ábrázoló valamennyi hullámvonalat érinti. Ennek hasznát vesszük a következő szerkesztésekben.

A laposcsavar-szalag szabásából az adott belső hengerre készíthető legnagyobb emelkedésű kiteríthető csavarfelület:

Ilyenkor a belső henger egyúttal torokhengert.

A 413. ábra néhány legfontosabb vonalát már a csavarvonal görbületi sugarának megbeszélésekor megrajzoltuk. A c_0 és a h_0 ismeretében a torokcsavarvonalat megrajzolhatjuk, úgyhogy most már csak a külső csavarvonal meg-szerkesztése van hátra.

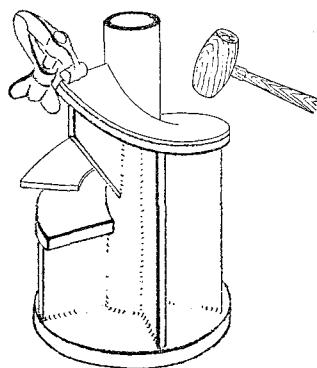
Az összefüggések áttekintése végett a szabást úgy helyezzük el, hogy a középpontja az A'' -val fedésbe essen. Az alkotó a szabásban is érintője marad a torokcsavarvonal szabásának, úgyhogy a szabásra jutó darabját a szabás A és B pontja között mérhetjük le. A hullámvonalas vetületben a c_0 párhuzamos a rajz síkjával, a kapott alkotódarabot tehát az A'' -tól rá mérhetjük, s megkapjuk a külső csavarvonal egy pontjának vetületét, a B'' -t. Itt érinti a c_0 a külső hullámvonalat.

A tengelyirányú vetületben a B pont képe a torokkör érintőjén rendezőhúzással jelölhető ki: E'' , ez már meghatározza a külső henger D_0 átmérőjét is.

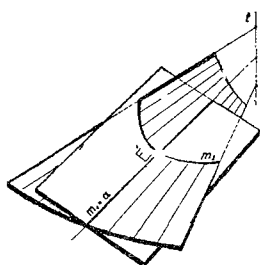
A $D_0\pi$ kerületű henger kiterítésén látható a hengeren levő csavarvonal α_h emelkedési szöge, melyet az A'' -ból induló szaggatott vonallal kaptunk meg; de a $D_0\pi$ és h_0 befogójú háromszög nagyobb felét a rajzból elhagytuk.

A külső csavarvonal megrajzolásához B pontot a B'' -ből kell kiteríteni az s segítségével: B_h . A B ponton át megy a csavarvonal, tehát ha az emelkedési szögnek megfelelő ferdeségű vonalat húzunk a B_h ponton át, az az A'' -n átmenő alkotón kijelöli a T pontot, s a külső csavarvonal vetülete innen már könnyen megrajzolható.

A szabás E pontjának vetülete, E'' , nem esik a tengelyre (T -be), hanem a BE szabásívnek a B_h -tól való visszaméréseivel határozható meg.



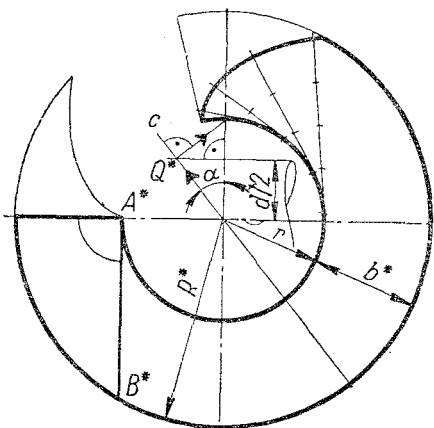
414. ábra. Egyszerű hegesztett készülék lapos csavarszalagok gyártásához



415. ábra. A lapos csavarfelület érintősíkja

Adott kiteríthető csavarfelület szabása (416. ábra)

A gyakorlatban rendszerint nem az adott szabásból indulunk ki, hanem pl. egy adott csavarvonal (d, h) kiteríthető csavarfelületét kell megszerkesztenünk, ill. kiszabnunk. Ilyenkor a szabás belső sugarát egyenlőnek kell vennünk a csavarvonal görbületi sugarával, vagyis a 412. ábrát az ott megbeszélte módon, Thálesz-kör nélkül használjuk; a Q^* pontot ott kapjuk, ahol a c (s nem a c_0) metszi a hengeralkotót, s í. t.



416. ábra. Az adott külső és belső henger között, adott emelkedéssel készíthető kiteríthető csavarfelület szabása, ha a belső henger egyben a felület torokhengere

Ha adva van a felület külső hengere is (D_0 -val), akkor a tengelyirányú vetület B''' pontjából (413. ábra) visszafelé húzott rendezővonalal kapjuk meg a hullámvonalas vetületen az A'' -tól a B'' -ig terjedő valódi hosszúságú alkotódarabot. Ezt a szabás (416. ábra) új belső körének egy érintőjére (pl. A^* -tól) átmérve kapjuk meg a szabás külső körének B^* pontját, s onnan a középpontjáig terjedő R^* sugarát.

Az egy csavarulathoz szükséges síkgyűrű-cikk középponti szögét a legegyszerűbben a csavarvonal hosszának, c -nek a szabás megfelelő körére való rámeretetésével állapítjuk meg, de ki is számíthatjuk:

$$\omega^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} \frac{c}{r}; \text{ ahol } c = \sqrt{k^2 + h^2} \text{ és } k = \pi d.$$

Ráhagyás a kiteríthető csavarfelület szabására kevesebb kell, mint a lapos csavarfelületére, de érdemes pontosan szerkeszteni és számítani azt is, mert egy kis gyakorlattal a 414. ábra szerinti egyszerű készüléken is le lehet szállítani a ráhagyást 2–3%-ra.

A kiteríthető csavarfelület homlokszelvényének szabása

A csavarfelületnek a csavartengelyre merőleges síkmetését nevezzük *homlokszelvénynek*. A lapos csavarfelület homlokszelvénye *alkotó*. (Az elfajult kiteríthető csavarfelületnek tekinthető *kúp* homlokszelvénye *kör*.) A kiteríthető csavarfelületé *körévolvens*.

Az evolvens — általánosan — olyan görbe, melyet egy másik görbén, az evolvens *alapgörbén* csúszás nélkül gördülő érintőnek valamelyik pontja ír le. A csúszás nélküli gördülést úgy lehet pl. biztosítani, hogy a körévolvens alapkörére felcsévélte fonalat állandóan feszesen tartva gombolyítjuk le: így a fonál akármelyik pontjához erősfített írószerszám evolvenst rajzol.

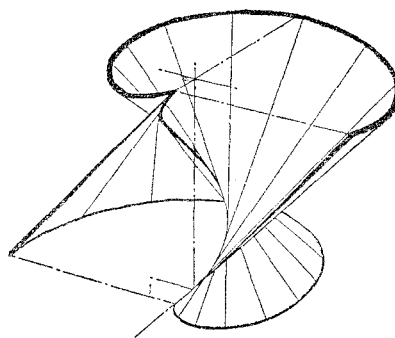
A kiteríthető csavarfelület homlokszelvény-evolvensének alapköre a torokhenger harántszelvénye, ugyanezen homlokszelvény *szabáskör* pedig a torok-csavarvonal szabásköre. A szabás kedvéért tehát magát a homlokszelvényt nem is kell megrajzolni.

Az evolvens szerkesztése a fonál legombolyítását követi. Az alapkör tetszőleges (egyenletes) osztópontjaiba érintőket húzunk (mindig az illető sugárra merőlegesen) és mind-egyikre rámérjük az érintési ponttól a kiindulási pontig mért *ív hosszát*.

A 416. ábra vastag vonala az alsó, vékony vonala a felső végdarabját ábrázolja egy sek csavarulatú kiteríthető csavarfelületnek (pl. szállító „csigának”). A közbenső csavarulatokat a szabásban mindkét végükön sugárirányú egyenessel határolhatjuk, mert amellet a legrövidebb a hegesztési varratuk.

A teljes kiteríthető csavarfelület

Akár csak a kúpnak, a kiteríthető csavarfelületnek is két köpenye van. Ezek a torok csavarvonalban, mint *élben* találkoznak. Az él igen éles: lapszöge 0° -os, mert a két köpeny az él vonala mentén mértani értelemben *érinti* egymást s úgy ér véget (417. ábra). Ugyanabból a szabásból



417. ábra. A kiteríthető csavarfelület két köpenyének egy csavarulata két harántsíkja között

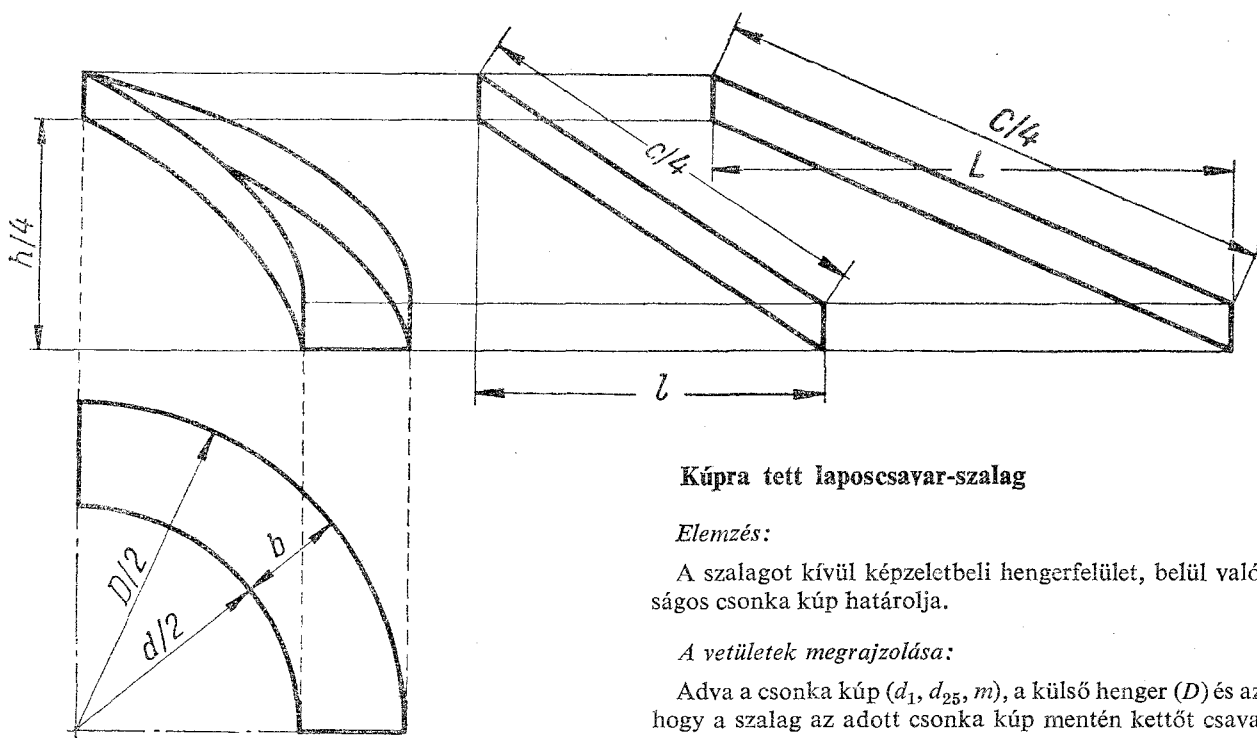
akár a felső, akár az alsó köpeny elkészíthető, mert a két köpeny még csak nem is tükrösképe egymásnak, hanem *egybevágó*.

Egyébként nemcsak a csavarvonalnak, hanem akármilyen térbeli görbe vonalnak az *érintői* kiteríthető felületet alkotnak. És megfordítva: minden kiteríthető felülethez tartozik ilyen *algvonal*, melyet az alkotói érintenek. Ha a 277. ábrán megkezdett csúskeresést egyre sűrűbben választott alkotókkal folytatjuk, meg is találhatjuk az adott kiteríthető felület „alpgörbéjét”, a nem létező csúcshelyett.

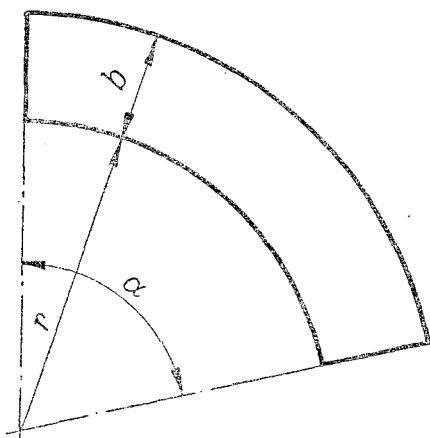
Laposcsavar fenekű lefolyócsatorna

A fölülnézete szerint (418. ábra) a csatornaidom terjedelme egy negyed csavarulat. Ezért méreteztük be a magasságát $h/4$ -gyel. Ennek megfelelően: $l = \pi d/4$ és $L = \pi(d + 2b)/4$. Egyébként a 408. ábrához használt képletek szerint számítunk. A szalag szabásának (419. ábra) középponti szöge $\alpha = \omega/4$.

A külső és belső csavarvonal kiterítése most nemcsak arra való, hogy a $C/4$ meg a $c/4$ hosszúságot ellenőrizzük, hanem el is készül a csatorna oldalfalainak szabásán. Az oldalfalak ugyanis csavarvonalak által határolt hengerszalagok; síkba terítve romboidok.



418. ábra. Csavar alakú csatorna két vetülete és oldalfalainak szabása



419. ábra. A csatorna (418. ábra) fenekének szabása

Kúpra tett laposcsavar-szalag

Elemzés:

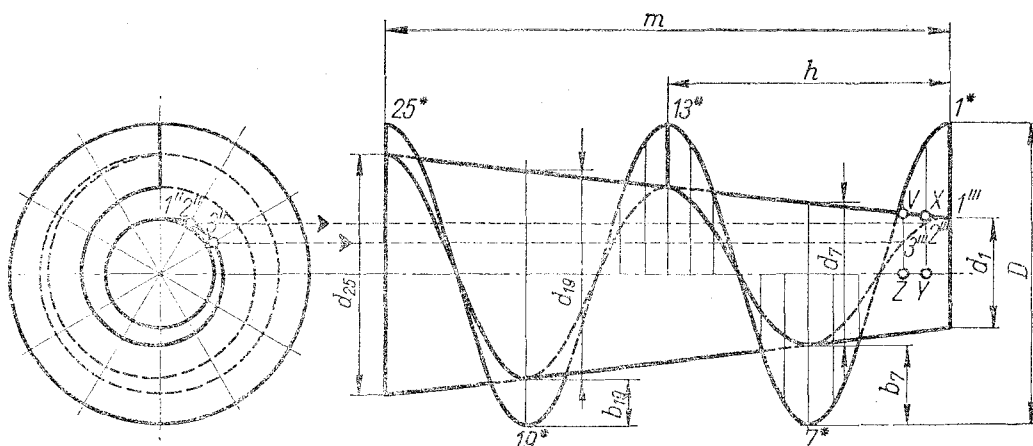
A szalagot kívül képzeletbeli hengerfelület, belül valószínűs csonka kúp határolja.

A vetületek megrajzolása:

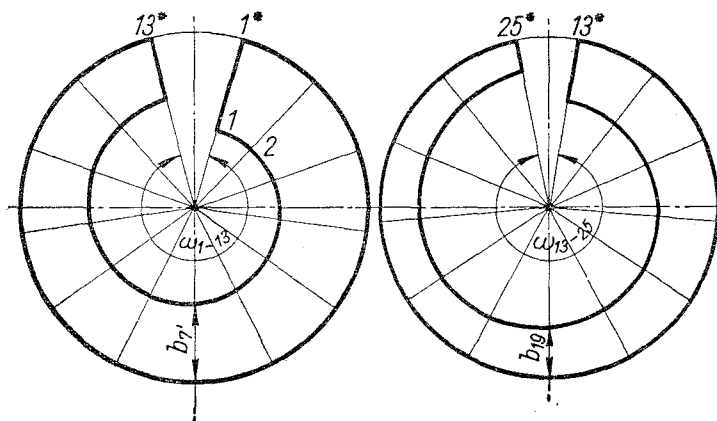
Adva a csonka kúp (d_1, d_{25}, m), a külső henger (D) és az, hogy a szalag az adott csonka kúp mentén kettőt csavarodik ($m = 2h$).

A külső csavarvonalnak: a lapos csavarfelület és a henger metszésvonalának két nézetét a 407. ábra szerint rajzoljuk meg (420. ábra).

A belső, kúpfelületi csavarvonalat — a lapos csavarfelület és a kúp metszésvonalát — úgy kapjuk meg, hogy megszerkesztjük a külső csavarvonal rajzolásához használt csavarfelületi alkotóknak a kúpfelülettel való *dőféspontját*. A hullámvonalas nézetben a kúp képhatáralkotóján a rajz síkjával *párhuzamosra fordított* csavaralkotókat látjuk, tehát ott megvan minden dőféspontnak a tengelytől mért valódi távolsága. Pl. a 2 alkotónak a dőfésponttól a tengelyig tartó darabja \overline{XY} , a 3 alkotóé \overline{VZ} stb. Ezt a távolságot körzőbe vesszük és rámérjük az alkotó tengelyirányú nézetére: $2''$, $3''$. A dőféspontok tengelyirányú vetületén át rajzolható *csigavonal* a kúpfelületi csavarvona nézete. A másik nézetét, az egyenletesen csillapodó hullám vonalat pontról pontra rendezőhúzással (vagy ami pontosabb: a pontok és a két vetület közös középvonala közötti *merőleges* távolság körzőbevételével és átrakásával) kapjuk meg.



420. ábra. Kívül hengerrel, belül kúppal határolt laposcsavar-szalag



421. ábra. A 420. ábra szerinti laposcsavar-szalag szabása

A kúp-határolta csavarszalag szabása

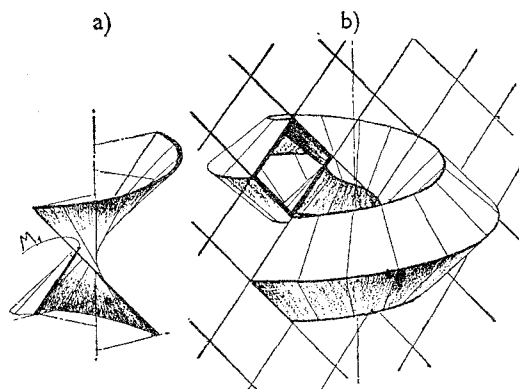
Megint a 408. ábrához használt képletek szerint számítottunk, d -nek a csavarulatok közepes átmérőjét (420. ábra, d_7 és d_{19}), b -nek a közepes szalagszélességeket (b_7 és b_{19}) választjuk. A számításból adódó r sugárra magán a szabáson már nincs szükségünk, e helyett a kör helyett az R sugarú körtől visszamérjük a szalag valódi szélességét. Ehhez természetesen a szabás ω középponti szögű külső körívét be kell osztani ugyanannyi részre, amennyire a tengelyirányú vetületet osztottuk.

Az éles csavarfelület

Származtatás:

Éles csavarfelületet olyan alkotó ír, amely a csavarmozgás tengelyére *nem merőleges*. Ha *nem mondjuk*, hogy *nyitott torkú*, ezzel azt fejezzük ki, hogy az alkotó a csavarmozgás tengelyét *metszi*; vagyis a *közönséges* éles csavarfelület *zárt*.

Amíg *csak mértanilag* gondolkodunk a fenti meghatározáson, természetesen az éles csavarfelület alkotóját is akármilyen hosszúak — végtelennek — kell tartanunk. Az ilyen alkotó, amikor a felületet leírni kezdi, *egy fél csavarulat* befutása után *belemetsz* a már leírt felületbe (422a ábra), ha pedig befutotta mind a végtelen sok csavarulatát, a „kész” mértani felület végtelen sok csavarvonalban metszi *önmagát*; a teret ezáltal rombuszszelvényű, csavarodott csövekre osztja be (422b ábra).



422. ábra. Éles csavarfelület: a) első fél csavarulata, b) egy csövének egy csavarulata

Az éles csavarfelület elkészítésekor nem törődnek az önmagával való metsződésből származó „mértani” éleivel. Még amikor két ellentétes dőlésű szalag valóságos éle

készül is (mint pl. az élesmenetű csavarokon), az sem *egy* csavarfelület *önmagával* való metszésvonala, hanem *két* (egybevágó, de megfelelően eltoltt) egytengelyű csavarfelület áthatása.

A *nyitott torkú* éles csavarfelületek egy fajtáját már megismertük. Ezt olyan alkotó írja le, mely a *torokhengerre* írt csavarvonalát éppen érinti. . . A *kiteríthető* csavarfelület ez! Csak eddig nem gondoltuk meg, hogy az is végtelen sok csavarvonalban metszeti még önmagát, mert ennek ritkán van gyakorlati jelentősége.

Mégkevésbé fontosak azok az éles csavarfelületek, amelyek alkotója a torokhengerük csavarvonalánál *kevésbé meredek* vagy *meredekebbek*. A *nyitott torkú lapos* csavarfelület ezeknek egy érdekes *határeset*e, mely már nem metszi maga-magát. Mindezek közül csak a *kiteríthető* csavarfelületnek van gyakorlati jelentősége, de az aztán annál nagyobb.

Az élescsavar-szalag megrajzolása:

Tengelyirányú vetülete (a 423. ábrán jobboldalt) ugyanolyan síkgyűrű, mint amilyen a laposcsavar-szalagé. A szaggatott vonallal rajzolt sugárirányú alkotó azt mutatja, hogy jobb felé a szalag alkotóban végződik. A bal végén egy homlokszelvényét szerkesztettük meg.

A hullámvonalas vetületben van megadva a csavarfelület *tengelyszelvénye*, vagyis a tengelyére illeszkedő (képzeletbeli) sikkal való metszésvonala. *Zárt* csavarfelületről lévén szó, a tengelyszelvény *alkotó*. Jellemző méretei az alkotódarab a hossza és a tengellyel bezárt β szöge. Hullámvonalait elvben ugyanúgy rajzoljuk, mint a 407. ábrán, de vigyázni kell arra, hogy a belső és a külső hullámvonal egy alkotóhoz tartozó pontjai egymástól elvannak tolva az e távolsággal (az a -nak tengelyre merőleges vetítési irányú vetületével).

A szalag bal végén készítenünk homlokszelvényt — a tengelyirányú vetület evolvenssel rokon görbét — (Archimédieszi spirális) az elülnézet jobb végén felvett SS sík segítségével szerkesztettük meg, mert hiszen annak metszésvonala az elkészítendővel fedésben van, s a rövidebb rendezőkkel a szerkesztés pontosabb.

Szabásszerkesztés:

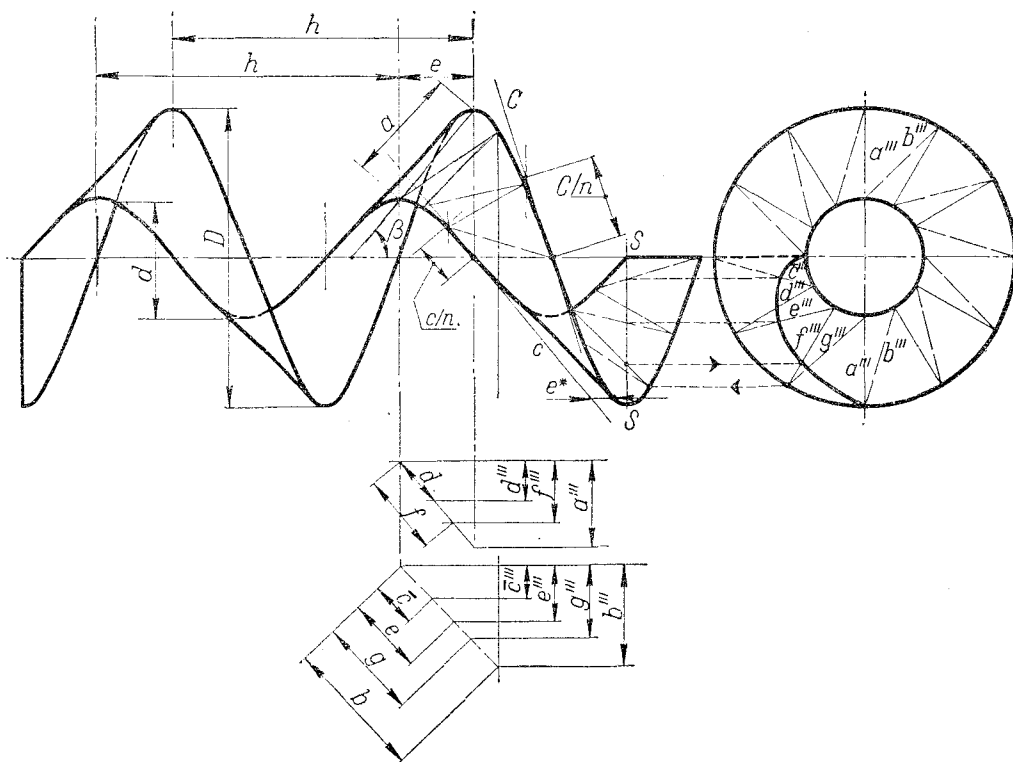
Alkotókkal és húrokkal váltakozó csúcsú háromszögekre osztjuk a felületet, de megszerkeszteni *csak* egy ilyen háromszögpár valódi nagyságát kell, mert a *többi ugyanolyan alakú* (lévén a csavarfelület *önmagán eltolható* felület). Az *alkotó* valódi hossza megvan a tengelyszelvényben: a . A hűrt pedig párhuzamosra fordítjuk, pl. a hullámvonalas nézet rajzsíkjával. Az ívet helyettesítő háromszögdalok valódi hosszát nem a tengelyirányú vetületen levő körökről, hanem a kiterített csavarvonalakról, a c -ről és a C -ről vesszük vagy kiszámítjuk, figyelembe véve, hogy a csavarfelület egy csavarulatát n részre osztottuk be alkotókkal (a 423. ábrán $n=12$):

$$c/n = \sqrt{\pi^2 d^2 + h^2} : n,$$

$$C/n = \sqrt{\pi^2 D^2 + h^2} : n.$$

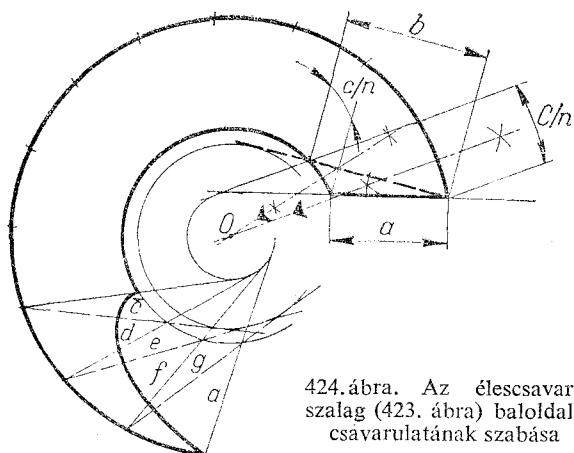
A szabás középpontját, az O -t a c/n és a C/n oldalak *felező merőlegesei* határozzák meg: valamennyi ott metszi egymást (424. ábra).

A *homlokszelvény szabását* a tengelyre merőleges síknak az alkotókkal és húrokkal való metszéspontjai segítségével határozzuk meg. Megszerkesztjük és átmérjük a szabás egyik szélétől a metszéspontig tartó alkotódarabok vagy



423. ábra. Élcsavar-szalag két vetülete és az elfordítási segéd-ábrák

húrdarabok valódi hosszát. Akit az egyberajzolás nem zavar, az a' befogójú segédábrát a d' -vel és az f' -vel együtt a hullámvonalas vetületben valódi méretében bekötázott a -hoz rajzolhatja.



424. ábra. Az élcsavar-szalag (423. ábra) baloldali csavarulatának szabása

A ráhagyásról nem szabad megfeledkeznünk, különösen azért, mert az éles csavarfelület sem kiteríthető, hanem mindenütt nyerges torzfelület, úgyhogy a szabásából csak megfelelő mintához való hozzáerőltetéssel (kalapálás, sajtolás) lehet elkészíteni.

Általános éles csavarfelület helyettesítése kiteríthetővel

Elemzés:

A kiteríthető csavarfelület képhatára alkotó (413. ábra c_0 egyenes). A többi éles csavarfelület képhatára (422a ábra) a tengelyt is megérintő görbe, mely azonban a ten-

gelytől távolodva rohamosan egyenesedik. A 422b és a 423. ábrán már alig venni észre, hogy nem egyenes. Ilyen táján az általános éles csavarfelületet esetleg egész jól helyettesíthetjük kiteríthetővel.

Mivel azonban éppen a torzító megmunkálás miatt az éles csavarfelületnek *tartása* van, azaz jóval merevebb, mint a kiteríthető (amely könnyebben hajlítható, de ugyanolyan könnyen megint el is hajlik): azért a szerkesztő tudta nélkül a műhely (illetve gyártástervezés stb.) nem határozhatja el, hogy kiteríthető felületet készít a torzfelület helyett. Még a kótázatlan alkotójú *határozatlan* műhelyrajzot sem szabad önkényesen kiteríthetőnek „olvasni”.

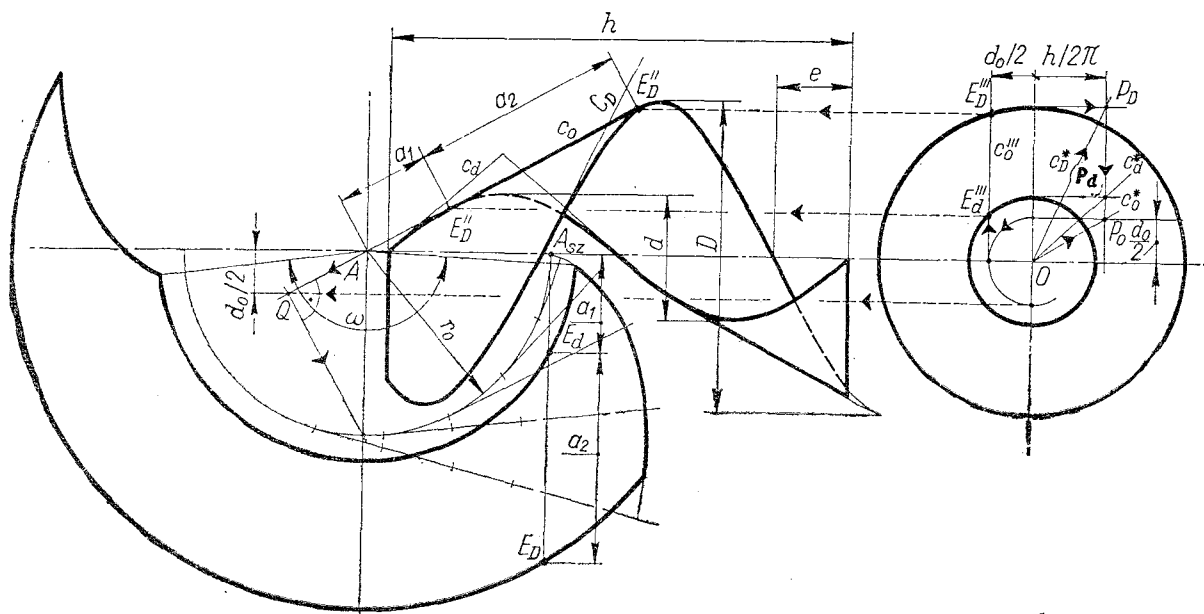
Mértani akadálya is lehet ennek a helyettesítésnek: ha az adott két hullámvonalnak *nincsen közös érintője*. A 423. ábrán pl. az e eltolás még elég nagy, ha azonban a D átmérőnek megfelelő nagyobb hullámvonal az e^* távolsággal balra fekszik (vagyis az alkotó β szöge nagyobb lenne, a szalag „még éppen” kiteríthetővé válnék, még tovább helyezve pedig a c vonala már metszené a nagy hullámvonalat. Ugyanez akkor is bekövetkezhet, ha a d csökken, mert attól a c meredekebb lesz.

Adott két hullámvonalra illeszkedő kiteríthető csavarfelület képhatáralkotóját a két hullámvonal közös érintője ábrázolja.

Alkotószervezés:

Ezt a szerkesztést kivételesen térbeli magyarázat nélkül közöljük, mert nem érdemes a kedvéért a kiteríthető felületek *íránykúpjának* elméletére kitérni.

Ha valamelyik adott hullámvonal hajlászváltóponti érintőjével, c_d -vel vagy c_D -vel (425. ábra) párhuzamos egyenest húzunk a tengelyirányú vetület O középpontján át, a c_d^* vagy a c_D^* a saját hengere képhatáralkotójának meghosszabbítását a tengelyirányú vetület középvonalától



425. ábra. Adott két csavarvonal kiteríthető csavarfelülete és a két csavarvonal közötti szalag szabása

$h/2\pi$ távolságban metszi: P_d , illetve P_D . Akár így, akár a $h/2\pi$ kiszámításával megszerkesztjük a P_dP_D segédvonalat (mely a két vetület közös középvonalára merőleges).

Most a gondosan rajzolt hullámvonalakhoz való vonalzóillesztéssel meghúzzuk a két hullámvonal közös érintőjét: c_0 . A tengelyirányú vetület O középpontjából evvel is párhuzamost húzunk: c_0^* . Ez metszi az imént megszerkesztett P_dP_D segédvonalat: P_0 .

A P_0 pont a két vetület közös középvonalától $d_0/2$ távolságban van, megkaptuk tehát vele a keresett kiteríthető csavarfelület *torokkörét*. A c_0 képhatáralkotó tengelyirányú vetülete (c_0'') érinti a torokkört és merőleges a vetületek közös középvonalára. Ahol a d és a D átmérőjű kört metszi, az E_d'' és az E_D'' pontban, ott van a c_0''' és a hullámvonalak *érintési pontjának* tengelyirányú vetülete. Rendezőhúzással megkapjuk a c_0 -n az érintési pontokat, E_d'' -t és E_D'' -t, és ezzel megtaláltuk a szabásszerkesztéshez szükséges alkotódarabokat is: a_1, a_2 .

Ábrázolási hiba?

Gyakorlott rajzolásónak mindjárt feltűnik, hogy az $E_d''E_D''$ egyenes legfeljebb amerikai nézetrendszerben volna az E_dE_D egyenes tengelyirányú vetülete, vagy pedig akkor, ha a hullámvonalas nézet nem balra, hanem jobbra csavarodó felületet ábrázolna. Mivel azonban az a két felület *fedésben* van, azaz csak a szaggatott vonalakban különbözik, a végeredményt ez a hiba nem változtatja meg. Ha tehát, mint a 425. ábrán is, a zsúfoltság elkerülése végett a tengelyirányú vetület középvonalától nem jobbra, hanem balra húztuk meg a torokkör érintőjét, csak annyit

kell a szabátosság kedvéért megtennünk, hogy a kapott pontok betűjelét pl. megcsillagozzuk, ahogy a fedőpontokat szoktuk.

Szabásszerkesztés:

A torokhenger $d_0/2$ sugarát ismerve, a 412. ábra szerint kapjuk meg a szabás torokkörének sugarát: r_0 .

Az r_0 sugarú kör azonban most csak segédkör, magán a szabáson nincs rajta, mert hiszen a kiszabandó szalagot a torokhengernél bővebb hengerek határolják. Az r_0 sugarú kör *érintője* az alkotó szabása. Erre az A_{sz} ponttól rámérjük az a_1 , illetve az $a_1 + a_2$ távolságot (melyeket a c_0 vonalon vettünk körzöbe), s így megkapjuk az E_d és az E_D pont szabását, vagyis a kiteríthető csavarszalag belső és külső körének egy-egy pontját. E körök szabáshatároló ívének hosszát a szokott módon, az ω szög kiszámításával állapítjuk meg, s valamelyik csavarvonal kiterített hosszának, pl. a c_D -nek rámérésével ellenőrizzük.

$$\omega = 180^\circ / \pi \cdot c / r; \quad c = \sqrt{k^2 + h^2}; \quad k = \pi d.$$

A szabást a homlokszelvénynek megfelelő evolvenssel határoltuk, melyet az r_0 sugarú segédkörrel legombolyítva rajzoltunk meg. Ha több csavarulatból áll az elkészítendő csavarszalag, azokat egymáshoz természetesen sugárirányú szabásvéggel is csatlakoztathatjuk, mert úgy a leg-rövidebb a hegesztési varratuk. Sőt, mivel az ω elég kicsi, most két csavarulatot egyben is kiszabhatunk.

Ráhagyás — kiteríthető felületről lévén szó — rendszerint nem kell.

ZÁRÓSZÓ

Akármilyen gazdag, változatos és gyakorlatias ez a példagyűjtemény, mégis megeshet, hogy a végtelenül változatos valóság olyan feladat elé állítja az előrajzolókat, amelyet itt nem tárgyaltunk meg. A legváratlanabb feladatok közül is sok mindent biztosan meg tud oldani, aki a feladataink elemzését gondolkodva, megoldását pedig rajzolva követte, minden meghúzott vonalnak mindig meggondolta a térbeli helyzetét és szerepét, és e gondolatok alkalmazását — a gépies vonalhúzogató helyett — annyira begyakorolta, hogy a könyv nélkül is könnyen el tudja ismételni.

Teljes önállóságot azonban csak az *ábrázoló mértan* rendszeres tanulmányozásával szerezhethet az ember. A szabáyszerkesztés az elvontabb mértani tanulmányokhoz is szilárd alapot teremt: kifejleszti azt a képességet bennünk, hogy szabatosan határozzunk meg, tisztán és világosan képzeljünk el mértani alakzatokat anélkül, hogy valóságos, kézzel fogható mintadarabokra volna hozzá szükségünk.

Az is bizonyos, hogy aki idáig eljutott, érzi nemcsak a lehetőségét, hanem a szükségességét is annak, hogy képességeit most már rendszeres elméleti munkával tovább fejlessze, tudását elmélyítse. És ebben — akármilyen fáradságos is néha — egyre több öröme telik.

A fordító

FÜGGELÉK

Lemezmodellezés

Írta: ORDÓDY JÁNOS

A modellezés jelentősége

A lemezzabás nemcsak az ipari munka egyik olyan területe, amelyen közvetlenül, gyakorlatilag alkalmazzuk a mértani ismereteket, hanem megfordítva: *a mértani ismeretek tanítása területén is közvetlenül, gyakorlatilag alkalmazzák* a tapasztalt pedagógusok a lemezzabást, emberemlékezet óta.

Mértant tanulni, térérzéket szerezni nem lehet mérés nélkül, a térbeli alakzatok és síkbeli képük összefüggéseinek *rajz szerinti munkával* való, *saját kezű* megtapasztalása nélkül.

Különösen fontos ez a tanulás kezdetén. A tárgyi tapasztalatok híján ugyanis a mértan tanulása — különösen a jó emlékezetű, élénk szavú, tehetségesnek *látszó* tanulók körében — könnyen fajul olyan szajkózássá, melynek üres voltát alig lehet észrevenni: amíg egyszer önálló alkalmazásra nem kerül sor!

A rajz szerinti munkának, pl. a régóta mindenütt szokásos mértanitest-ragasztásnak nemcsak annyi a szerepe, hogy a tanultak alkalmazását ellenőrizhetni vele, hanem sokkal mélyebb. Nemcsak szóban, beszédben, hanem még vonalban, rajzban is megvan az üres szajkózás lehetősége. A síkmértan túltengése, a sík minták, művészi dekorációk, sőt még a szakrajzi mintalapok *másolása* is épp a legjobb kezű, tehetségesnek látszó rajzolókat terebi a fantázia síkbaszorulásának zsákutcájába. Ettől nem óv meg más, mint a rajz szerinti saját kezű munka.

Az oktatásban pedig ennek legegyszerűbb, minden különösebb felszerelés nélkül mindenütt azonnal alkalmazható fajtája a lemezzabás kartonból.

Valamennyi kiteríthető felület alkalmas papirosból vagy trombitalemezből való kiszabásra, tehát e könyv teljes három fejezetének példái, sőt még a negyedikben tárgyalt kiteríthető csavarfelületek is minden különös felszerelés nélkül elkészíthetők.

A lemezmodellezés „technológiája”

A „technológia” az elkészítés, valóságos kialakítás tudománya. A lemezmodellezése nem nagy tudomány, annyira egyszerű, hogy mindenki magától rájöhet jóformán

minden titkára. S ennek a nyugodtan elvárható önállóságnak is nagy nevelési jelentősége van. Egy-két fogalomra és fogásra kell csak itt a kezdők figyelmét felhívni:

A trombitalemez papírvékonyágú sárgaréz lemez. Forrasztásához a legtöbb rádióamatőr felszerelése elegendő.

Lépései:

1. csiszolópapírral jól megtisztítjuk az egymáshoz forrasztandó felületeket;
2. forrasztózsírral bekenjük;
3. vékonyan befuttatjuk ónnal, melyet forró pákával rakunk fel rájuk;
4. összeillesztve és rögzítve (tartva, körülkötözgetve, sátaba, sikattyúba fogva stb. az idom alakja és lehetőségeink szerint) a tüzes pákával cm-ről cm-re haladva felhevítjük: ettől a jól egymásra simuló felületek összeforrnak.

A kartonból való szabásnak és ragasztásnak még nagyobb a jelentősége, mert akármilyen rajzlap, kötőanyagul pedig akármilyen ragasztó (pl. otthon főzött keményítő) megfelel, tehát minden anyagbeszerzési és felszerelési gond nélkül bárhol nyomban meg lehet kezdeni.

Amíg a ragasztó meg nem köt, szintén rögzíteni, tartani kell a munkadarabot, ami bizony néha kissé unalmas. De miként — a hagyomány szerint — a csapnyitogatás unalma készített valamikor a gőzgép vezérművének feltalálására egy gyermeket, szintúgy a ragasztás sem csupán fegyelemre, hanem szellemes megoldásokra, férccel, szorítókkal, támasztókészülékekkel való *kísérletezésre* sarkallhat mindenkit, aki nem egészen mulya.

A ragasztott munkadarab *tisztán tartása* sem éppen jelentéktelen mellékfeladata ennek a térérzékfejlesztő munkának. Ujjaink állandó tisztogatásához egy nedves meg egy száraz rongyot kell a kezünk ügyében tartani.

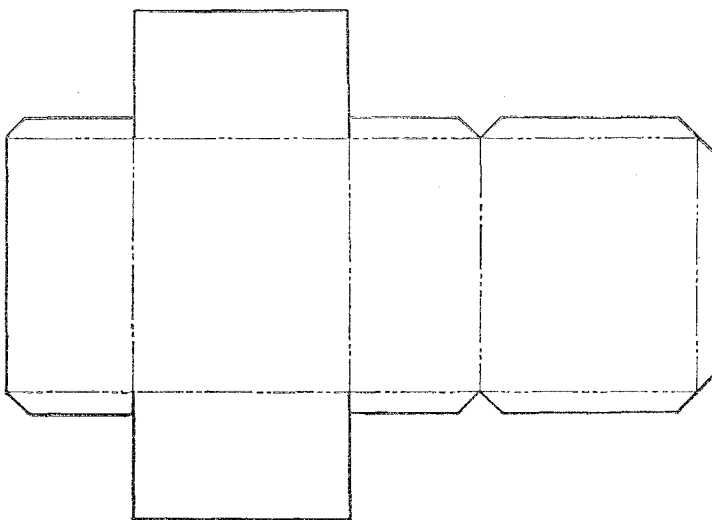
A karcrajz. Kartonpapír hajlítása csak akkor sikerülhet szépen, ha a tervezett (előrajzolt) hajtás *külső* („domború élű”, teli élű) oldalába, vonalzó mentén vezetett hegyes tűvel egy finom éles mélyedést nyomunk be. A tűt (körzőhegyet) annyira *meg kell dönteni*, hogy *sima benyomódást*, ne pedig durva karcot hozzon létre. Jobb szó híján mégis karcnak nevezzük az így húzott vonalat. Ha a karton vastag, óvatosan bele is vágatunk. (Késsel csak fém vonalzó mellett — pl. iratgyűjtő leszorító lemezkéje mellett — szabad vonalat húzni; fa és műanyag vonalzóink élet a kés előbb-utóbb biztosan tönkreteszi. Hát még a zsillett-penge!)

A szabásszerkesztés legpontosabb módja, ha a vonalat nem is ceruzával, hanem mindjárt csak körzőhegygel „rajzoljuk”. A szerkesztési vonalakat lehellet-finoman, a

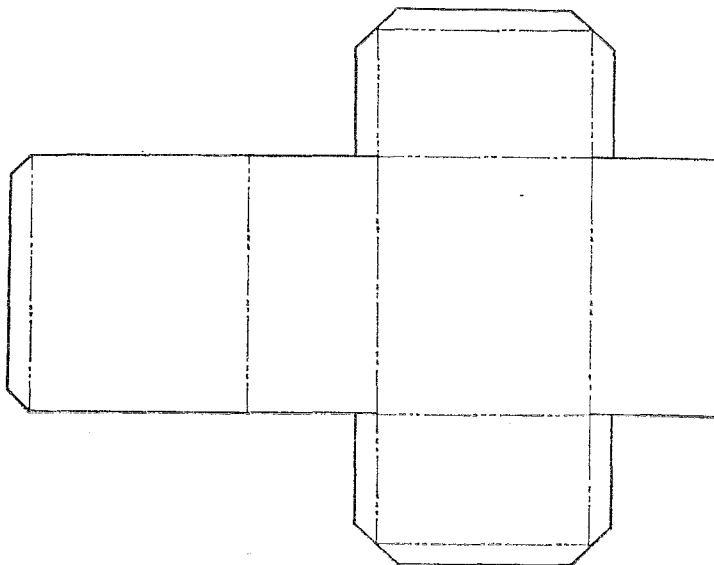
hajtásokat és az elvágandó széleket mindjárt a kellő mélységben nyomjuk be a papirosba.

Ehhez természetesen igen jó világítás kell, hogy a legfinomabb karcot is jól láthassuk. A fényforrás ügyes beállításától is sok függ. Többletmunkának látszik, de rendszerint mégis gyorsítja végeredményben a szerkesztést, ha először egy külön lapon mégis ceruzával oldjuk meg a feladatot, mert ennek vonalai nyomán gyorsan és biztosan tájékozódhatunk a karcolt vonalak között.

Az összekulcsolódó leffentyűsor az él két lapjának pontos összeillesztését teszi lehetővé. Ehhez az élben találkozó mindkét lapra leffentyűt készítünk: osztókörcsővel (F 4. ábra) pontosan egyező beosztást szurkálunk mind a két összetartozó leffentyű hajtásvonalára (F 5. ábra), ügyelve, hogy ugyanazon csúcspont (vagy tetszőlegesen választott kezdőpont) két szabásából induljunk, és ugyanabba az irányba haladjunk. Az, hogy az élt egyenletesen osszuk be, vagyis a legutolsó osztás ne legyen kisebb vagy



F 1. ábra. Derékszögű hasáb leffentyűkkel kiegészített szabása



F 2. ábra. A leffentyűelhelyezés egy másik változata

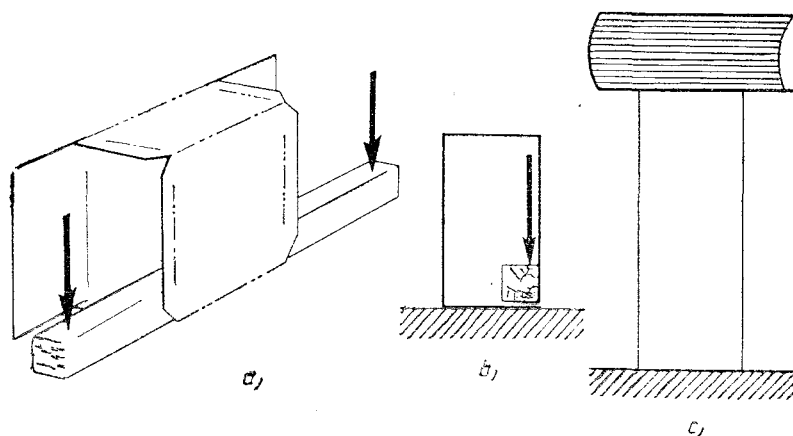
Leffentyű a kissé tréfás, de barkácsoló körökben megszokott neve annak a ragasztó-, ill. forrasztószegélynek, amellyel a szabást bizonyos szélein — a széleinek éppen a felén — meg kell toldani. Pl. a könyv 82. ábrája a ragasztás kedvéért az F 1. ábra szerint módosulhat.

A test egy-egy élében összeragasztandó két lap közül — elvben — akármelyikre elhelyezhető a leffentyű (F 2. ábra). A lehetséges nagyszámú változat közül a ragasztás (főként a rögzítés) „technológiája” szerint legelőnyösebbet választjuk. Ehhez is némi tapasztalat és leleményesség kell (F 3. ábra).

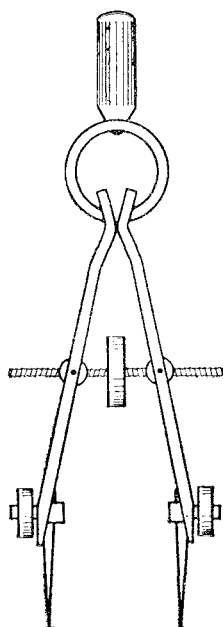
nagyobb a többinél, nem technológiai, hanem csak esztétikai követelmény. Ezután a leffentyűket bevagdossuk, pontosan az osztólyukakig.

Összeillesztéséhez először csak a *belsőket* hajlítjuk meg, az egyik lap páros, a másik páratlan számozású leffentyűszeleteit. Összeillesztéskor ezek belülré kerülnek, nem látszanak. Ha ezek megragadtak, a közöttük levőket vagy ráhajlítjuk a testre, és ott kívül ragasztjuk hozzá (így a kötés igen erős lesz), vagy pedig levágjuk.

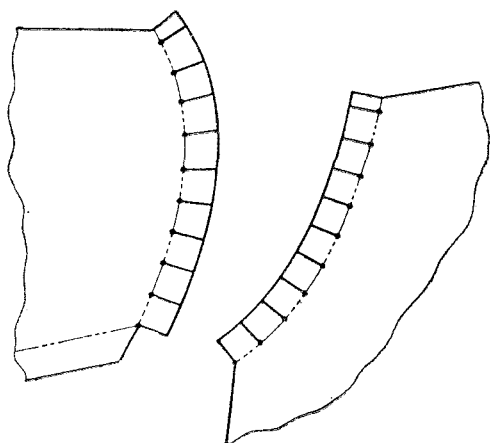
Vigyázz! Henger- és kúppalástok záródó alkotóinál a leffentyűt nem szabad megkarcolni, mert él nélkül,



F 3. ábra. Hasáb leffentyűinek rögzítése a ragasztó kötési ideje alatt: a) súlyterhelésű szorító pálca; b) ua., a leffentyűt is láttató elvi vázlatban; c) az így megragasztott palást két véglapjának leszorítása egyetlen művelettel (erre csak az F 1. ábra szerinti leffentyűzet alkalmas)



F 4. ábra. Osztókörző. Lényege: a jobb- és balmenetű beállítócsavar

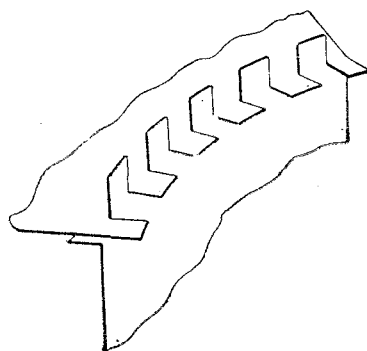


F 5. ábra. Összekulcsolódó leffentyűsor előrajzolása

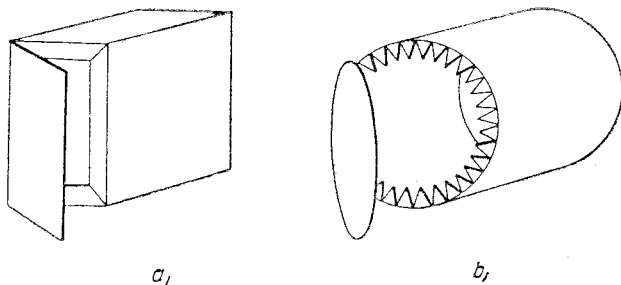
simán görbülve kell a kiszabott két palástszélnek egyesülnie.

Egyenes élek összekötésében az összekulcsolásnak nincsen különösebb haszna, kivéve, ha a *lapszög* nem derékszög, hanem *tomp*a. A *görbe élek* leffentyűit azonban amúgy is kurta részekre kell tagolni; ezeket feltétlenül érdemes összekulcsolni. A legnagyobb segítséget a *térben görbe* élek felületeinek összekötésekor nyújtja az összekulcsolás, mert ezeket másként rögzíteni is bajos. (F 6. ábra).

Trapéz és háromszög alakú leffentyűk (F 7. ábra) ott keltenek, ahol az egymás mellé kerülők egymásra rá is kerülnek: egyenes élek sarkain, görbe élek minden olyan szakaszán, ahol a leffentyű a görbületi középpont felé mu-



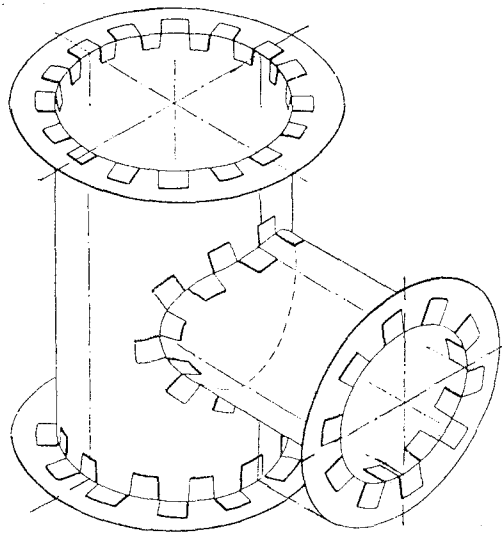
F 6. ábra. Összekulcsolódó leffentyűsor a külső leffentyűcskék leragasztása (v. levágása) előtt



F 7. ábra. a) a trapéz alakú; b) a háromszög alakú leffentyűcskék célja

tat, vagyis a görbe homorú oldalára van hajlítva. Az összekulcsolódó leffentyűket azonban nem kell kihegyezni, hacsak nem olyan kivételesen erős a görbület, hogy a közöttük levő teljes osztásnyi köz ellenére ráfeküdnének egymásra.

Szelvénymerevítés. A szabad szélű, nyitott hengerek és kúpok — amilyenek a könyv legtöbb példájában szerepelnek — sem papirosból, sem trombitalemezből nem elég merevek: rendszerint meg sem állnak, s nagyon könnyen össze-vissza görbülnek. A legegyszerűbb minden nyitott végüket *befenekelni*: az adott szelvénynek megfelelő lappal lezárni. Sokkal műszakiasabbak azonban az így nyert zárt mértani testeknél a *karimás csőidomok* (lásd az F 8. ábrát). A valóságban a karimák furatain átdugott csavarokkal kötjük egymáshoz az idomdarabokat és a csővezetékek szakaszait, a modellen a furatokat nem érdemes elkészíteni, sem a karimákra vonatkozó szabványokat figyelembe venni. Az már a szakoktatás területére tartozik; a modellezés mértani eredményeit, a térérzék kifejlését nem befolyásolja, ha *tetszés szerinti* karimával egészítjük ki a könyv példáit.



F 8. ábra. Karimás T-idom modellje

Műszaki vezető: Hegedűs Ernő

Műszaki szerkesztő: Bártfai Magda

A könyv ábráit rajzolta: Kiss Gyuláné

Ívterjedelem: 21 A5 ív. Ábrák száma: 425. Példányszám: 4000.

Papírmínőség: 80 g ofszet

Betűcsalád és méret: Times mono, borgisz/garm. Azonossági szám: 41 564

MŰ: 1782 — h —7375

Készült az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabványok szerint

72 10674 — Borsodi Nyomda, Miskolc — F. v.: Szemes István