

Gépipari minőség-ellenőrzés

Mérési gyakorlatok

Kis Ferenc

Horváthné Drégelyi-Kiss Ágota I. 120.

dregelyi.agota@bgk.uni-obuda.hu

Segédletek

- www.bgk.uni-obuda.hu/ggyt

Tantárgyak/ Jelszó: x5CrNi189

- Tematika
- Gyakorlati útmutató és segédlet
- Mérési jegyzőkönyvek

Minden gyakorlatra hozni kell a kinyomtatott jegyzőkönyveket egyként összetűzve, A4-es méretben. Minden mérési feladat külön lapon szerepel.

Az oktató aláírásával igazolja, hogy részt vett a hallgató a mérési gyakorlaton.

Félévközi követelmények

- Évközi jegy
- A félév anyagából a 4. héten külön időpontban és a 14. héten zárthelyi
- A félév gyakorlati részéből gyakorlati zárófeladat a 14. héten
- Pótzárthelyi és pót-gyakorlati zárófeladat dec. 14-én , pénteken külön egyeztetett időpontban
- A mérési gyakorlatok pótlása
 - Külön megbeszélte időpontban
 - Maximum három mérés pótolható

Félévközi követelmények

- Házi feladatok
 - I. házi feladat : Mérőeszköz kalibrálása jegyzőkönyv
 - II. házi feladat: Mérőkészülék tervezése
- határidő: feladat kiadása + 2 hét

Félév végi értékelés

- Hiánytalanul és hibátlanul kitöltött jegyzőkönyvek
- Elfogadott házi feladatok
- Évközi jegy számítása:

$(zh1(\%) + zh2(\%) + \text{gyakorlati zárófeladat } (\%))/3$

Laboratóriumi szabályzat

- A laboratóriumban dolgozó hallgatók ismerjék és tartsák be a munkavédelmi-, balesetvédelmi előírásokat és a laboratóriumi szabályzatot!
- A laboratóriumba csak a mérés elvégzéséhez szükséges eszközöket (írószer, számológép, füzet) lehet bevinni!
- A laboratóriumban étel és ital fogyasztása tilos!
- A hallgatók a gyakorlatra felkészülten érkeznek. A felkészüléshez felhasználják a segédletet és az ajánlott szakirodalmat!
- A mérési gyakorlatot a hallgatók önállóan vagy csoportosan végzik. Utóbbi esetben az oktató jelöli ki a mérési csoport vezetőjét.
- Ügyelni kell a mérőszoba tisztaságára! Az eszközök használata cérnakesztyűben történik.
- A műszerekkel kapcsolatos bármilyen rendellenességet az oktatónak jelezni kell!
- A mérés befejezése után a mérőeszközöket és a munkadarabokat a kijelölt tároló helyre vissza kell helyezni.

Munka- és balesetvédelmi előírások

- A laboratórium használata során a személy- és vagyonbiztonság figyelembevételével, a legnagyobb gondossággal kell eljárni!
- A mérési összeállításokat használat előtt ellenőrizni kell!
- Áramütéses baleset vagy egyéb veszély esetén a berendezéseket először feszültségmentesíteni kell a főkapcsoló kikapcsolásával.
- Esetleges tűz esetén azonnal értesíteni kell a tűzoltóságot, és ha az a személybiztonságot nem veszélyezteti, meg kell kezdeni a tűz oltását a laboratórium bejárati ajtaja mellett elhelyezett tűzoltó készülékkel. Elektromos tüzet vízzel oltani tilos!

Nyomtatvány

Tűz- és balesetvédelmi oktatásban részesültem:

.....

.....

.....

.....

1. hét	1. előadás: A félévi követelmények ismertetése. Hosszméréstechnika alapjai, mérőműszerek felépítése. (DKÁ)
2. hét	2. előadás: Metrológiai többletkövetelmények (VDA, QS 9000) (DKÁ)
3. hét	3. előadás: 3D méréstechnika elméleti ismeretei. Mérőgépek. (KF)
4. hét	1. gyakorlat: A hossz mérés-technika kézi műszerei. Furatok és menetek mérése. (KF)
5. hét	2. gyakorlat: Kalibrálási gyakorlat. (DKÁ) + I. házi feladat kiadása
6. hét	3. gyakorlat: Villamos és pneumatikus finomtapintók. (KF)
7. hét	4. gyakorlat: Optikai elven működő hossz mérő eszközök. Mikroszkóp, projektor, hossz mérő gép. (DKÁ)
8. hét	5. gyakorlat: Mérési gyakorlat 3 koordinátás mérőgépen. (KF) + II. házi feladat kiadása
9. hét	6. gyakorlat: Számítógéppel segített mérések (DKÁ)
10. hét	7. gyakorlat: Köralak mérése. Köralak vizsgáló mérő gép. (KF)
11. hét	Rektori-dékáni szünet
12. hét	8. gyakorlat: Fogaskerékmérés és –minősítés gyakorlat (DKÁ)
13. hét	Zárthelyi dolgozat a félév anyagából; gyakorlati zárófeladat
14. hét	Pótmérés, pótzárthelyi

A hosszmeréstechnika alaptételei

1. Komparátor (Abbe-) elv
2. Kollimátor elv
3. Taylor elv (Teljes helyettesítés elve)
4. Bessel-féle alátámasztás

1. Komparátor- (Abbe-) elv

A hosszméréstechnika alaptörvénye:

A vizsgált darab és a mérce a méret irányában egy vonalban helyezkedjen el.

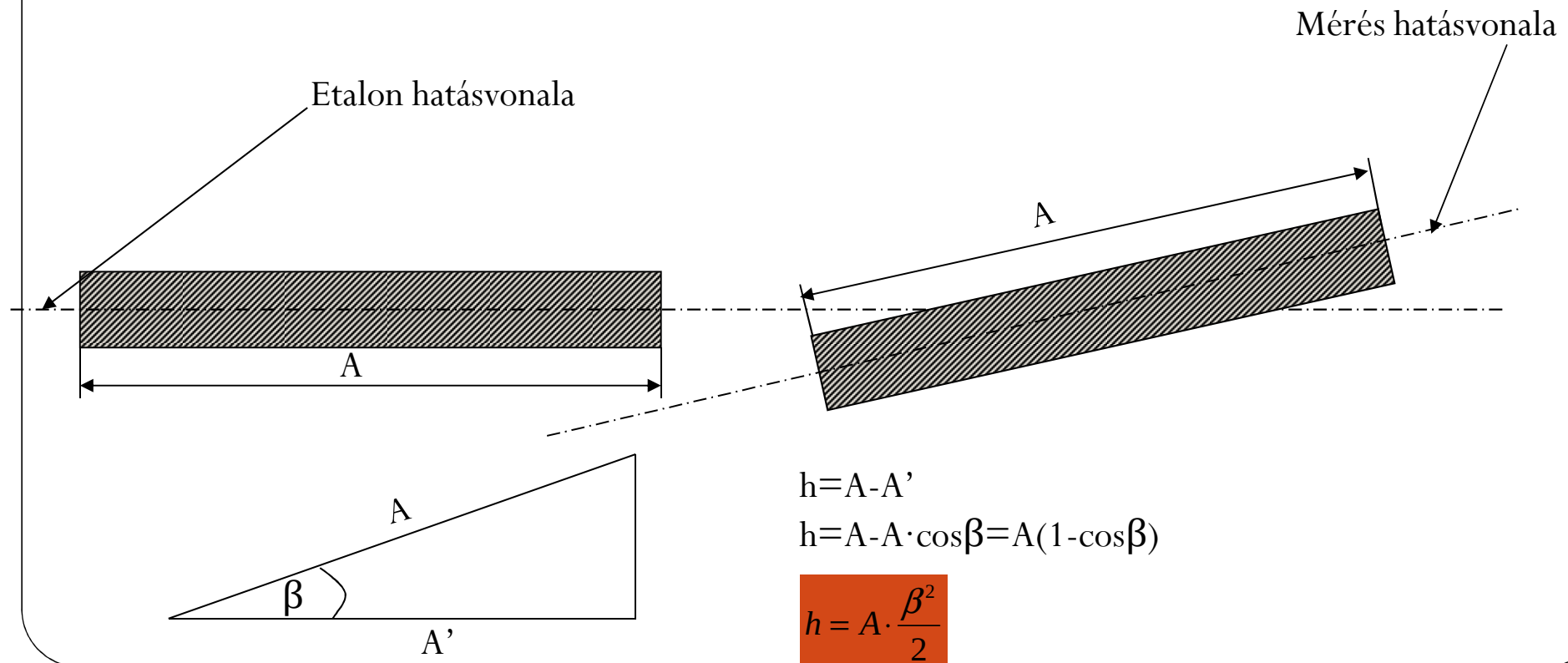
- A tapintócsap és a mérce egymás egyenes vonalú folytatása legyen, ezzel a méretlanc hibái kiküszöbölhetők
- A mérendő szakaszt közvetlenül hasonlítsuk össze a mérce osztásaival

Ezzel az elrendezéssel a kiküszöbölhetetlen vezetékhibák következtében csak másodrendű hibák lépnek fel.

1. Abbe-elv megsértése

Koszinusz hiba: A mérendő méret hatásvonala nem esik egybe az etalonnal, ezért a vetületét mérjük.

$$\cos(x) = 1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} - \dots$$



2. Kollimátor-elv

Az elsőrendű hiba kiküszöbölhető, ha a mérendő méretre közvetlenül ráfektethető a mérce.

Ez általában nem valósítható meg:

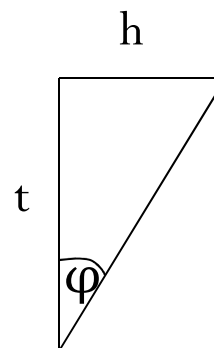
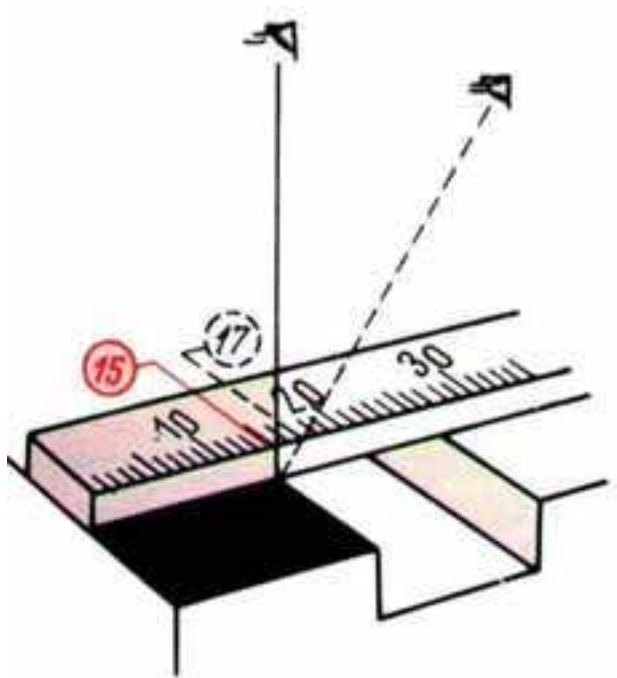
- parallaxis hiba miatt
- felületi hibák miatt nincs tökéletes felfekvés

Megoldás:

- optikai úton előállítjuk a mérendő méret és mérce valódi képét (hibamentesen egymásra fektethető)

2. Kollimátor-elv megsértése

Parallaxis hiba (leolvasási vagy rálátási hiba)



A mérési hiba:

$$h = t \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

Elsőrendű hiba!

$$\operatorname{tg}(x) = x - \frac{1}{3}x^3 + \frac{2}{15}x^5 - \dots$$

3. Taylor elv

A tűréshatárok és az alakhűség ellenőrzésére szolgáló idomszerekre vonatkozó alaptétel. A Taylor-elv szerint

- a megy oldali idomszert úgy kell kialakítani, hogy a munkadarab minősítendő felületének jellemző méretét (pl. átmérőjét) teljes felületen, a felület teljes kiterjedésében egyszerre ellenőrizze,
- a nem megy oldali idomszer pl. az átmérőt pontpárok távolságaként külön-külön mérje (végtelen számú variáció).

Az egyik mérethatárt ellenőrző idomszert "megy oldali", míg a másikat "nem megy oldali" jelzővel látják el, melyek a mérés, az ellenőrzés egyetlen kritériumára utalnak:

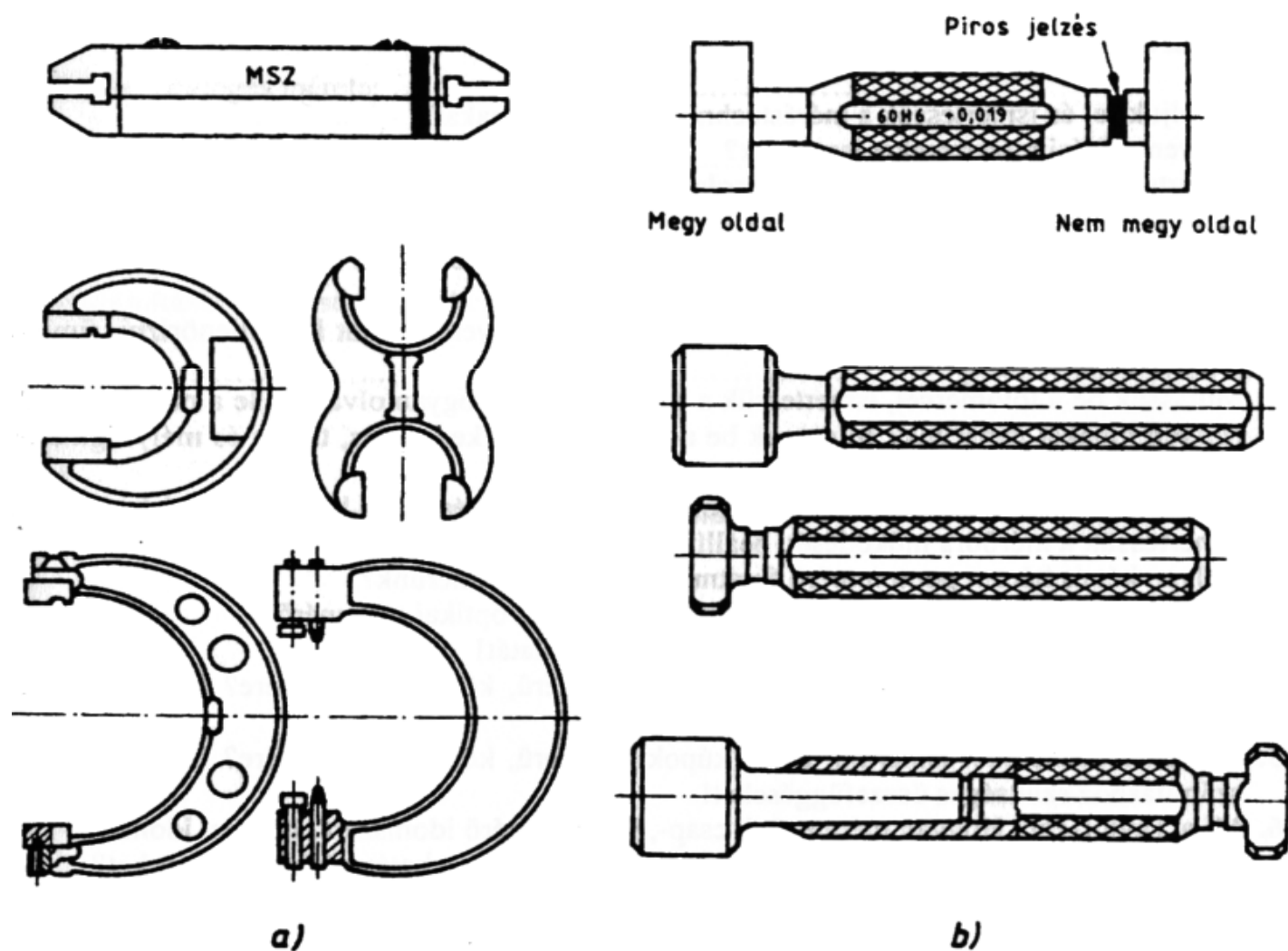
- ha jó a darab (a méret) akkor "rámegy" vagy "belemegy" (**megy oldali idomszer**),
- ha jó a darab (a méret) akkor "nem megy rá", vagy "nem megy bele" (**nem megy oldali idomszer**).

Pl. egy furat vizsgálata határidomszer tűskével történik:

- jó oldal: a megengedett legkisebb méretű tömörhenger tűske
- selejt oldal: gömbvégű idomszer a megengedett legnagyobb mérettel

Csap- és furatellenőrző idomszerek

a) villás; b) dugós

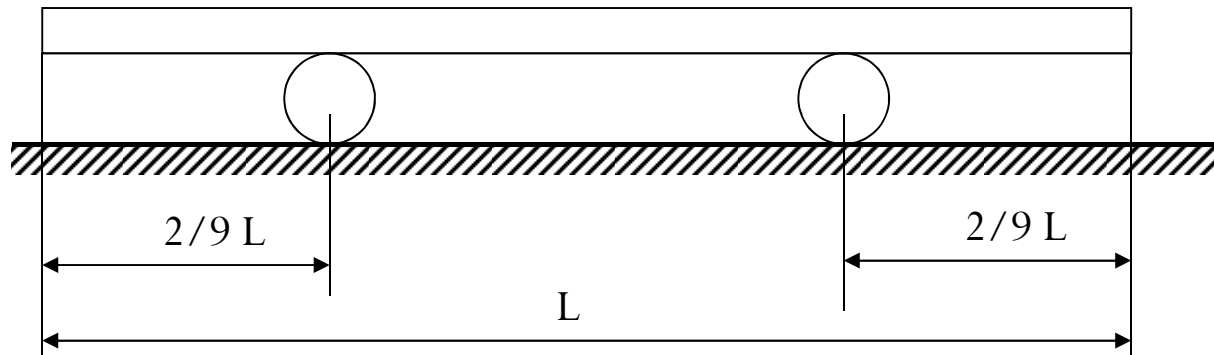


4. Bessel-féle alátámasztás

Nagy önsúlyú mérendő tárgyak esetén az önsúly okozta behajlás hibás mérési eredményhez vezet.

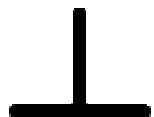
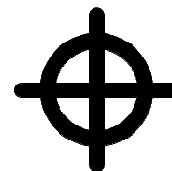
Alátámasztás esetén a legkisebb elhajlásra kell törekedni, mert az egyúttal rövidülést is okoz.

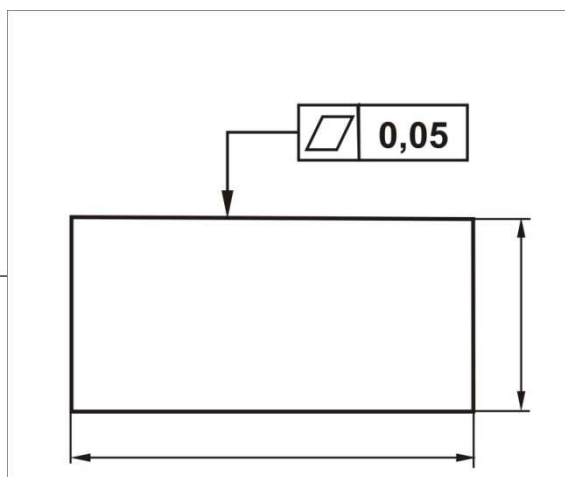
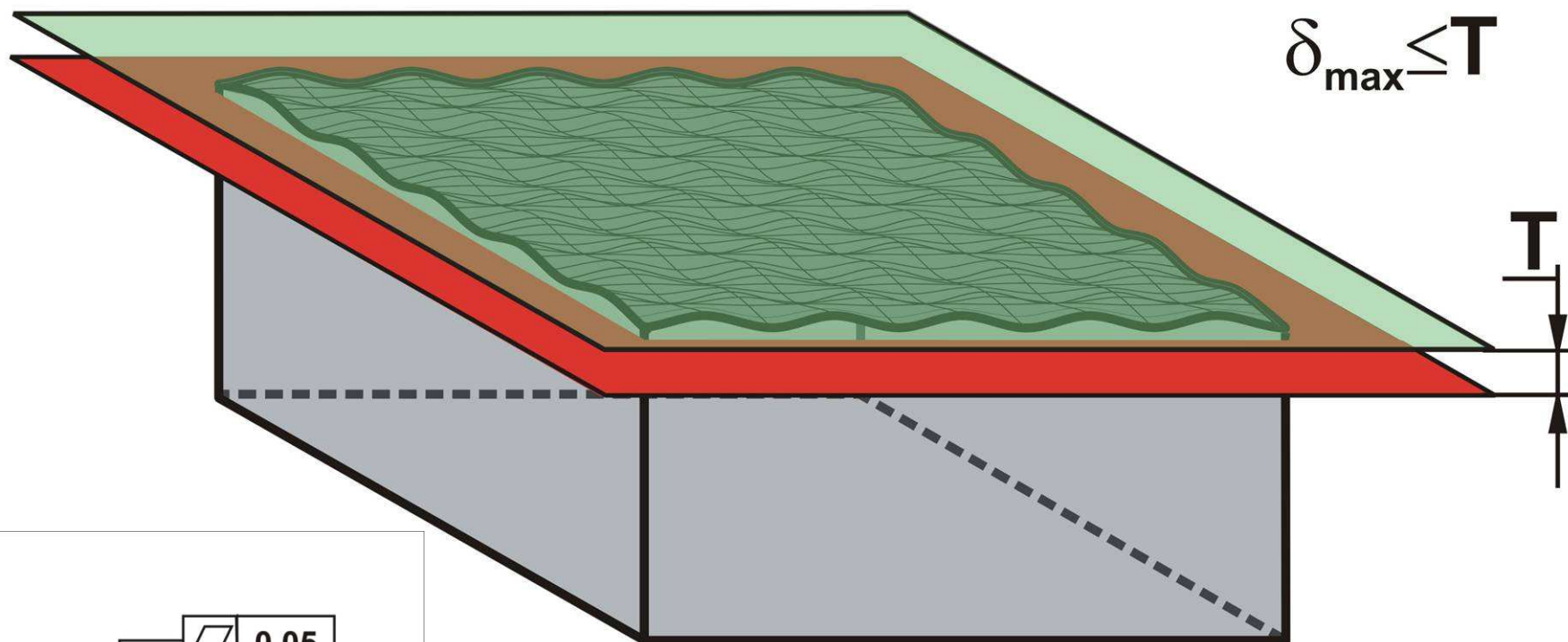
A lehajlás okozta hiba a Bessel-féle alátámasztás esetén a legkisebb.

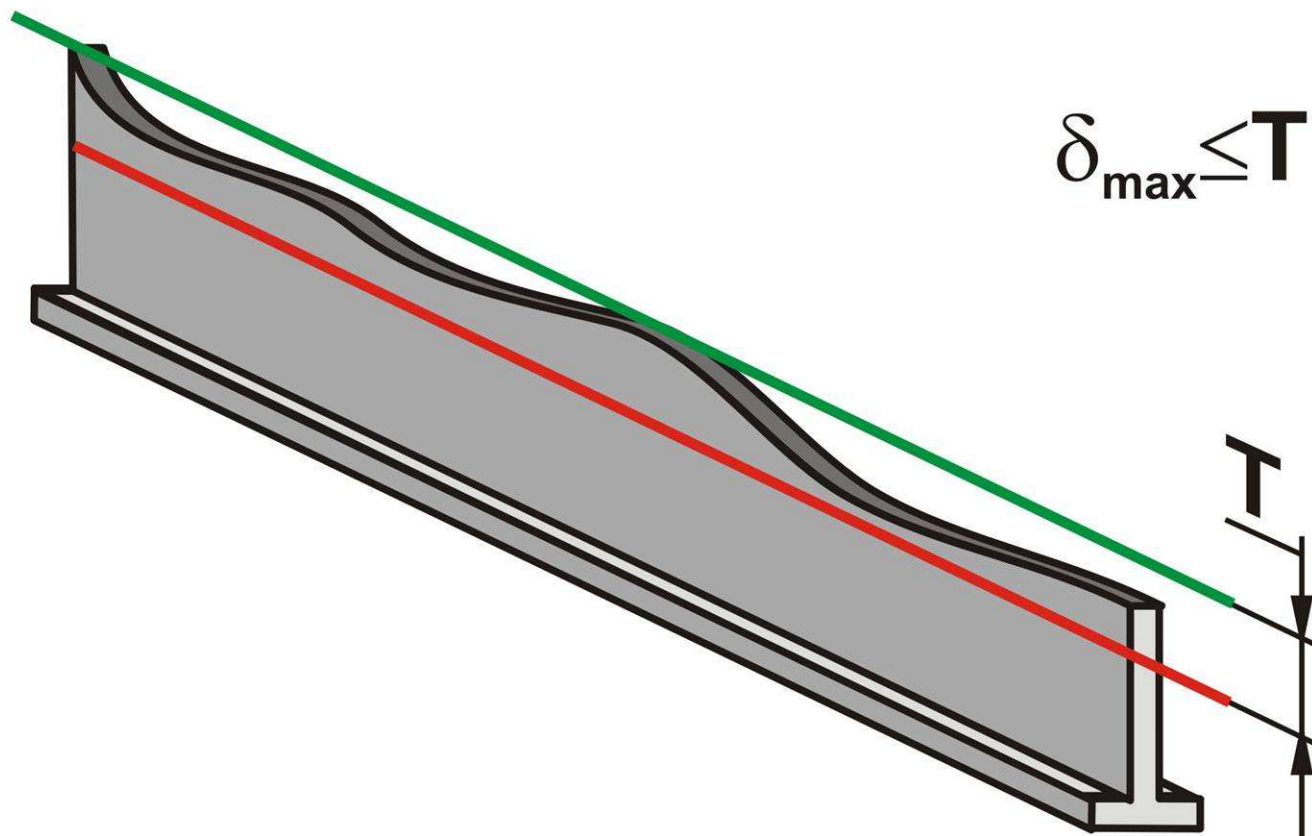


Műszaki rajzok

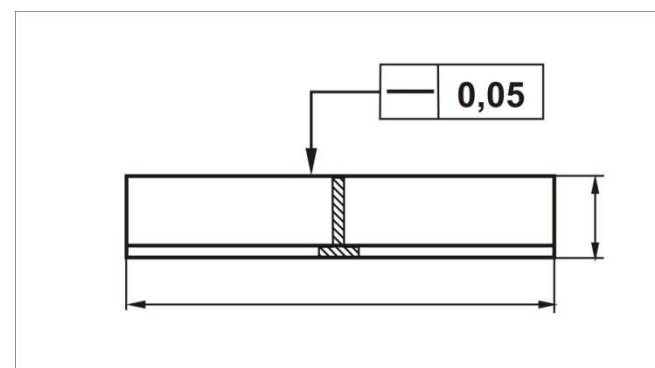
Alak- és helyzettűrésezés

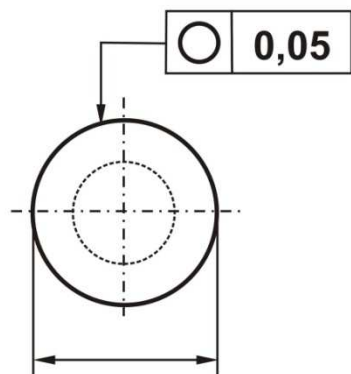
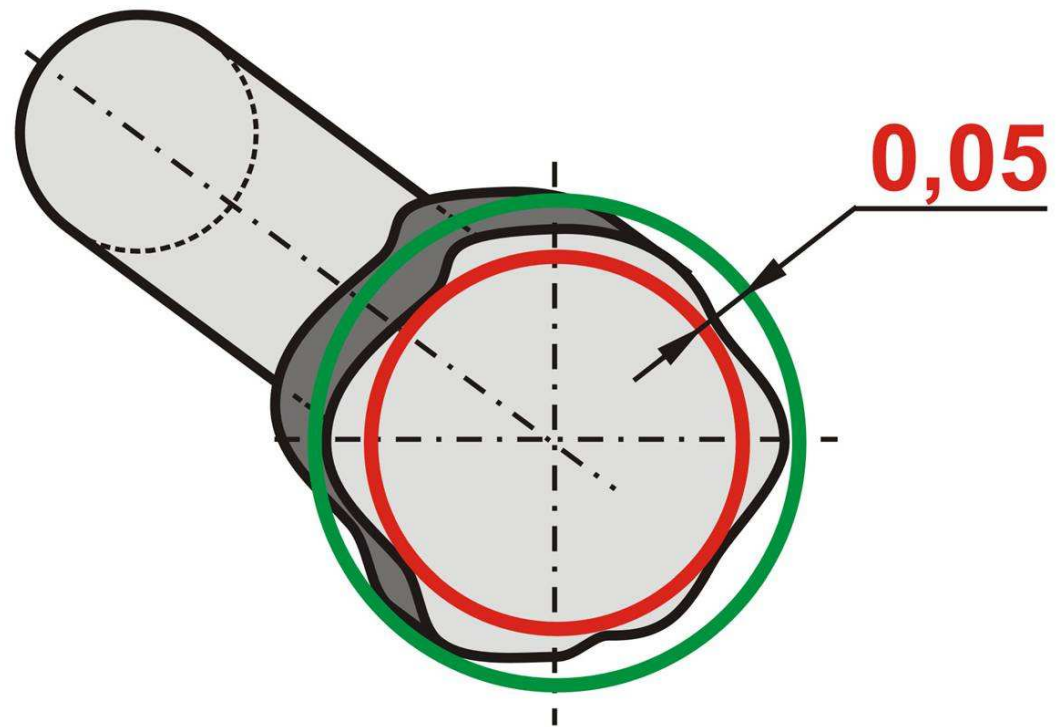


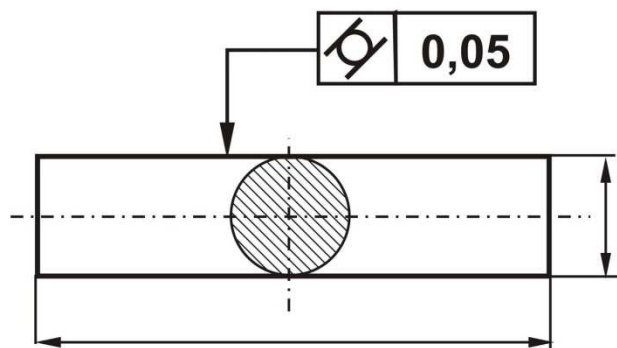
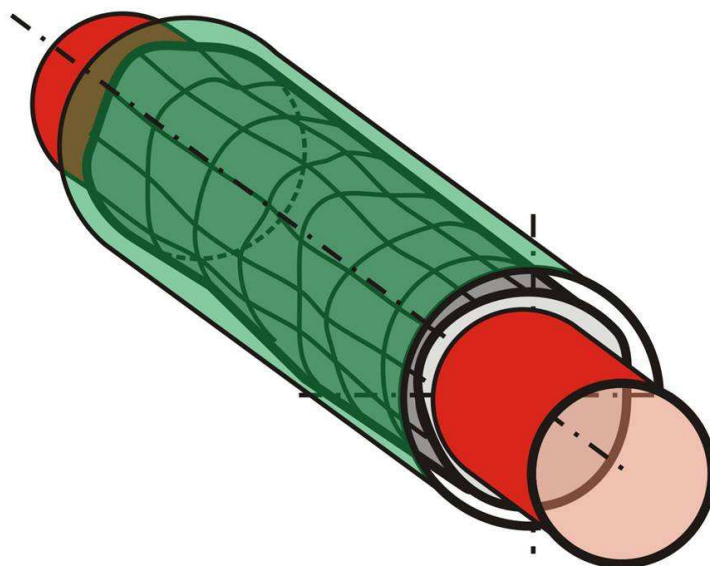




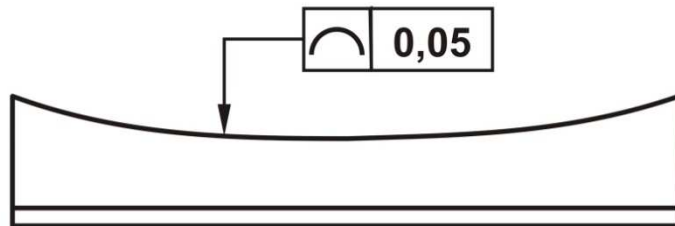
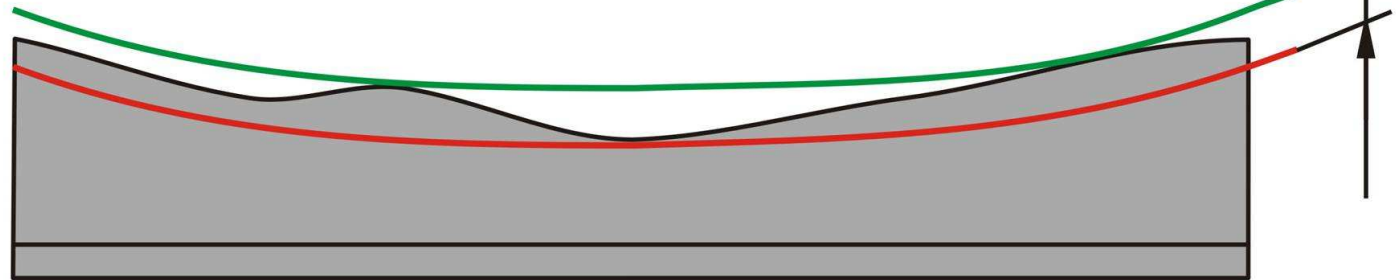
T: tűrésnagyság

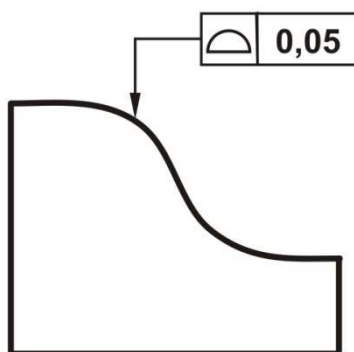
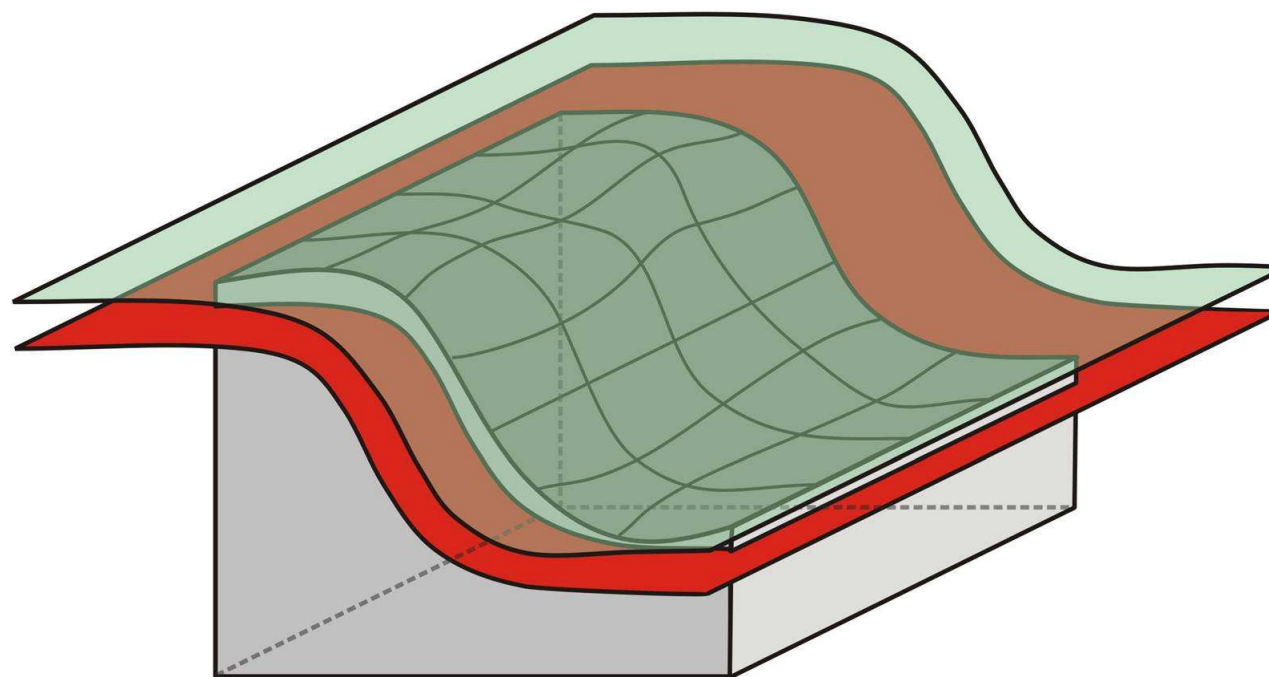


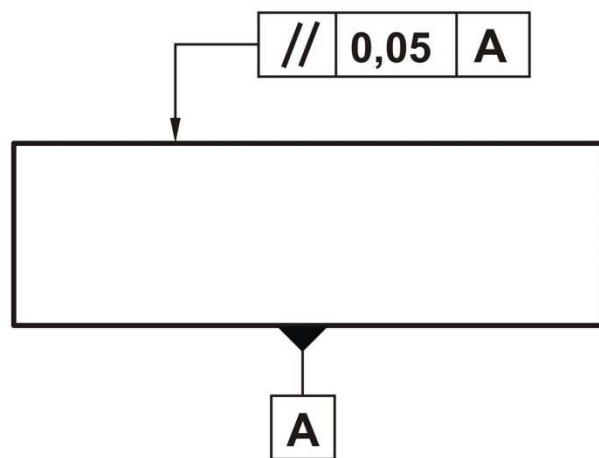
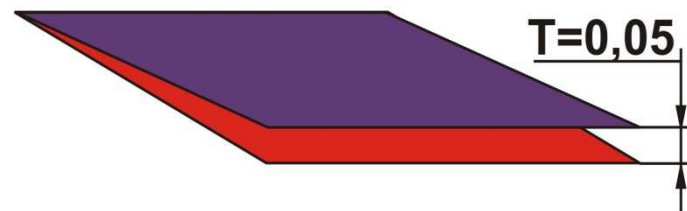
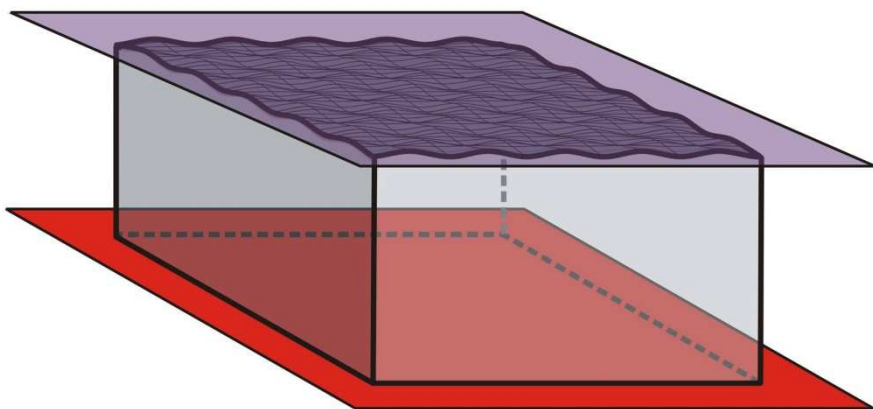




$T=0,05$



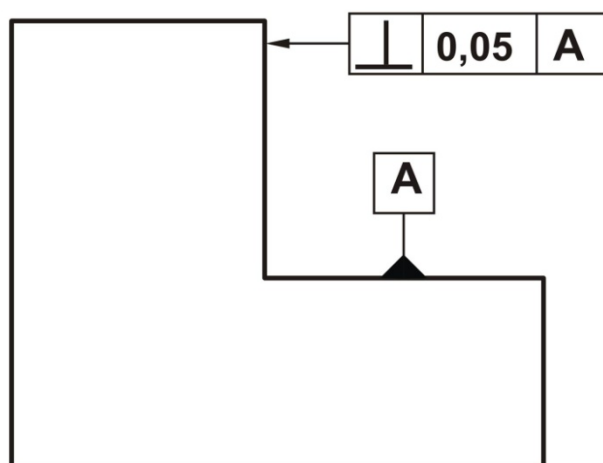
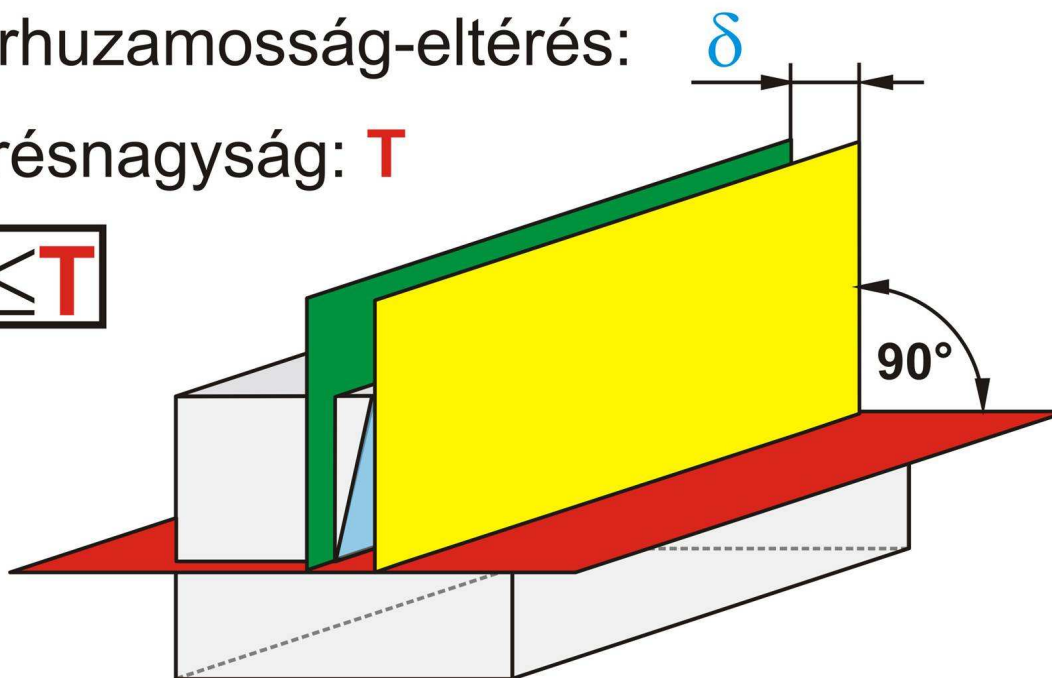


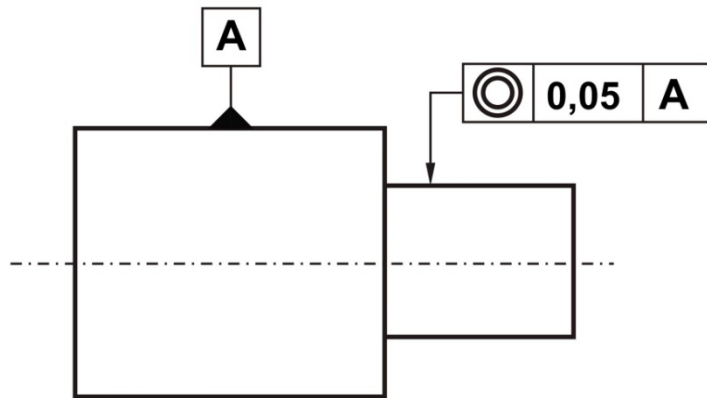
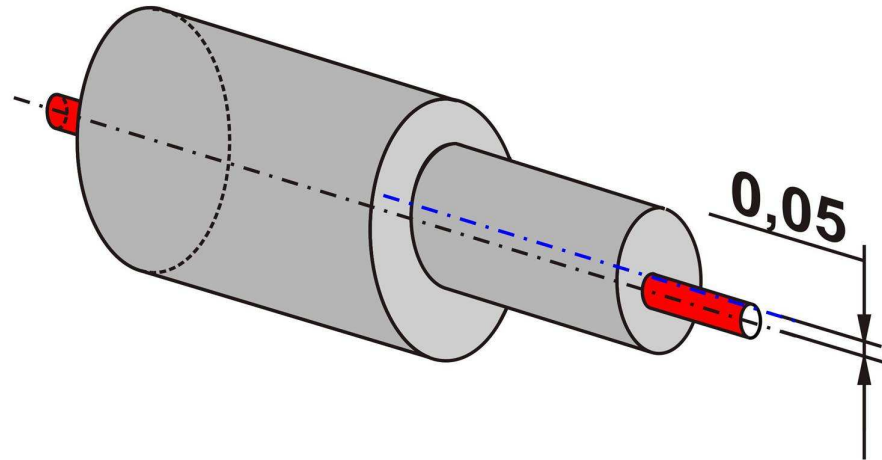


Párhuzamosság-eltérés:

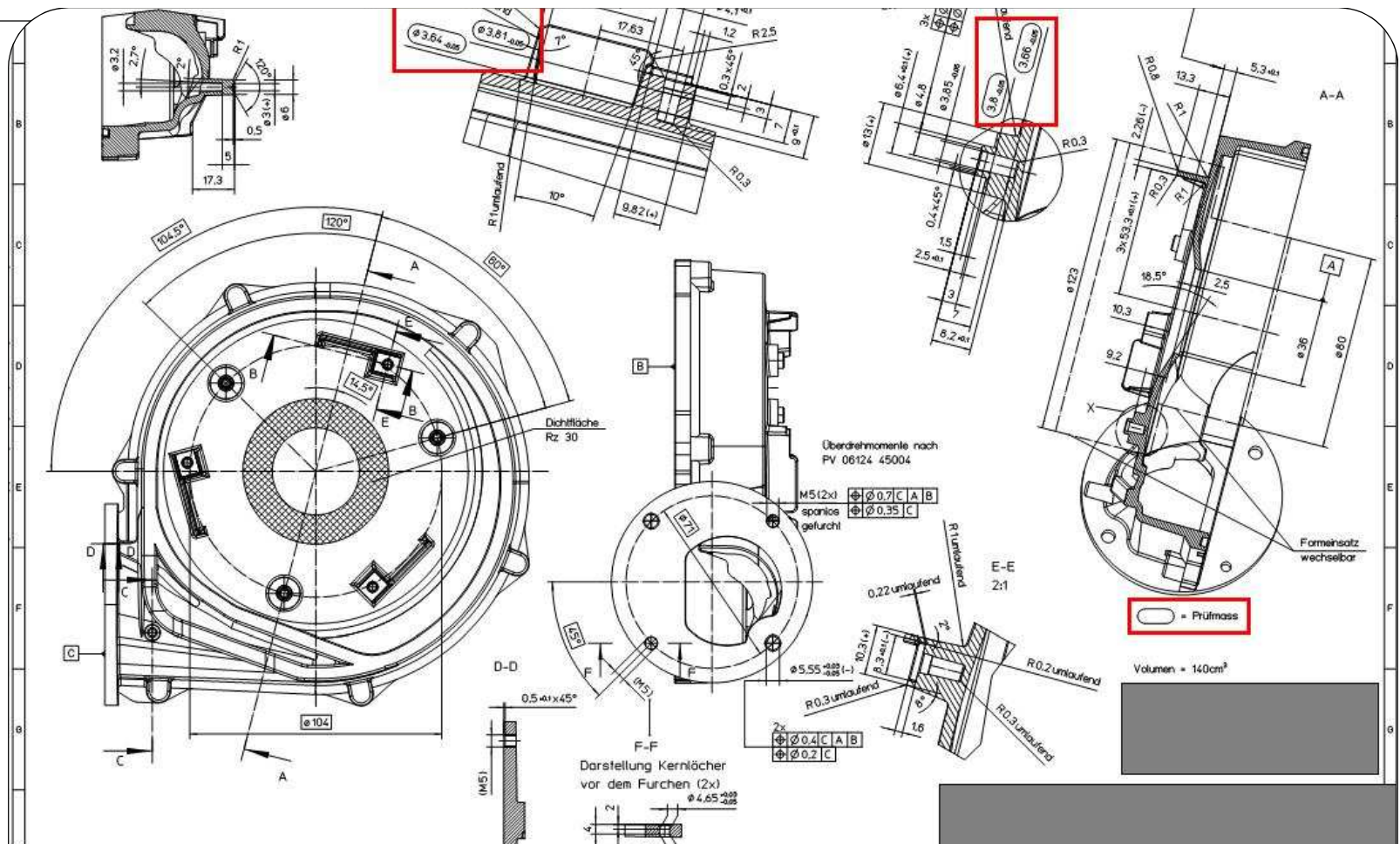
Tűrénagság: **T**

$$\delta \leq T$$





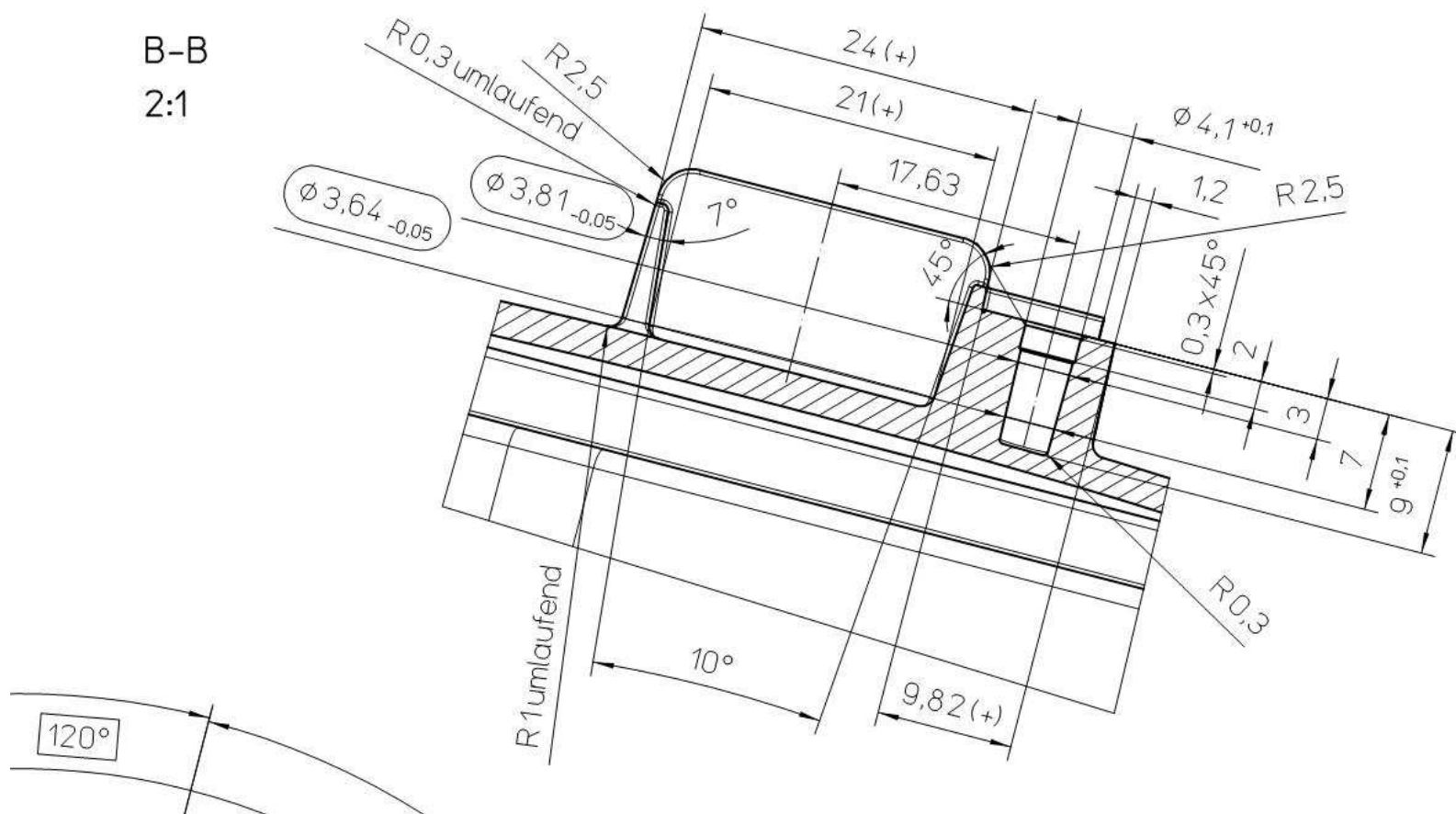
Tűrésfajta	Tűrésezett jellemzők	Rajzjelek	Tűrésfajta	Tűrésezett jellemzők	Rajzjelek
tűrések	Egyenesség	—	Íránytűrések	Merőlegesség	
	Síklapúság			Hajlásszög	
	Köralakúság	○		Pozíció	
	Hengeresség		Helyzettűrések	Egytengelyűség és központosság	
	Adott profil alakja			Szimmetria	
	Adott felület alakja			Radiális ütés Homlokütés Adott irányú ütés	
tűrések	Párhuzamosság	//	Ütéstűrések	Teljes ütés	



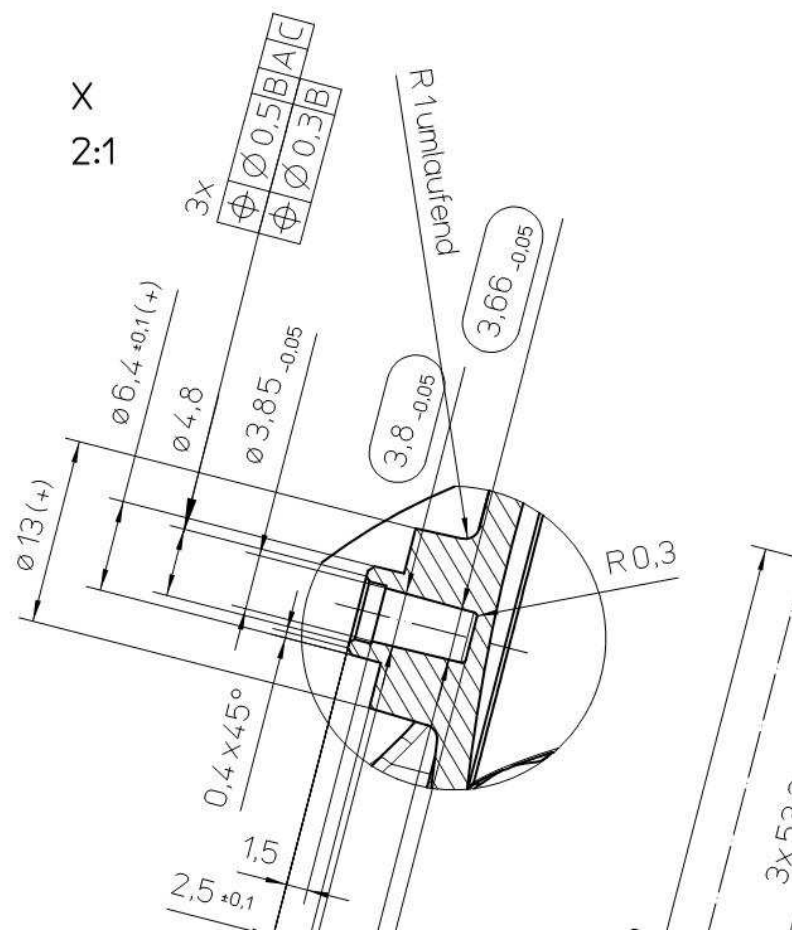
Specifikáció: műszaki rajz 1.

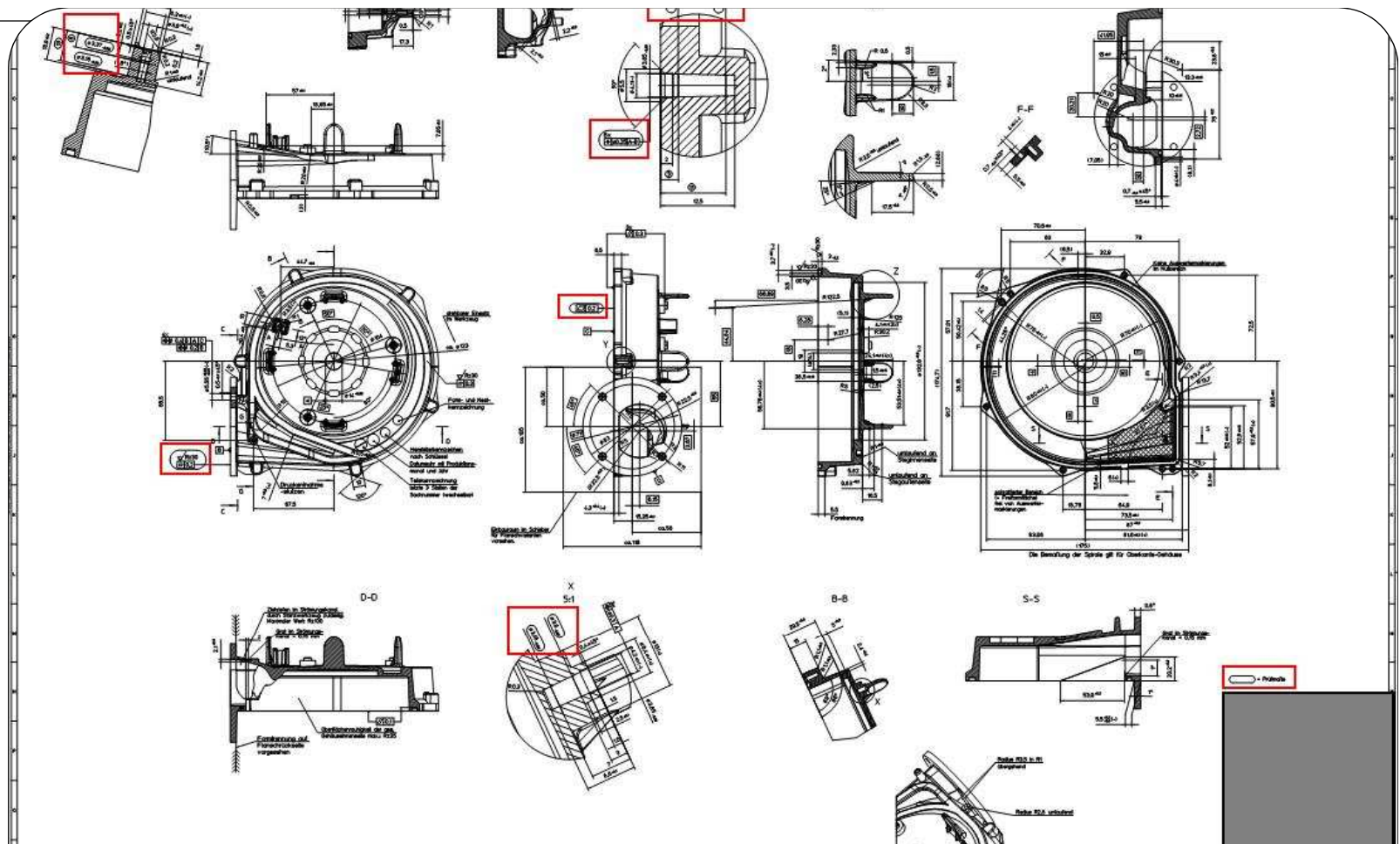
A műszaki rajz megadhat kritikus és szignifikáns jellemzőket. Sőt kifejezetten előírhatja, mely jellemzőket kell gyártásközi minőség szabályozásra és ellenőrzésre felhasználni ! Jelen esetben a rajz jobb-alsó sarkában megadja, hogyan jelzi a vizsgálandó jellemzőket „Prüfmass”.

Specifikáció: műszaki rajz 1.



Specifikáció: műszaki rajz 1.

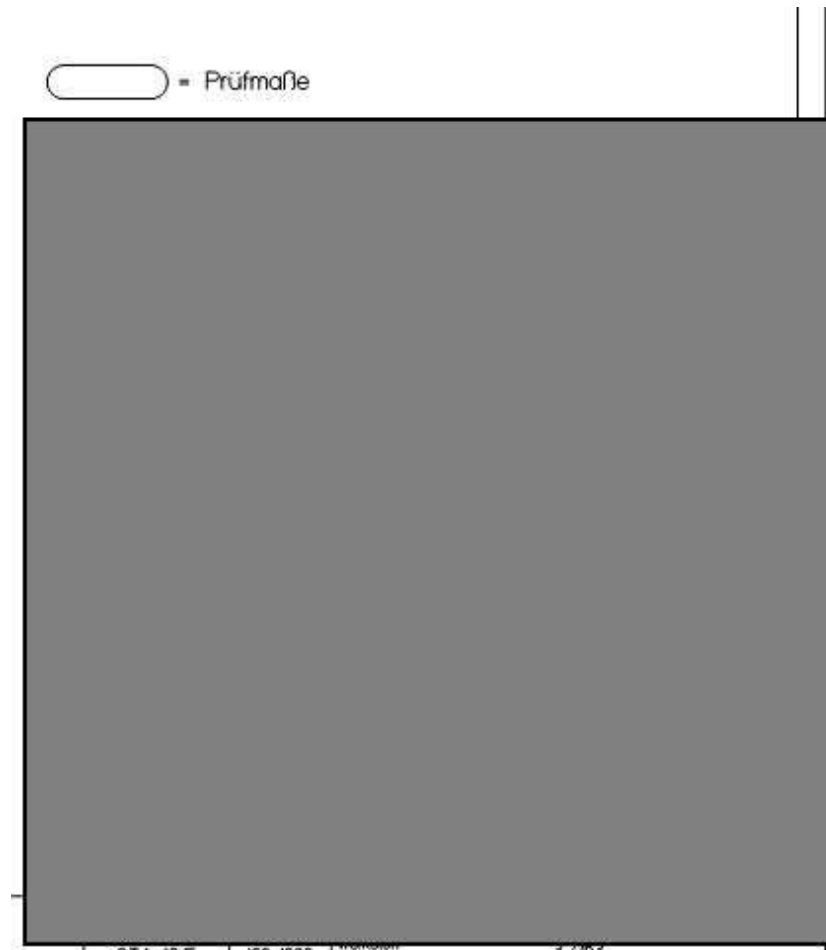




Specifikáció: műszaki rajz 2.

Ezen termékénél is csak egy fajta jellemző csoportot jelöl: „Prüfmass”.

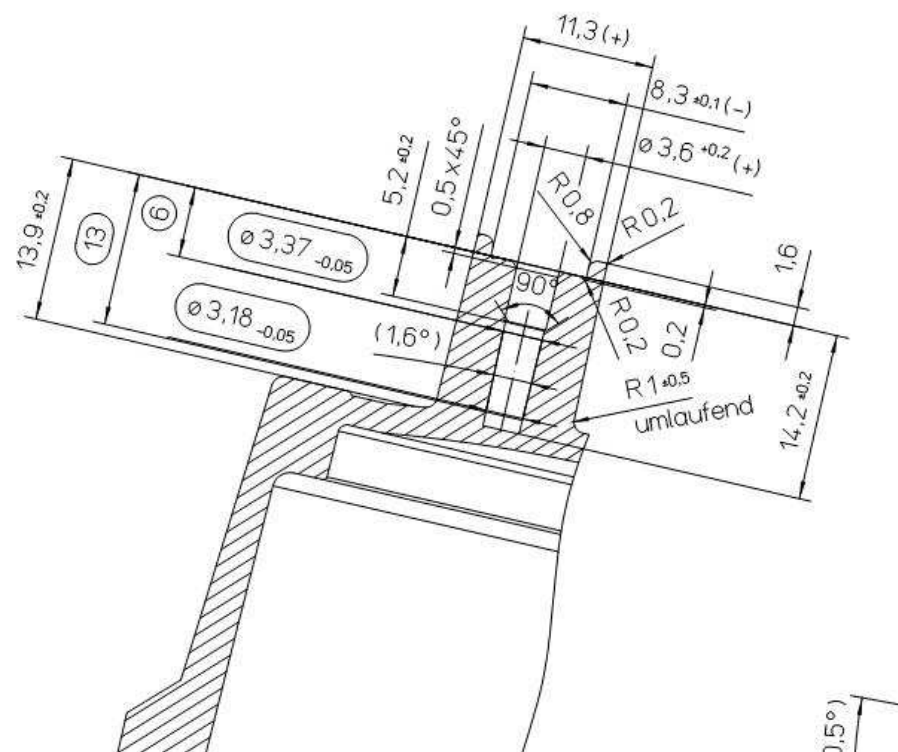
Specifikáció: műszaki rajz 2.



Specifikáció: műszaki rajz 2.

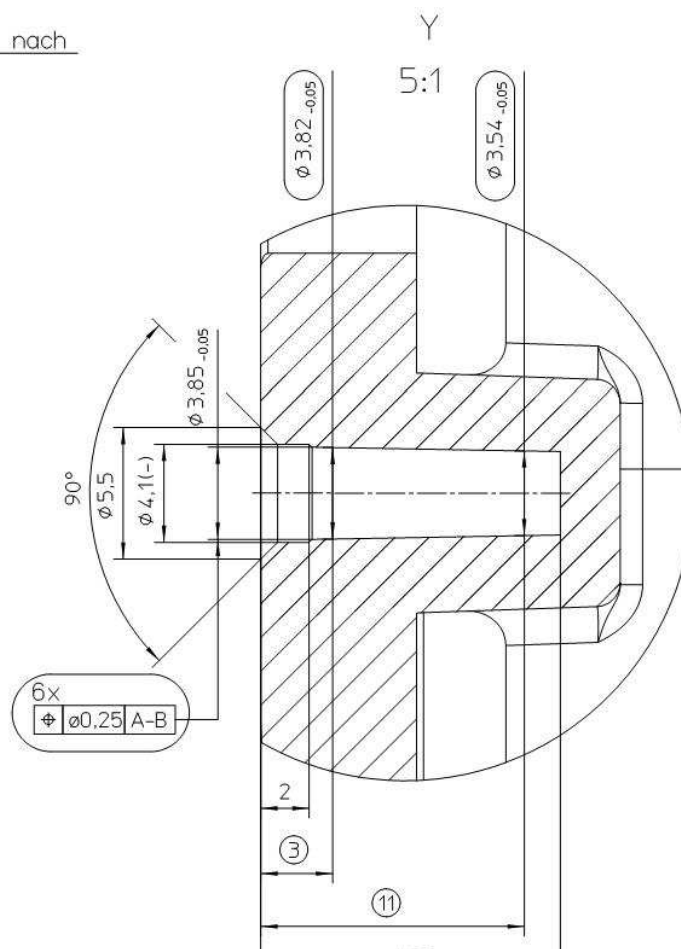
A-A

2:1

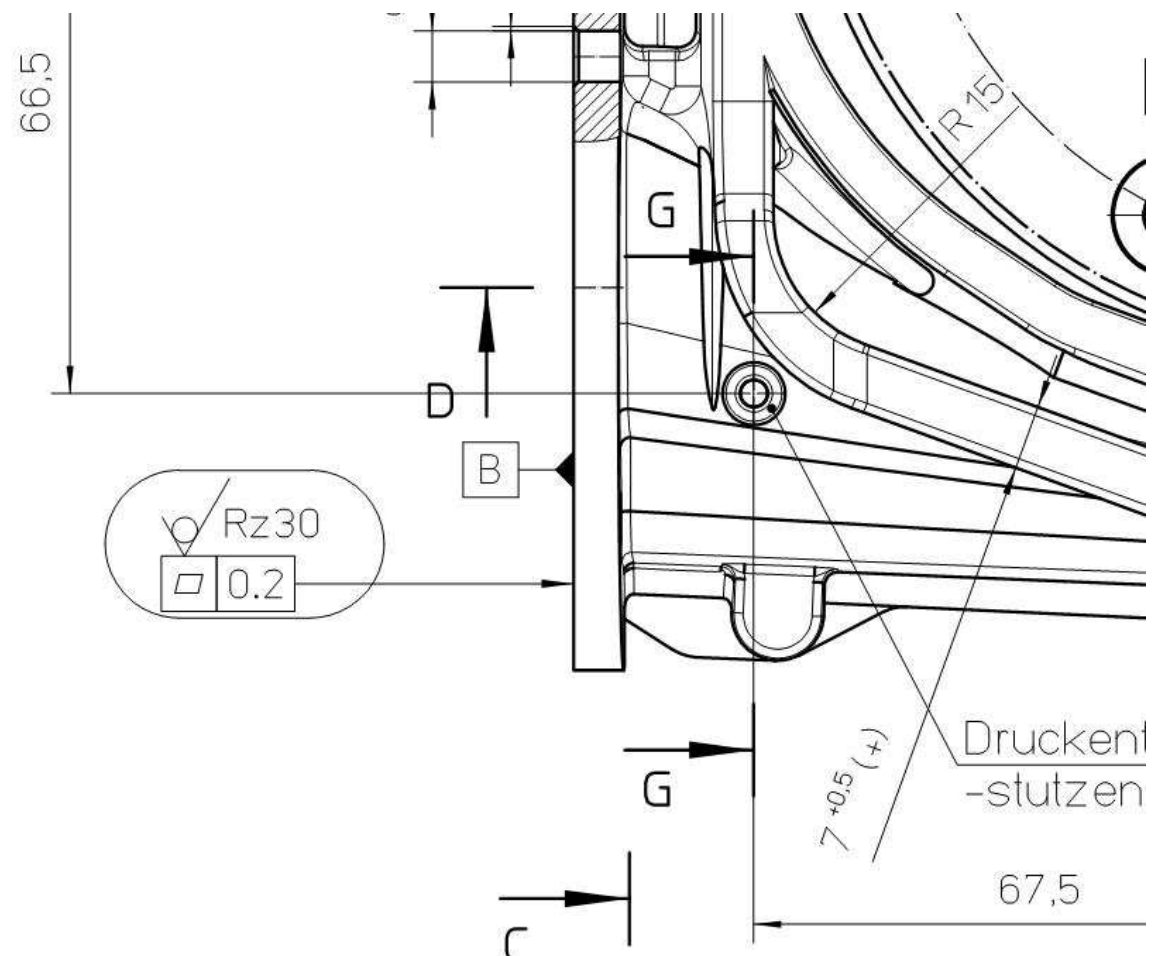


Specifikáció: műszaki rajz 2.

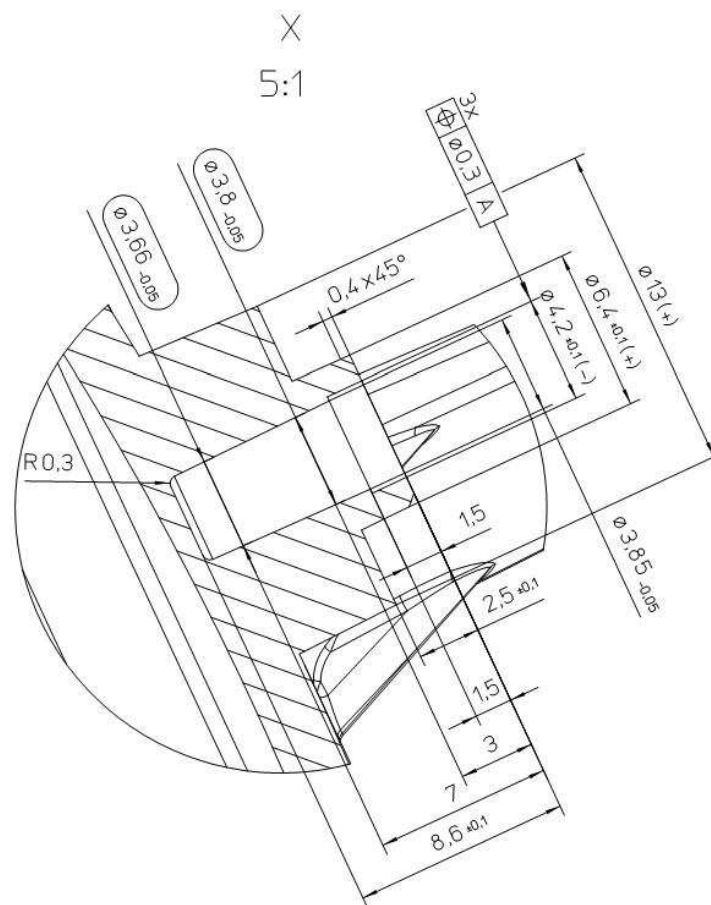
kontur nach
5-File



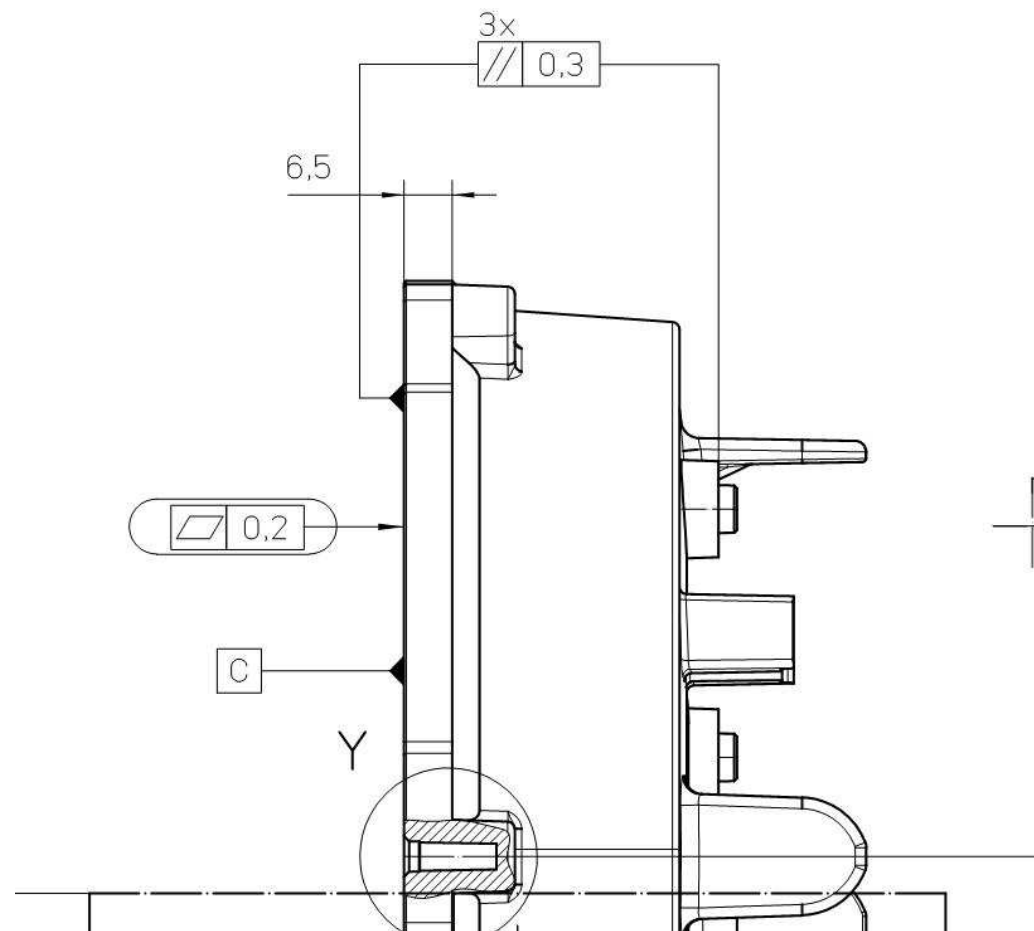
Specifikáció: műszaki rajz 2.

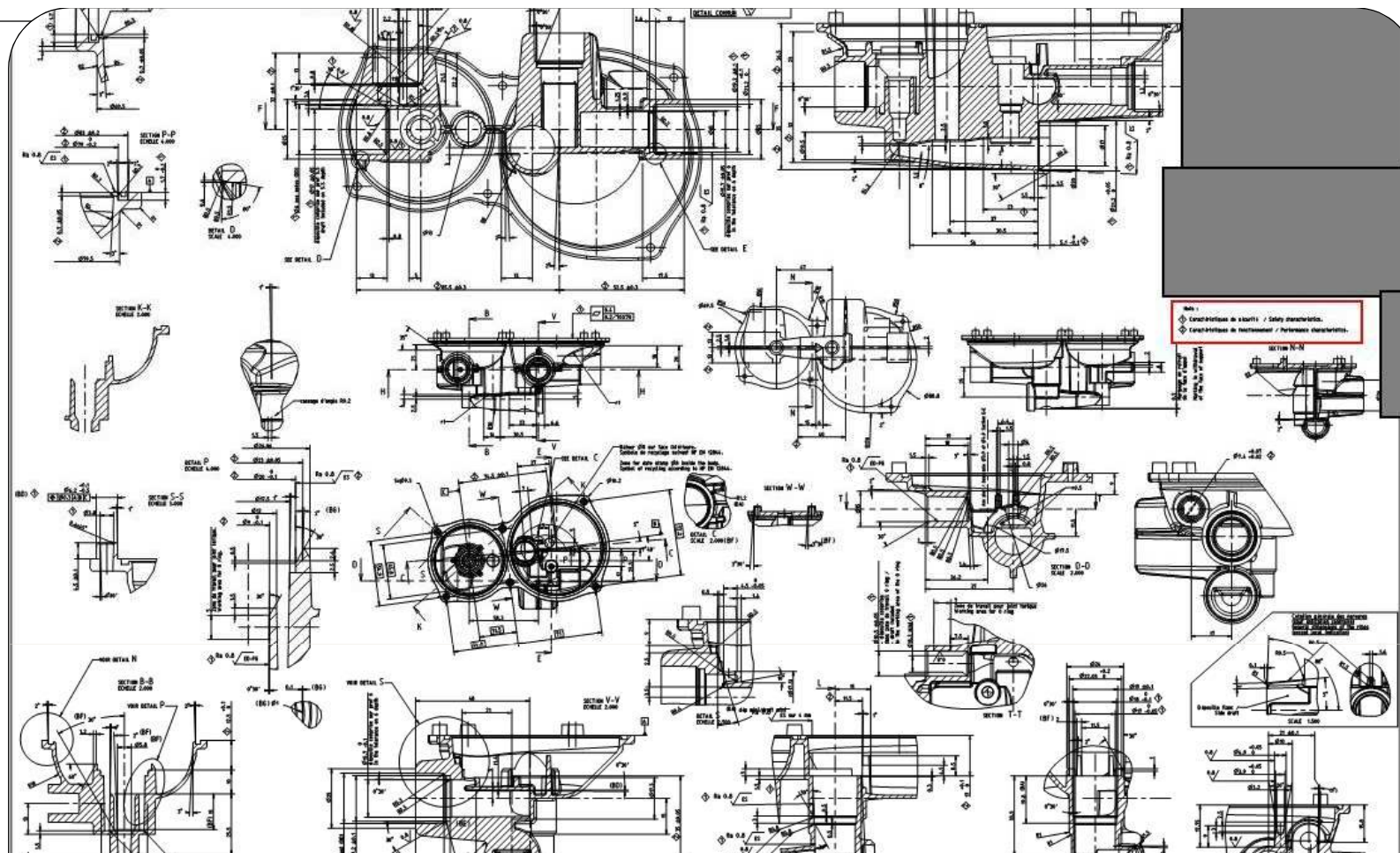


Specifikáció: műszaki rajz 2.



Specifikáció: műszaki rajz 2.





Specifikáció: műszaki rajz 3.

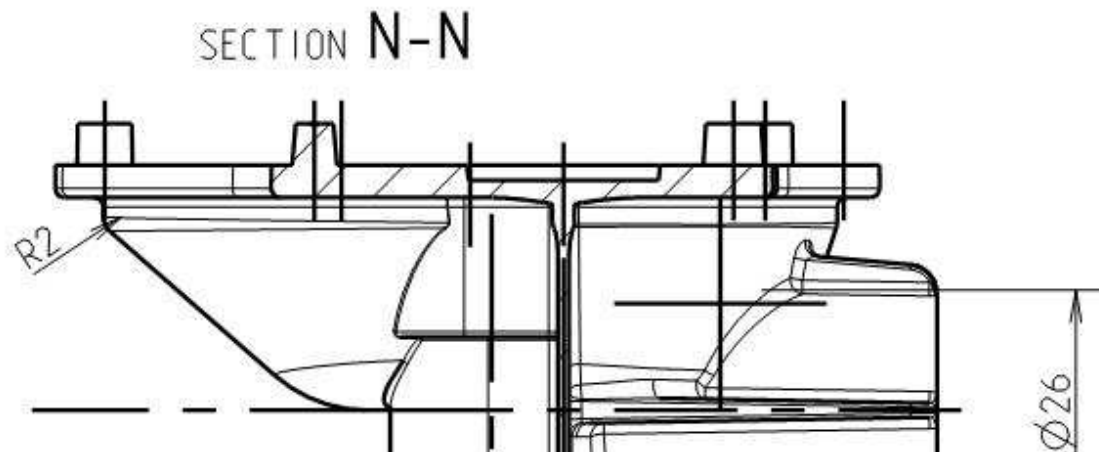
Ezen terméknél a tervező külön biztonsági és minőségi szempontok szerint csoportosította a kritikus jellemzőket.

Specifikáció: műszaki rajz 3.

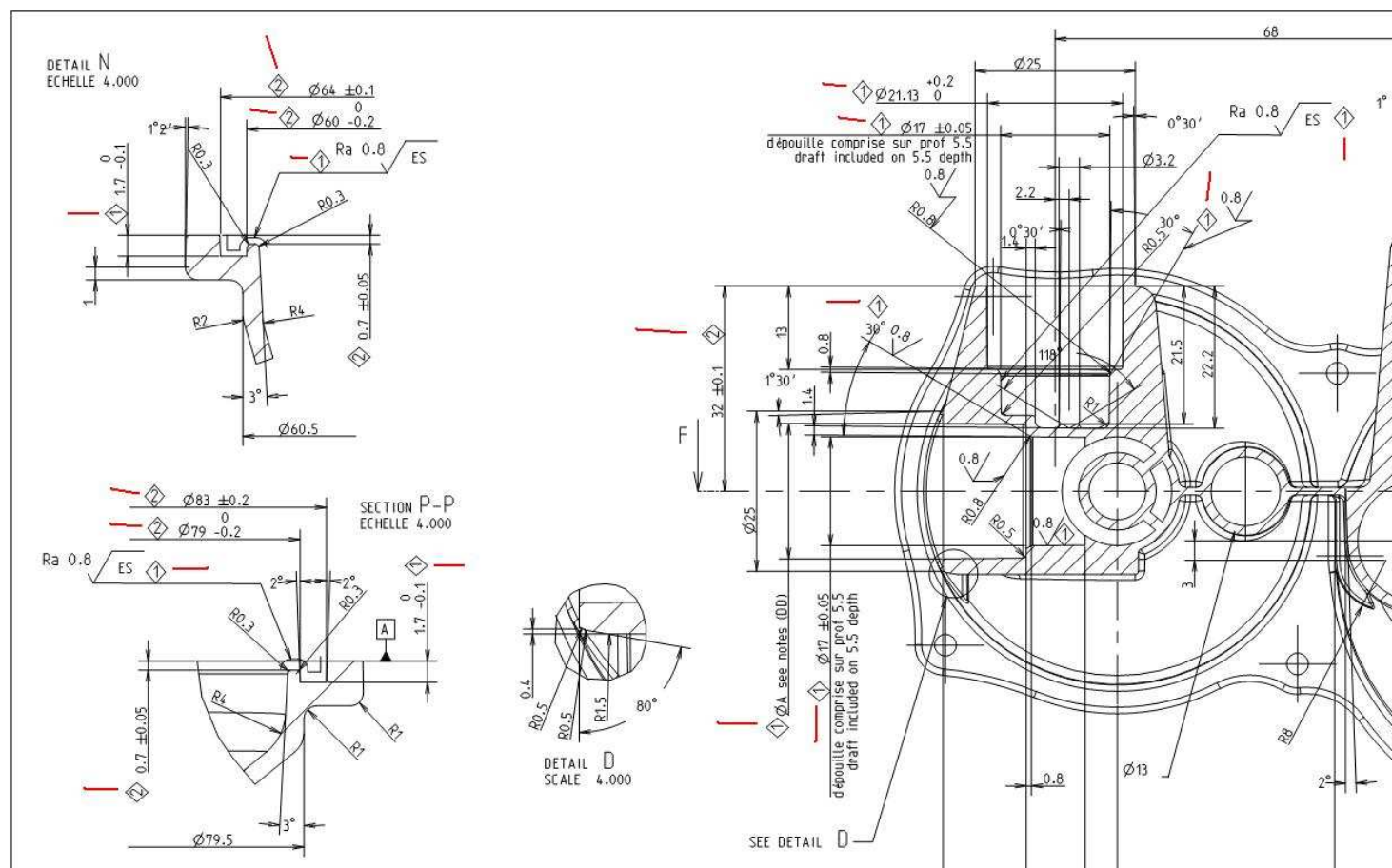
Note :

- ① Caractéristiques de sécurité / Safety characteristics.
- ② Caractéristiques de fonctionnement / Performance characteristics.

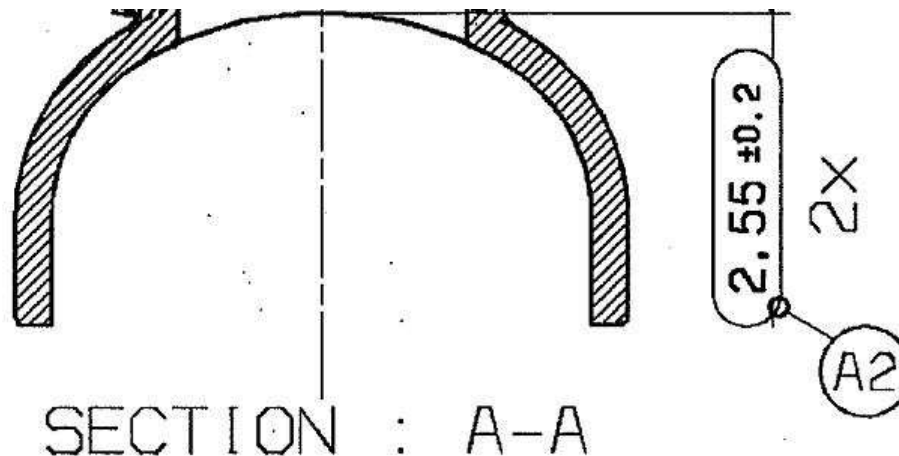
0.5
Marquage en retrait
de la face d'appui
Marking in withdrawal
of the face of support



Specifikáció: műszaki rajz 3.

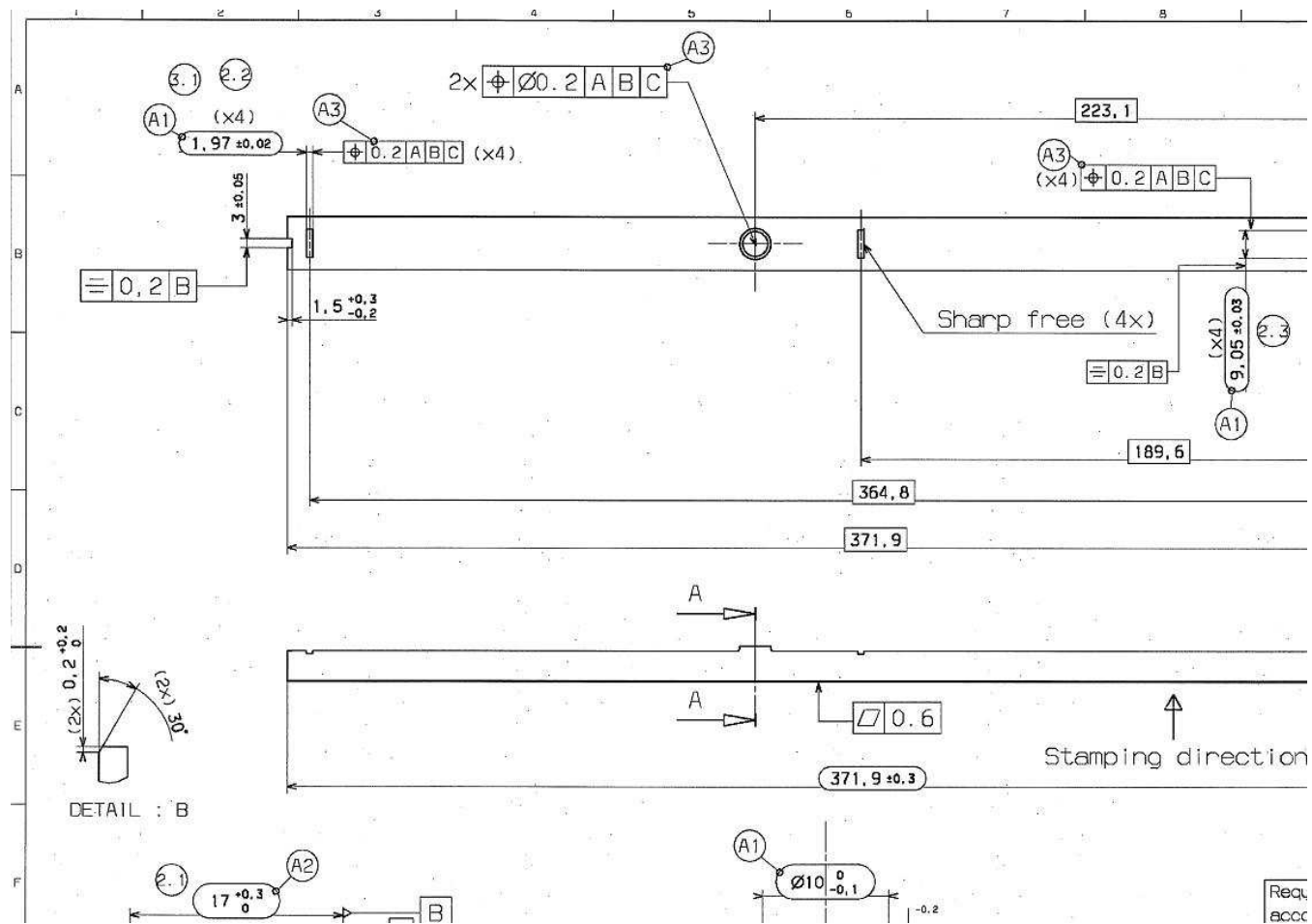


Specifikáció: műszaki rajz 4.



◊ Acceptance characteristic according to control plan 5	◊ Qualitäts wichtiges Merkmal nach KN AR.00302 Significant Characteristic AR.00543/1997-11	Laengen-Toleranzen Length Tolerances ISO 2768-m <table><tr><th>Nennmassbereich</th><th>Abmasse</th></tr><tr><td>von 0,5* bis 3</td><td>± 0,1</td></tr><tr><td>ueber 3 bis 6</td><td>± 0,1</td></tr><tr><td>6 bis 30</td><td>± 0,2</td></tr><tr><td>30 bis 120</td><td>± 0,3</td></tr><tr><td>120 bis 400</td><td>± 0,5</td></tr><tr><td>400 bis 1000</td><td>± 0,8</td></tr><tr><td>1000 bis 2000</td><td>± 1,2</td></tr></table> * fuer Nennmasse < 0,5: Abmasse angeben * for Nominal Sizes < 0,5: Specify Allowance AR.00422/1997-02	Nennmassbereich	Abmasse	von 0,5* bis 3	± 0,1	ueber 3 bis 6	± 0,1	6 bis 30	± 0,2	30 bis 120	± 0,3	120 bis 400	± 0,5	400 bis 1000	± 0,8	1000 bis 2000	± 1,2
Nennmassbereich	Abmasse																	
von 0,5* bis 3	± 0,1																	
ueber 3 bis 6	± 0,1																	
6 bis 30	± 0,2																	
30 bis 120	± 0,3																	
120 bis 400	± 0,5																	
400 bis 1000	± 0,8																	
1000 bis 2000	± 1,2																	
◊ Acceptance characteristic according to KN AR.00302 A	Translation No liability can be accepted for the correctness of the translation. It is in all instances the latest version of the document in its original language that is binding. Original language: German.																	

Specifikáció: műszaki rajz 4.



Optikai hossz mérő eszközök

Optikai hossz mérőeszközök

- mechanikai nagyítás kevésbé könnyíti meg a leolvasást, szerkezeti elemek hibái viszonylag nagyok
- optikai nagyítás esetén kevesebb szerkezeti elemre van szükség

Mikroszkóp

- Nem a nagy nagyítás a cél (10x, 20x, 50x, 100x nagyítás)
- Előny:
 - 0 mérőnyomás
 - parallaxis hiba mentes



konzol

tubus

szemlencse (okulár)

tárgylencse (objektív)

alsó megvilágítás

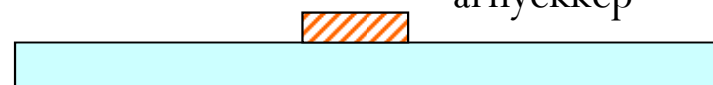
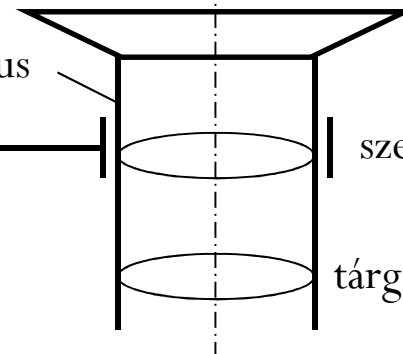
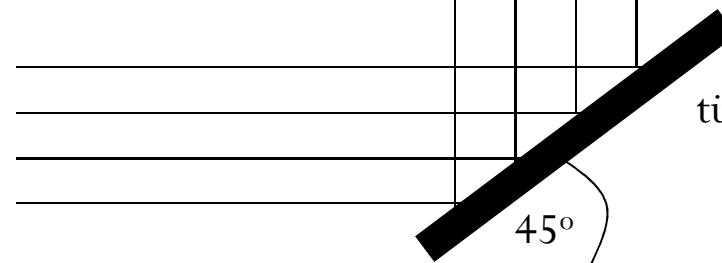
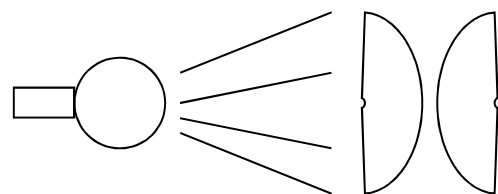
árnyékkép

üveglap borítású
asztal

kondenzor lencse

tükör

45°



Projektor

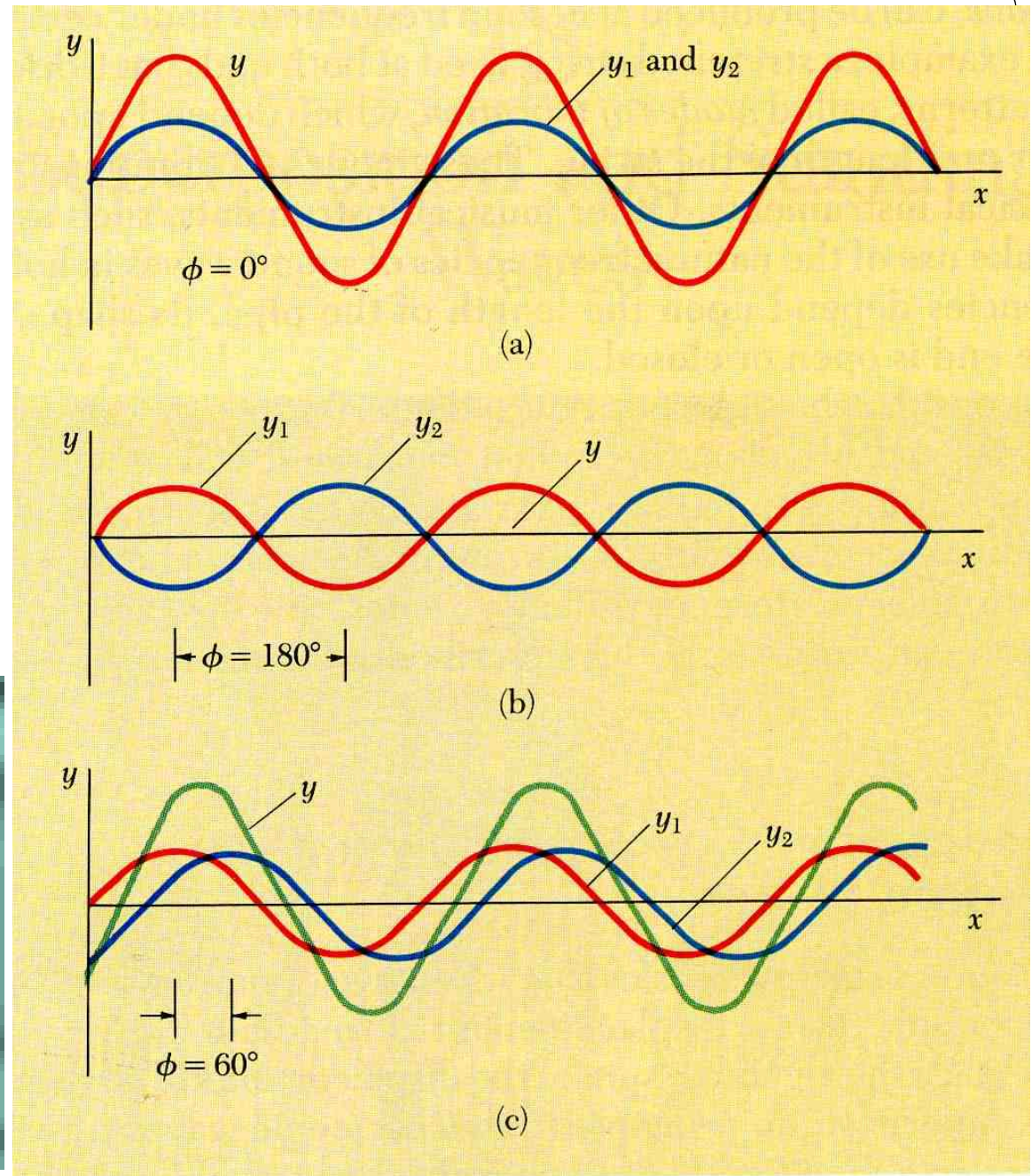
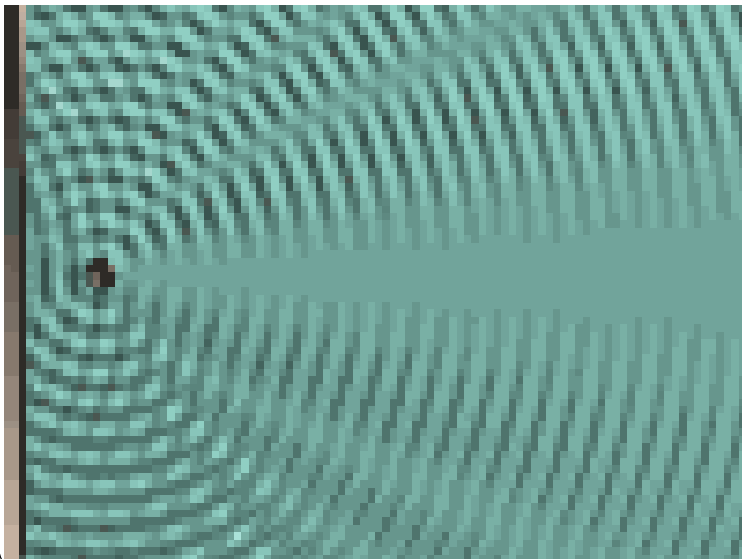
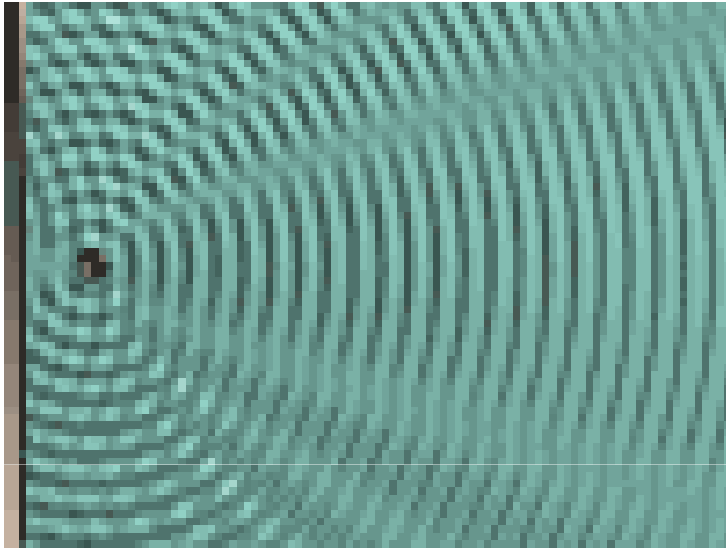
Hasonló elven működik,
többször hajtogatjuk a
fényt. Az árnyékképet
kivetítem egy ernyőre.



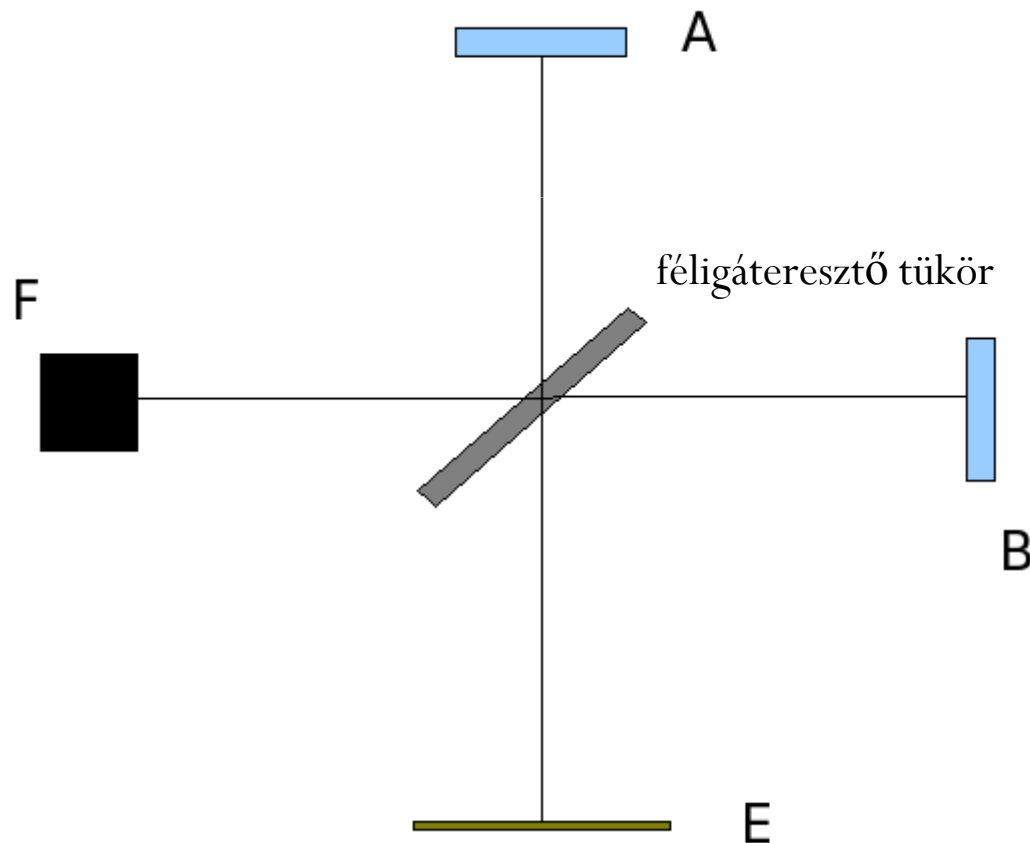
Hosszmérőgépek

- Abbe-elv: A mérce a tárgy egyenes vonalú folytatása legyen, és a mérce közvetlenül legyen leolvasható.
- 0,001 mm-es pontosságú mérésekre
- függőleges vagy vízszintes hosszmérőgép

Interferencia



Michelson-féle interferométer



F: fényforrás

A: mozgó tükör

B: álló tükör

E: detektor

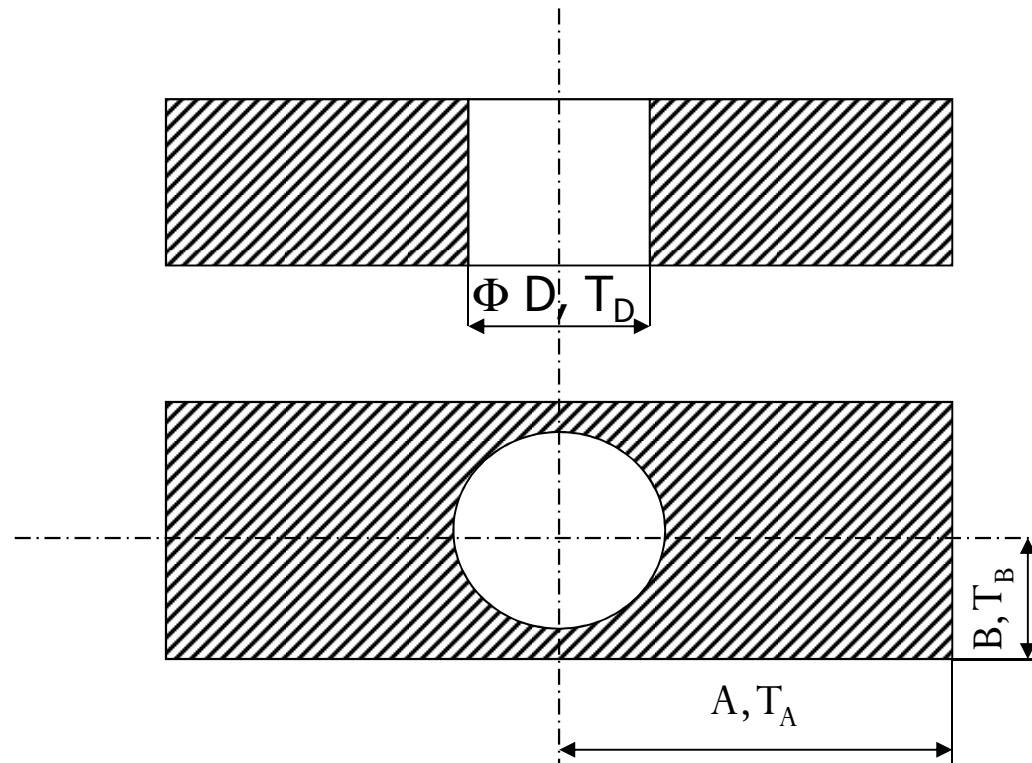
Pontos távolságmérés a
fényhullámhossz 50-ed
részének megfelelő változás
esetén jelez. (Ez zöld fény
esetében $0,01 \mu\text{m}$.)

Furatok, furathelyzetek mérés technikája

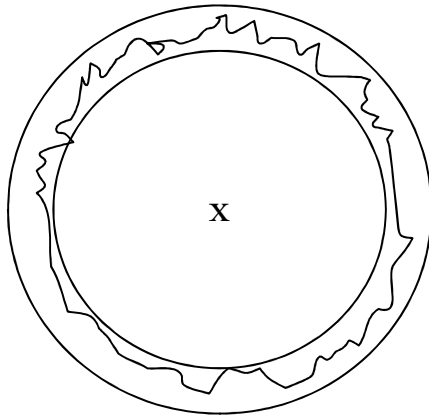
Furatmérés

Mi határozza meg a furatot?

- átmérő
- mélység
- helyzet



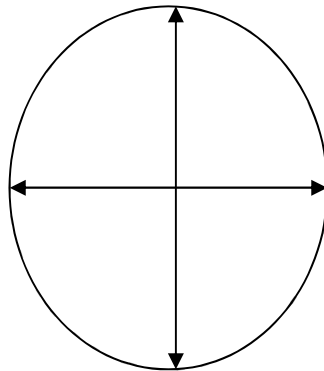
Furatkészítés hibái



Ha nincs külön jelölve az alaktűrés (különböző frekvenciájú eltérések, hullámosság, érdesség), akkor a körgyűrűn belül kell lenni.

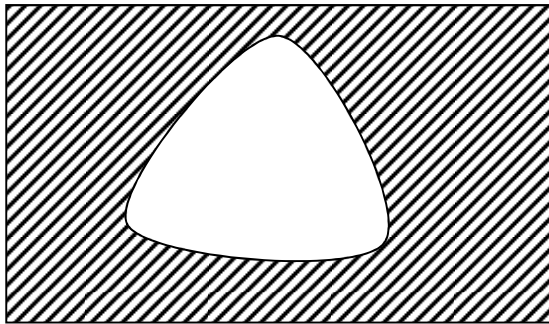
Ha nincs külön tűrés a merőlegességre, akkor derékszögtűrés.

Ovális munkadarab (ovalitás): jellemezhető $D_{\max}$, $D_{\min}$ értékével



Furatkészítés hibái

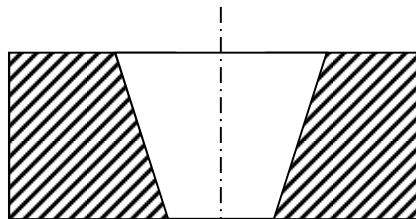
K-profilusság, háromszögűségi hiba, pseudo-kör hiba



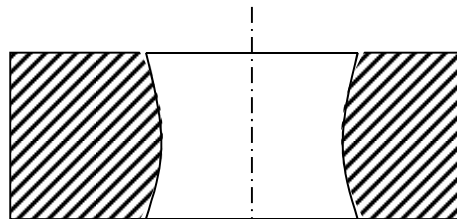
Hullámosság (μm nagyságrendű)

Érdesség (μm alatti)

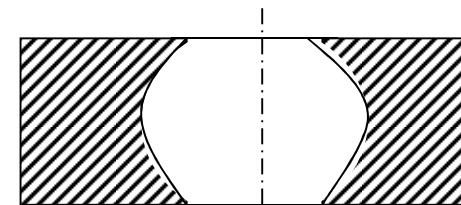
Átmérő nem azonos különböző mélységekben



kúposág



nyergesség



hordósság

Furatmérés eszközei

- 0,1 mm-es tűrésnél:
 - tolómérő furatmérő része
 - zsákfurat mélysége: mélységmérő tolómérő
- Mikrométer elven működő
 - 2 ponton mérő (alakhibára nem alkalmas)
 - 3 ponton mérő mikrométer:
 - 120 ° szöget bezáró (csak ovalitásra)



Furatmérés eszközei

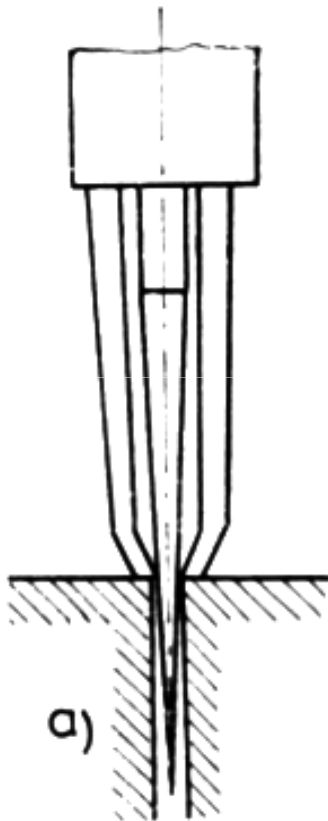
- Mérőórával kombinált furatmérő



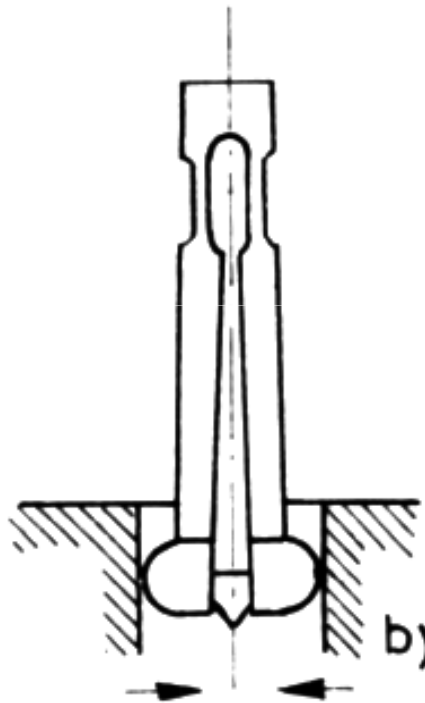
- Mikroszkóp
- 3 D mérőgép



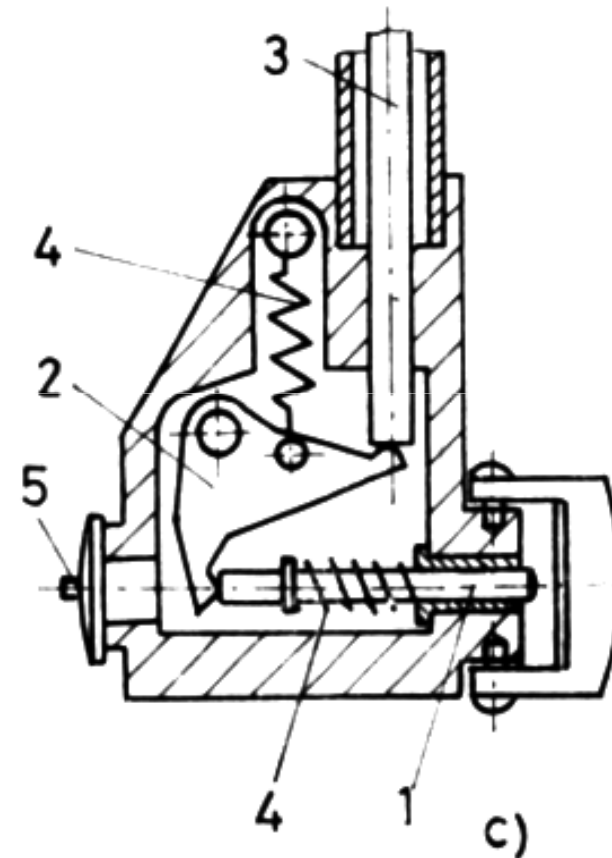
Furatmérőórák mérőfejének kialakítása



Tűs



Kúpos

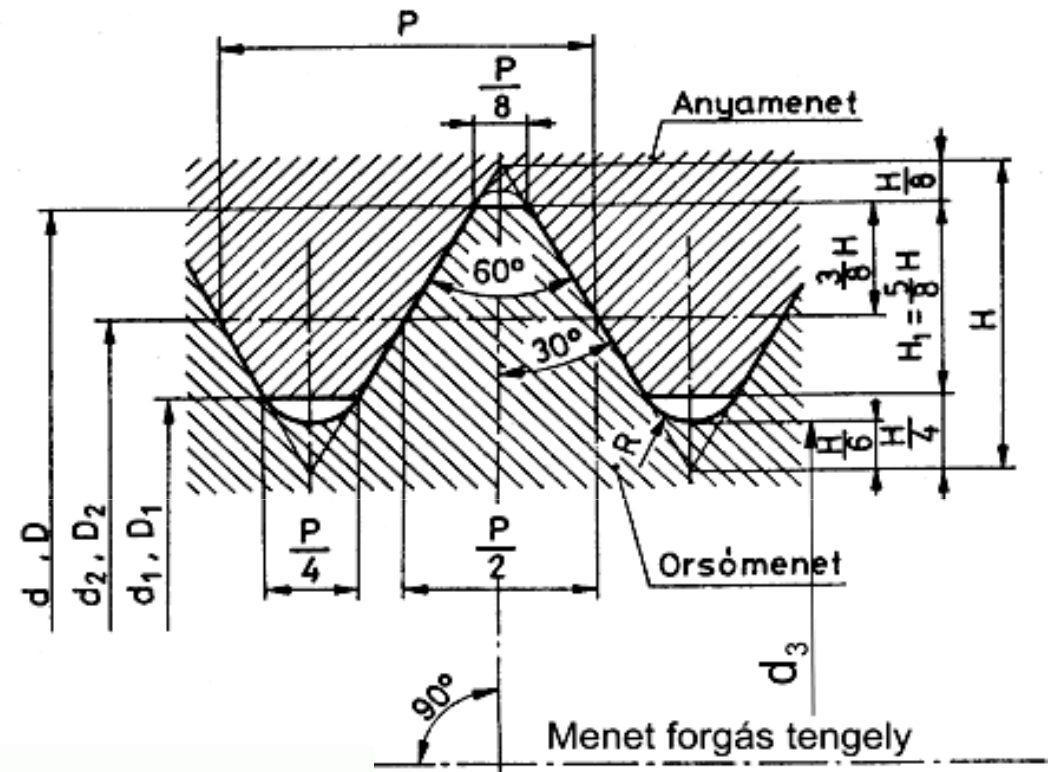
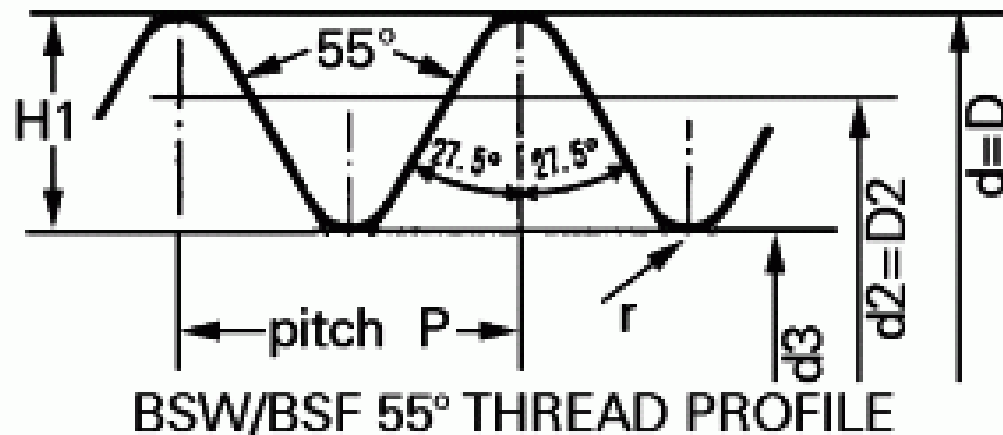


Szögemelyűs

Menetmérés alapfogalmai

Metrikus menet:
szelvényyszög=60°

Whitworth-menet
szelvényyszög = 55°



Menetemelkedés mérése

Menetfésű: nem mérünk, csak ellenőrzünk



Ugyanolyan profilt kell keresni.

Egyéb eszközöknél több (5, 10 vagy 20) menet összegzett hibáját ellenőrizzük, majd elosztjuk a menetszámmal ➔ megkapjuk egy menet tényleges emelkedési értékét.

Szelvényyszög és középátmérő mérése

1. Szelvényyszög mérése

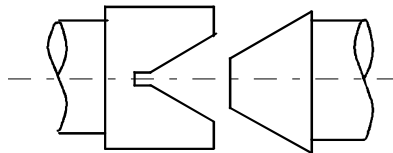
Szögmérő okulárral, mikroszkópon

2. Középátmérő mérése

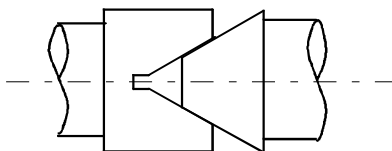
- mikroszkópos mérés
- menetmikrométer (csak százados a mérési elv miatt!!!)
- mérőcsap (0,001 mm-es mérésre)

Középátmérő mérése

tapintócsúcsok

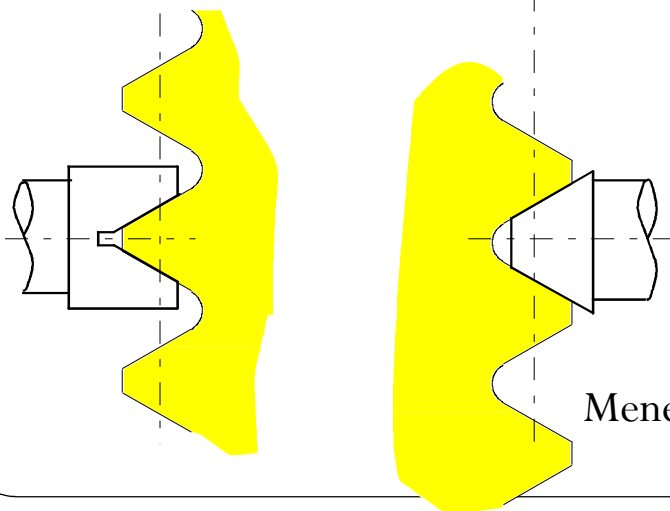


kalibrálás



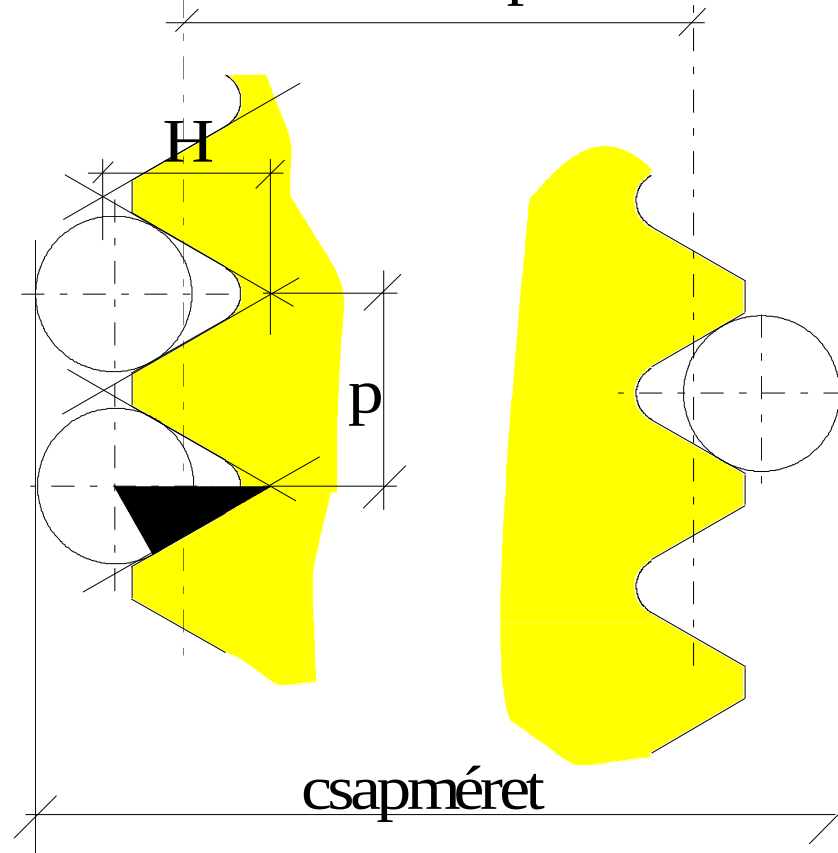
mérés

menet - középátmérő



Menetmikrométer

menet - középátmérő



Mérőcsapos

Mérőcsapos mérés során figyelembe veendő hibák (μm , $0,1 \mu\text{m}$ pontosság esetén)

- Mérőnyomás (hengert deformálja a befogás)
- ha a szelvényyszög nem pontosan 60° , a csap máshova kerül
- műszergyártó cég csapjainak (3 db) átmérője nem tökéletesen egyforma
- a csap nem teljesen merőleges a tengelyre
- leolvasásra, közrefogásra használt mérőeszköz mérési bizonytalansága

Finomtapintók

Finomtapintók

- Felbontóképeség 0,001 mm; 0,0001 mm
- Fogaskerék áttétel és menetes orsó áttétel nincs → szögemelők
- Mérési bizonytalanság < mérőórák esetén



Finomtapintók csoportosítása

- Mechanikai elven működő (szögemelő, fogasív-fogaskerék áttétel) (üzemben is)
- Pneumatikus finomtapintó (autóipar, tömeggyártás)
- Villamos finomtapintó (aktív mérés, rezgésmentesítés)

Fogaskerék mérés

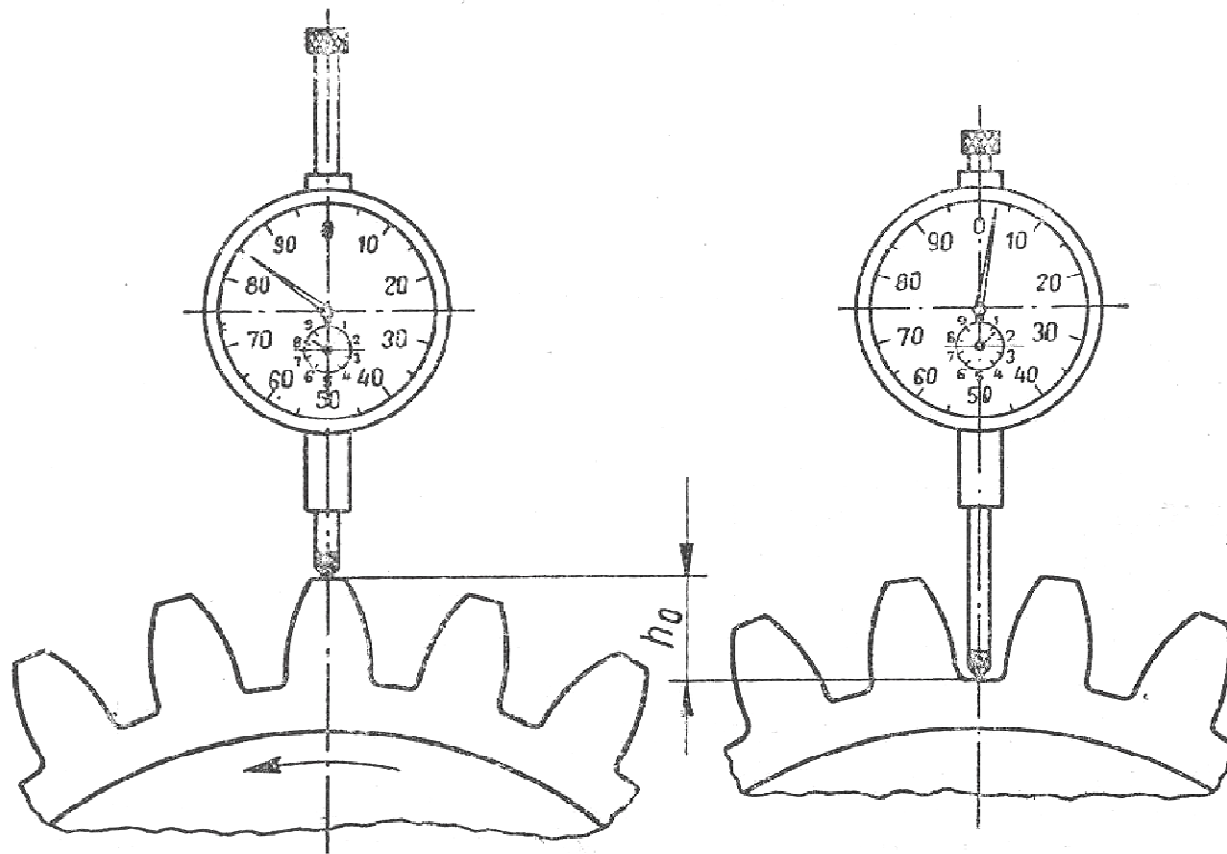
Az egyedi hibákat feltáró módszerek

Az egyes hibák vizsgálata

- Fogvastagság (fogmérő tolómérce, optikai fogvastagságmérő)
- Többfogméret (tárcsás többfogmérő mikrométer, lengőnyelves többfogmérő mikrométer, mérőórás többfogmérő)
- Körfutás (körfutásellenőrző készülék)
- Osztásvizsgálat (alaposztás-mérő, normálosztás-mérő)
- Foggörbe (evolvens) (evolvensvizsgáló készülék)
- Fogferdeség vizsgálat
- Fejkör/lábkör, oldal ütés mérés

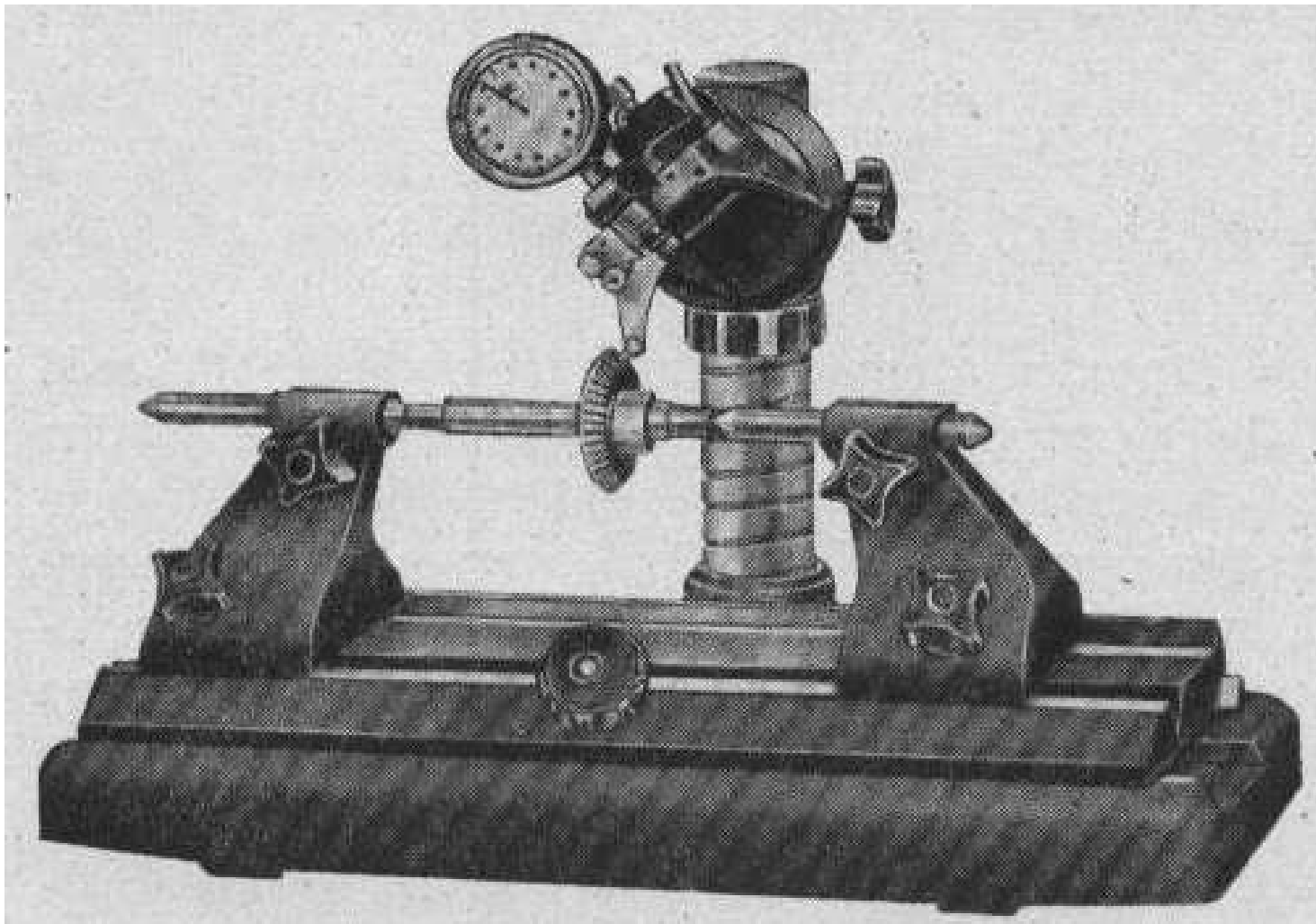
Az egyedi hibákat feltáró módszerek

Radiális ütés vizsgálat (fejkör/lábkör vizsgálata)



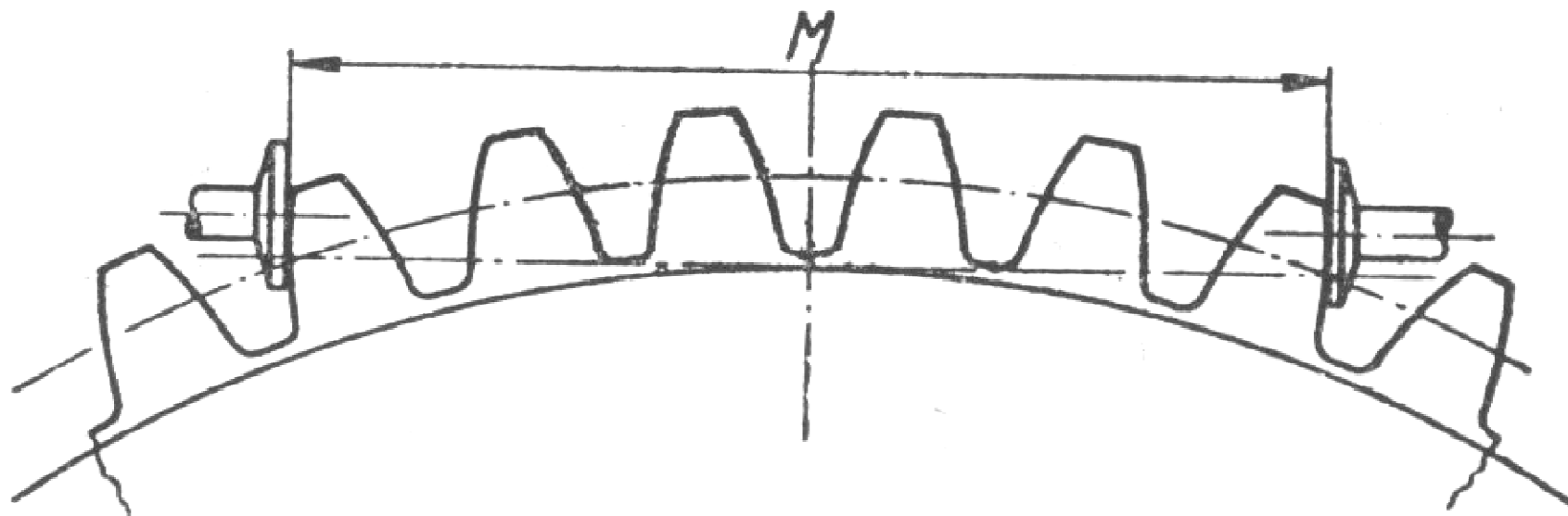
Az egyedi hibákat feltáró módszerek

Radiális ütés vizsgálat

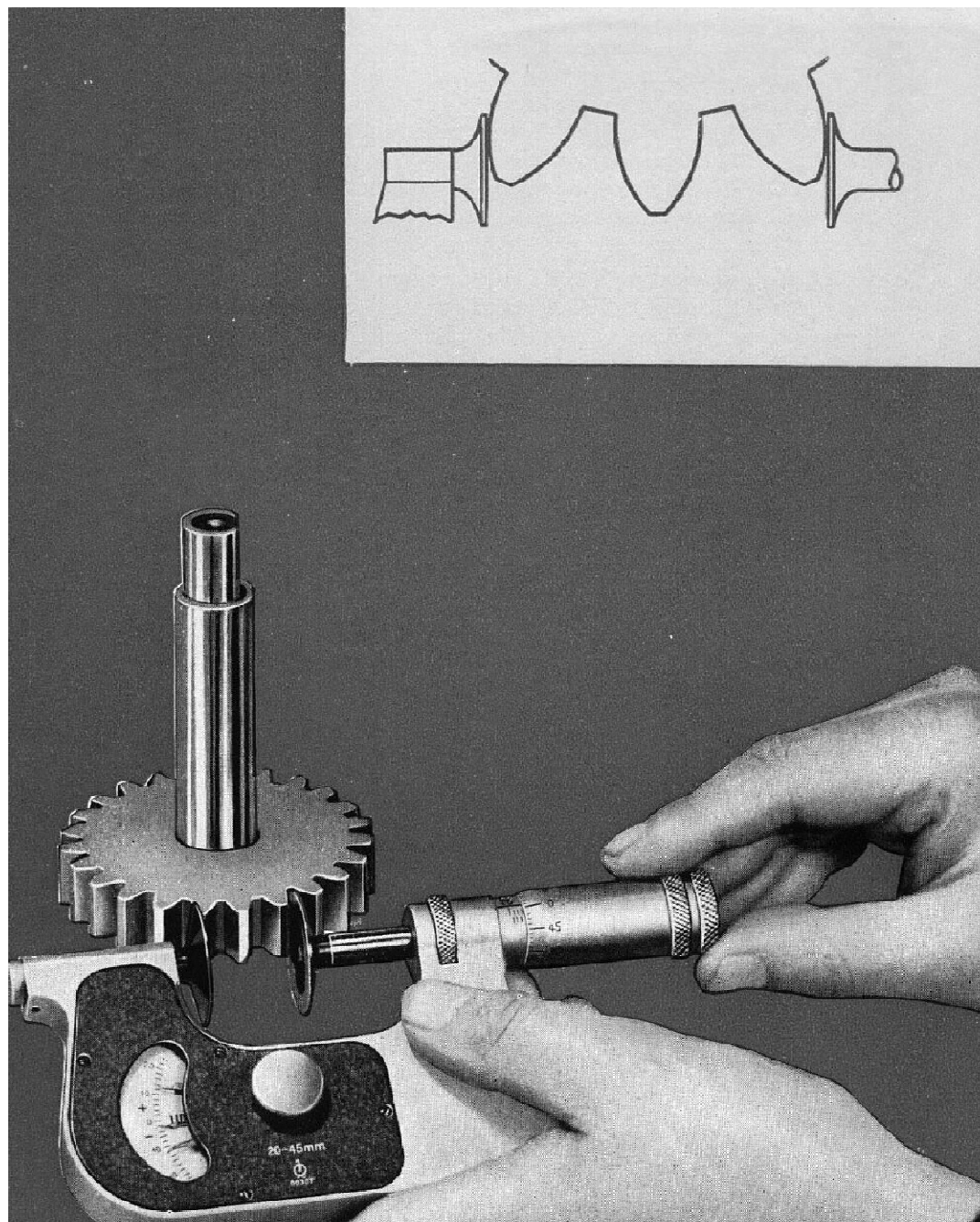


Az egyedi hibákat feltáró módszerek

Többfogmért mérése



Többfogméret
mérés
tárcsás
mikrométerrel



Köszönöm figyelmüket!
