

## 2. Mérőhasábok, sablonok, idomszerek

A **mérőhasábok** téglatest alakúak és a vastagságuk illetve a hosszuk különböző. A szélességük szabványos, 9 mm, másik méretük a kisebbeknél (10 mm-ig) 30 mm, 10 mm felett pedig 35 mm és a harmadik oldalpár, a leppelt (fényes/tükrös) felületeik közti méretet testesítik meg. Mérőhasábot lehet egyenként és készletben beszerezni. A mérőhasáb attól válik etalonná, hogy mellékelnek hozzá egy kalibrálási bizonyítványt, ami tartalmazza a hasáb egyedi, begravírozott azonosítója mellett a rendszeres és a véletlen hibájának értékét (lásd mérési hibák). 1 mm-nél vékonyabb mérőhasáb ritkán fordul elő (pl. 0,5 mm-es), és fokozottan kell rá vigyázni, mert ezek könnyen elgörbülhetnek. A kisebb készletek a következő méretsort tartalmazzák (értékek mm-ben):

1,005	10							
1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09
1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	12	13	14	15	16	17	18	19
21	22	23	24	25	20	50	75	100

2.1 táblázat: 47 elemes mérőhasábkészlet elemei

0,5	1,1	1,2	1,3	1,4	25	50	75	100
1,001	1,002	1,003	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	1,009
1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29
1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,38	1,39
1,41	1,42	1,43	1,44	1,45	1,46	1,47	1,48	1,49
1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5
15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19
19,5	20	20,5	21	22,5	23	23,5	24	24,5

2.2 táblázat: 99 elemes mérőhasábkészlet elemei

A nagyobb mérőhasábkészletek 2.2 táblázat szerinti méreteket tartalmazzák. A mérőhasábkészletnél fontos a felbontása, ami alatt a legkisebb összeállítható méretkülönbséget értjük. Az első, 47 elemes készletből 3 mm felett tetszőleges méret megvalósítható, de csak 0,005 mm-es felbontásban. A 99 elemes mérőhasábkészletből 2 mm felett tetszőleges méret összerakható 0,001 mm-es felbontásban. A nagyobb mérőhasábkészlet további előnye, hogy sok méret kevesebb mérőhasábbal rakható ki.

Pontossági osztályaik növekvő sorrendben: 2, 1, 0, K. Anyaga nagy kopásállóságú ötvöztött acél (hőtágulási együtthatója  $11,5 \pm 1,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ) vagy kerámia ( $9,3 \pm 1,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ). Minden mérőhasábon szerepel a mérete (a 6 mm-nél vékonyabbaknál a mérőfelületen) és egy egyedi azonosító. A mérőhasábokkal szemben a pontossági osztálytól függő, szigorú méret, síklapúsági, párhuzamossági és felületi érdességi előírásokat támasztanak. A mérettűrés és a síklapúságtűrés egy 8 mm-es mérőhasábra vonatkozóan [EN ISO 3650]:

	K	0	1	2
mérettűrés [ $\mu\text{m}$ ]	$\pm 0,2$	$\pm 0,12$	$\pm 0,2$	$\pm 0,45$
terjedelem [ $\mu\text{m}$ ]	0,05	0,1	0,16	0,3
síklapúság tűrése [ $\mu\text{m}$ ]	0,05	0,1	0,16	0,3

2.3 táblázat: Mérőhasábok pontossági osztályai és a hozzá tartozó pontossági követelmények

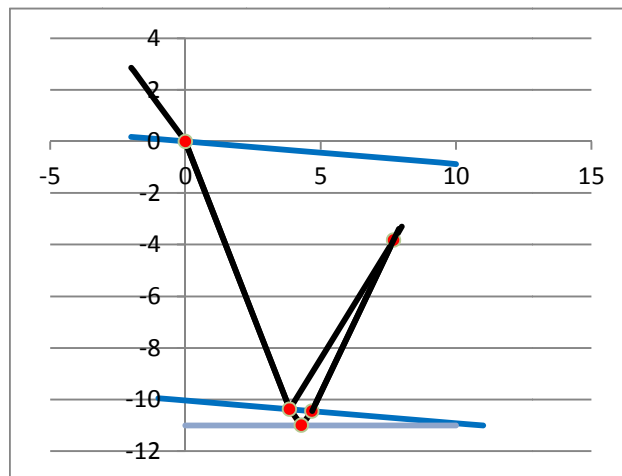
Ha egy méretet mérőhasábokból kell összeállítani, akkor arra kell törekedni, hogy a lehető legkevesebb hasábot használjunk fel, mert így a legkevesebb a hibátényező, és a hasábokat a letörölt mérőfelületeikkel (célszerű a vékonyabb hasábokat a vastagabbak közé tenni) kell úgy összeilleszteni, hogy a levegőt ki kell szorítani közülük. Ebben az esetben a külső légnyomás úgy összeszorítja a mérőhasábokat, hogy összetapadnak. A mérőhasábok kiválasztását a tört osztásértékek felől kezdjük és az egész mm-eket kiegészítjük a szükséges értékre.



2.1 ábra: Mérőhasábkészlet, a rendszeres és véletlen hibák táblázatával

Ha például 42,367 mm-t kell a 47 db készletből összeválogatni, akkor a legközelebbi összeállítható méret a 42,365 mm, amihez vesszük az 1,005-t, az 1,06-t, az 1,3-t, ez eddig 3,365 mm, amihez kell még 39 mm, ami 25+14, vagy 24+15, vagy 23+16, vagy 22+17, vagy 21+18, vagy 20+19 lehet. Ezek közül az a legjobb, amelyik kettőnek a legkisebb a véletlen hibája. Ugyanezt a méretet a 99 darabos készletből ezekkel a hasábokkal kellene összeállítani: 1,007+1,36+ a hiányzó 40 mm-t abból a két hasábból a következők közül, amelyeknek a legkisebb a véletlen hibájuk. (25+15; 24,5+15,5; 24+16 ...)

Mérőhasáb mérőfelületének síklapúságát legegyszerűbben síkpárhuzamos üveggel lehet vizsgálni. Ha rászorítjuk a síkpárhuzamos üveget a mérőfelületre, akkor interferenciacsíkokat lehet látni a mérőfelületen. Interferencia a mérőfelületről és a síkpárhuzamos üveg mérőfelületéhez közeli felületéről visszavert sugarak között alakul ki a 2.2 ábra szerint.

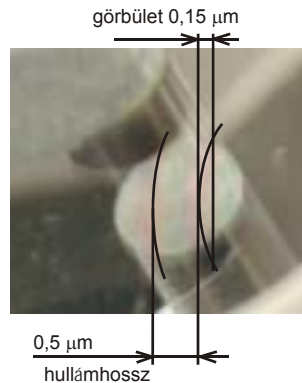


2.2 ábra: Interferencia létrehozása látható fénnel  
síkpárhuzamos üveg alkalmazásával



2.3 ábra: Interferenciacsíkok a mikrométer mérőfelületén

Ha a mérőfelület sík, akkor ezek a csíkok egyenesek és párhuzamosak, ha a felület domború, akkor az interferenciacsíkok görbék lesznek. A felület domborúságának mértékére abból lehet következtetni, hogy az interferenciacsíkok távolságához (ez a látható fény közepes hullámhosszának felel meg) viszonyítjuk a csíkok görbületét. A felületen látható interferenciacsíkok megfelelnek a térképészeti magasságvonalaknak, ebben az esetben a metszősíkok távolsága a látható fény átlagos hullámhossza:  $0,5\ \mu\text{m}$  (az infravöröstől az ultraibolyáig).



2.4 ábra: A mérőfelület alakhibájának meghatározása

Mérőhasábokat etalonnak használunk mérőeszközök kalibrálásához, hibagörbefelvételhez, mérőeszközök képességvizsgálatához. Önálló mérőeszközként lehet használni horonyszélesség (pl. reteszhorony) meghatározására, belső bordáknál a szembefekvő hornyokba helyezett (páros bordaszámnál 2, páratlan bordaszámnál 3) csapok közti távolság meghatározására, mérőcsapos kúpmérésnél a mérőcsapokat a kúp két oldalán két ugyanolyan magas mérőhasábkombinációra helyezzük.



2.5 ábra: Kúp mérése csapok között mikrométerrel, a csapok helyzetét mérőhasábok biztosítják

Sablonokkal, idomszerekkel az illesztés mechanikai, vagy optikai vizsgálatával nem mérjük, hanem minősítjük a munkadarabokat. Sablonok alakellenőrzésre szolgálnak, az idomszerek méret és helyzetellenőrzésre, külön-külön, vagy együttesen. Előnye ezeknek az eszközöknek, hogy funkcionális ellenőrzést tesznek lehetővé és ha már ki lett dolgozva a módszer, rendelkezésre áll a sablon, vagy az

idomszer és van gyakorlatunk a használatában, akkor maga az ellenőrzés egyszerű, gyors és olcsó. Elsősorban a sorozatgyártásban használják, egyedi vizsgálatokra ritkábban.

Az idomszerek tervezési alapelvét Taylor-elvnek [8] nevezi a szakirodalom, amit W. Taylor 1905-ben fogalmazott meg és a lényege az, hogy az idomszeres ellenőrzéshez egy megyszoldali és egy nemmegyszoldali idomszert használunk. A megyszoldal a teljes profilt ellenőrzzi és méretezni a legnagyobb anyagterjedelem elve (lásd 9. fejezet) alapján kell. A nemmegyszoldal nem a teljes profilt, hanem annak csak néhány pontját ellenőrzzi és méretezni a tűrés másik határértékére kell, mint a megyszoldalt.

A menetfésű - nem egy darab, hanem egy sorozat - lemezből kivágott menetprofilokból álló eszköz, általában méter- és whitworth-menetes, különböző szabványos menetemelkedésekre, amit orsómenet (külső menet) profiljába lehet illeszteni és a menetfésű és a menet közti fényrés optikai vizsgálatával (vizuálisan) lehet megkeresni a menethez legjobban illeszthető menetsablont. Menetfésűvel a menet profilszögét lehet ellenőrizni, hogy a menet méter-, vagy whitworth menetes és a menetemelkedést. Nem elég egy jól illeszkedőt találni, azt is ki kell próbálni, hogy a többi menet kevésbé jól illeszkedik.



2.6 ábra: Külső menet vizsgálata menetfésűvel

Belső meneteket menetidomszerrel, külső meneteket gyűrűs menetidomszerrel lehet ellenőrizni.



2.7 ábra: Gyűrűs menetidomszer és a menetről készített szilikolenyomat



2.8 ábra: Menetes furat ellenőrzése kétoldali menetidomszerrel

A rádiusszablon különböző ívű lekerekítésekkel elkészített lemezkészlet, ami külső és belső lekerekítések ellenőrzését teszi lehetővé.



2.9 ábra: Külső lekerekítés ellenőrzése rádiusszablonnal



2.10 ábra: Belső ív ellenőrzése rádiusszablonnal

Belső méreteket, pl. egy furat átmérőjét dugós idomszerrel lehet ellenőrizni. A idomszer meggyoldala a tűrés alsó határértékére készül. Ha a meggyoldalt nem lehet a furatba illeszteni, akkor a furat alulméretes. A dugós idomszer nemmegyoldala a tűrés felső határértékére készül, és ha a nemmegy oldal a furatba illeszthető, akkor a furat túlméretes. Az idomszer méretezésénél figyelembe kell venni, hogy magát az idomszert is csak egy bizonyos tűréssel lehet elkészíteni (az idomszer tűrése közel egy nagyságrenddel kisebb, mint az ellenőrzendő tűrésmező), valamint az idomszer kopását. A dugós idomszer ha lassan is, de kopik, és ennek következtében a mérete csökken. Azt a mérettartományt, amit kopásnak megengednek két részre osztják (nagyjából megfelelzik), az egyik része amennyivel nagyobbra készítik az idomszert, mint kellene. Ezt kopási ráhagyásnak nevezik. Az új dugós idomszer a kopási ráhagyással nagyobb, mint kellene és addig, míg a kopási ráhagyás le nem kopik, addig azokat a darabokat, amelyek a tűrés alsó határméreténél nagyobbak, de csak annyival, mint a kopási ráhagyás, azokat alulméretesnek fogjuk minősíteni, mert nem lehet a dugós idomszer meggyoldalát beilleszteni. A dugós idomszer kopását a névleges mérete (a tűrés alsó határértéke) alá a kopáshatárig engedjük. Ebben a tartományban olyan furatokat is jónak fogunk a dugós idomszerrel minősíteni, amelyek legfeljebb annyira alulméretesek, mint a kopáshatár. Méréstechnikai szempontból nem az új, hanem a névleges méretére kopott idomszer az ideális állapotú. Az idomszer nemmegyoldalának méretezésekor nem vesszük a kopásokat figyelembe, mert azt feltételezzük, hogy a nemmegyoldal csak a túlméretes darabokon kopik, amelyek normális esetben az össze darabhoz képest kis részarányban fordulnak elő.



2.11 ábra: 35H6-os (bal oldali) és 35H7-es dugós idomszerek (középső és jobb oldali)

A 2.11 ábra két 35H7-es idomszere abban különbözik egymástól, hogy a középső idomszer nem meggy oldala (fent) henger alakú, a jobb oldali idomszer nem meggy oldala nem henger alakú, a méretét két egymással szemben elhelyezkedő kiemelkedés adja. Ez a kialakítás lehetővé teszi, hogy furat esetlegesen ovális alakját ki lehessen vele mutatni.

Külső méreteket, pl. csapokat villás idomszerrel lehet ellenőrizni. Villás idomszer a két párhuzamos mérőfelülete közti méretet ellenőrzi, a meggyoldal a tűrés felső határértékére, a nemmegy oldal az alsó határértékre készül. Mivel a villás idomszer mérete a kopás következtében nő, ezért a villás idomszernél a kopási ráhagyással kisebbre készül a meggyoldal, mint az ellenőrzendő tűrés felső határértéke. Villás idomszer készül két-, vagy egyvillás kivitelben. Az egyvillás idomszernél az egyik oldal lépcsős kialakítású, kívül szélesebb, ez a meggyoldal, belül szűkebb, ez a nemmegyoldal. Akkor esik a tűrésbe a darab, ha a vállig ráhúzható a villás idomszer, de a vállnál elakad.

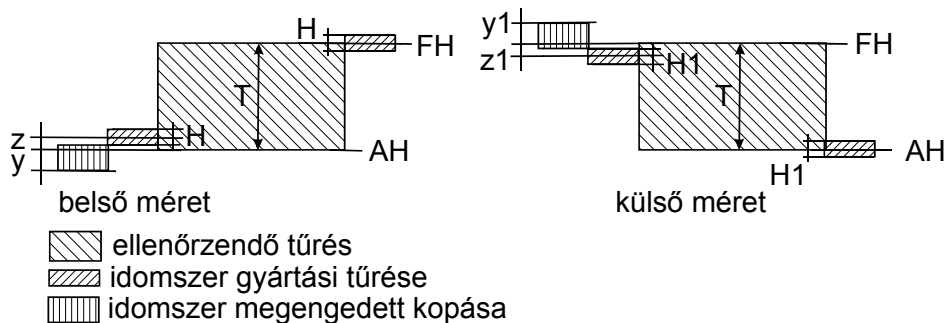




2.12 ábra: 30j6-os egyvillás és 35f7-es kétvillás idomszer

Idomszereket az ellenőrzendő tűréssel jelölik, ami a névleges méretből, az alapeltérés betűjeléből (külső méretek kis betűsők, belső méretek nagy betűsők) és a tűrésosztály számából áll. A közepes gépészeti tűrésosztály a 7. Az 5-6 a finom (nagy pontosságú, igényesebb, drágább), a 8 a durva (pontatlan, igénytelenebb, olcsóbb) tűrésosztály. Egy 30H7-es tűrést ennek megfelelő jelű dugós idomszerrel kell ellenőrizni. Lehet ugyanezt a tűrést 30H8-as idomszerrel is részben ellenőrizni: amit a 30H8-as hibásnak (alul-, vagy túlméretes) minősít, az biztosan a 30H7-es szerint is hibás, viszont azok között, amit a 30H8-as jónak minősít még lesznek olyanok, amelyek a 30H7-es szerint nem lesznek megfelelők. Ha a 30H7-es tűrést 30H6-os idomszerrel ellenőrizzük (a 30H6-os idomszer sokkal drágább, mint a 30H7-es!), akkor amit jónak minősítünk, az biztosan jó lesz a 30H7-szerint is, de többet fogunk rossznak minősíteni, mint kellene.

Dugós és villás idomszerek méretei [DIN 7162]:



Jelölések:

- AH ellenőrzendő méret alsó határértéke
- FH ellenőrzendő tűrés felső határértéke
- T ellenőrzendő tűrés
- H dugós idomszer gyártási tűrése
- Hs gömb (mérő)felületű idomszer gyártási tűrése
- H1 villás idomszer gyártási tűrése
- z dugós idomszer kopási ráhagyása
- y dugós idomszer kopáshatára
- z1 villás idomszer kopási ráhagyása
- y1 villás idomszer kopáshatára

Belső méretek (furatok) idomszerei (jelöletlen méretek µm-ben)

névleges mérettartomány	jel	ISO tűrésosztály									
mm		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-3	T	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400
	H/2	0,6	1	1	1	1	2	2	5	5	5
	y	1	1,5	3	0	0	0	0	0	0	0
	z	1	1,5	2	5	5	10	10	20	20	40
3-6	T	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480
	H/2	0,75	1,25	1,25	1,25	1,25	2,5	2,5	6	6	6
	y	1	1,5	3	0	0	0	0	0	0	0
	z	1,5	2	3	6	6	12	12	24	24	48
6-10	T	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580
	H/2	0,75	1,25	1,25	1,25	1,25	3	3	7,5	7,5	7,5
	Hs/2	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	2	2	4,5	4,5	4,5
	y	1	1,5	3	0	0	0	0	0	0	0
	z	1,5	2	3	7	7	14	14	28	28	56
10-18	T	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700
	H/2	1	1,5	1,5	1,5	1,5	4	4	9	9	9
	Hs/2	1	1	1	1	1	2,5	2,5	5,5	5,5	5,5
	y	1,5	2	4	0	0	0	0	0	0	0
	z	2	2,5	4	8	8	16	16	32	32	64
18-30	T	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840
	H/2	1,25	2	2	2	2	4,5	4,5	10,5	10,5	10,5
	Hs/2	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	3	3	6,5	6,5	6,5
	y	1,5	3	4	0	0	0	0	0	0	0
	z	2	3	5	9	9	19	19	36	36	72
30-50	T	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000
	H/2	1,25	2	2	2	2	5,5	5,5	12,5	12,5	12,5
	Hs/2	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	3,5	3,5	8	8	8
	y	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0
	z	2,5	3,5	6	11	11	22	22	42	42	80

Külső méretek (csapok) idomszerei (jelöletlen méretek µm-ben)

névleges mérettartomány	jel	ISO tűrésosztály									
mm		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-3	T	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250
	H1/2	0,6	1	1	1,5	1,5	1,5	2	2	5	5
	y1	1	1,5	1,5	3	0	0	0	0	0	0
	z1	1	1,5	1,5	2	5	5	10	10	20	20
3-6	T	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300
	H1/2	0,75	1,25	1,25	2	2	2	2,5	2,5	6	6
	y1	1	1,5	1,5	3	0	0	0	0	0	0
	z1	1	2	2	3	6	6	12	12	24	24
6-10	T	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360
	H1/2	0,75	1,25	1,25	2	2	2	3	3	7,5	7,5
	y1	1	1,5	1,5	3	0	0	0	0	0	0
	z1	1	2	2	3	7	7	14	14	28	28
10-18	T	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430
	H1/2	1	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4	4	9	9
	y1	1,5	2	2	4	0	0	0	0	0	0
	z1	1,5	2,5	2,5	4	8	8	16	16	32	32



18-30	T	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520
	H1/2	1,25	2	2	3	3	3	4,5	4,5	10,5	10,5
	y1	2	3	3	4	0	0	0	0	0	0
	z1	1,5	3	3	5	9	9	19	19	36	36
30-50	T	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620
	H1/2	1,25	2	2	3,5	3,5	3,5	5,5	5,5	12,5	12,5
	y1	2	3	3	5	0	0	0	0	0	0
	z1	2	3,5	3,5	6	11	11	22	22	42	42



2.13 ábra: Hézagmérő készlet

A hézagmérő készlet különböző vastagságú lemezeket tartalmaz, például 0,05 mm-től 1 mm-ig 0,05 mm-es lépcsőkben. Hézagmérővel ellenőrzik belső égésű motorok szelephézagát és a gyújtógyertya elektródáinak távolságát, vagy a karosszériaelemek közti hézagot.



2.14 ábra: Szelephézag ellenőrzése hézagmérővel

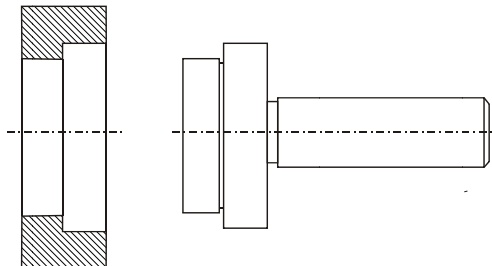


2.15 ábra: Merőlegesség ellenőrzése derékszöggel



2.16 ábra: Külső és belső kúpok idomszerei

Szerszámgépek szerszámbefogóinál, de a gépészetben ezen kívül is számos tengelykötésnél alkalmaznak kúp felületeket. Külső és belső kúp felületek méretét és kúpszögét lehet kúpidomszerekkel ellenőrizni, a méretet a tengelyirányú helyzettel lehet ellenőrizni, a kúpszöget pedig úgy, hogy egyező kúpszög esetén a darabhoz képest az idomszer nem billeg.



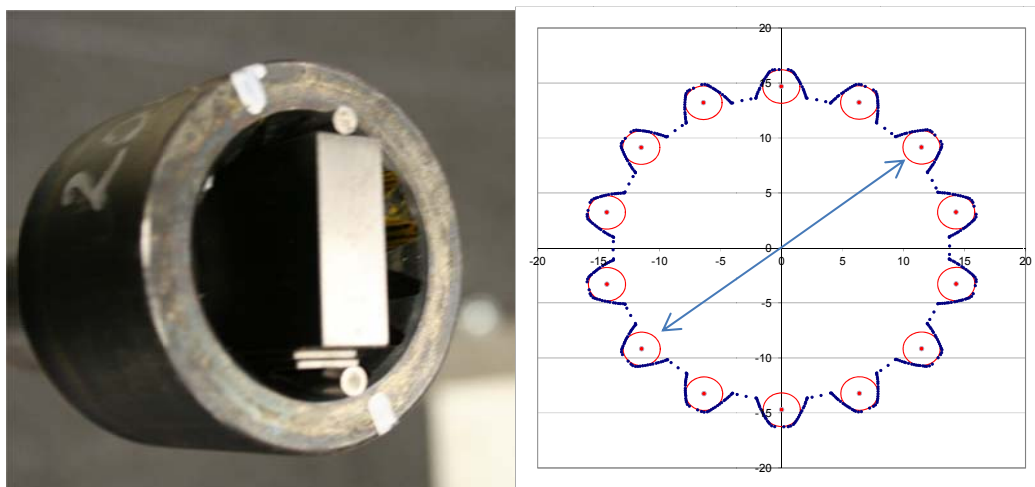
2.17 ábra: Furatok egytengelyűségének ellenőrzése lépcsős idomszerrel



2.18 ábra: Dugattyú gyűrűhornyában az olajvisszavezető furatok ellenőrzése fuvókamérővel



2.19 ábra: Mérőcsapkészlet, átmérők 3-4 mm között 0,01 mm-enként



2.20 ábra: Belső evolvens borda méretének ellenőrzése mérőcsapokkal és mérőhasábbal



2.21 ábra: Különböző mérő-, vagy beállítógyűrűk