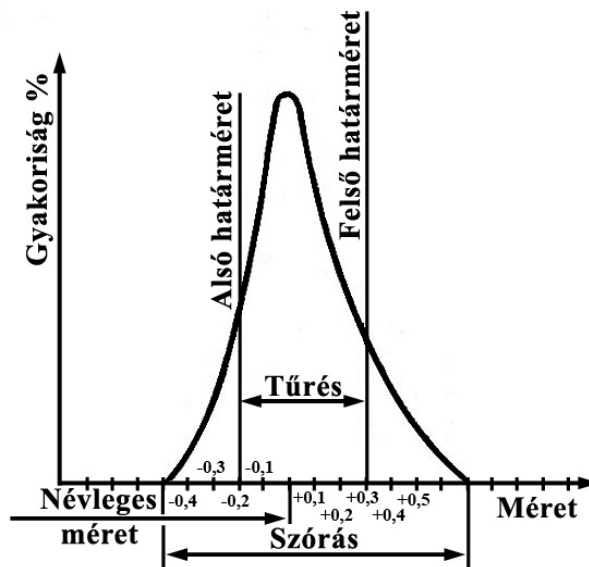


Alkatrészek tűrése

1. Alapfogalmak

Névleges méretnek nevezzük a munkadarab nagyságrendjének jellemzésére szolgáló alapméretet, ez a műszaki rajzon minden esetben feltüntetésre kerül.

Tűrés használatának oka: A gyártás során mindig valamilyen nagyságú hibával tudjuk legyártani az alkatrészt. Ennek oka például a szerszám gép pontatlansága (pl. irányváltási hiba), beállási pontatlanság (emberi tényező) vagy éppen a szerszámok kopása. Ha egy adott névleges méretű alkatrész akarunk legyártani, akkor az 1. ábra szerinti méreteloszlást kapjuk.

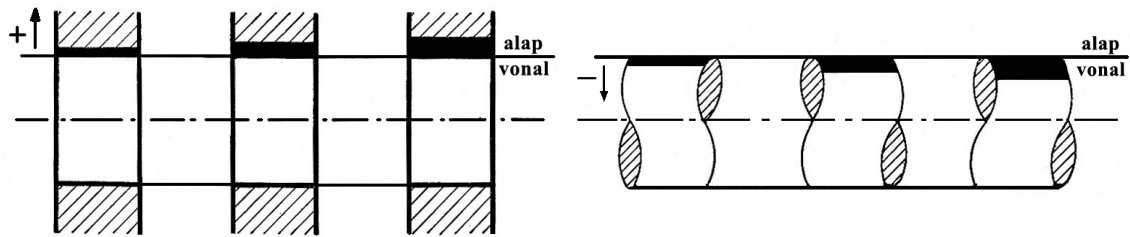


1. ábra. Névleges méret méretszóródása

Általában ez az eloszlás nem szimmetrikus. Az alkatrészek (méretei) nagy részénél nem engedhetjük meg a teljes szórástartományt, ezért határokat kell kijelölnünk (terveznünk). A határok kijelölésének gyakorlati szempontjai vannak, ilyenek lehetnek például: milyen gépen gyártjuk le az alkatrészt, hova lesz beszerelve az alkatrész, egyedi vagy sorozatgyártott alkatrész-e vagy, hogy milyen alapanyagból készült. Felső határméret az a méret, melynél nagyobb méretű alkatrész már nem működik megfelelően. Az alsó határméret az a méret, melynél kisebb alkatrész már nem működik megfelelően. Például, ha az első ábrán a névleges méret (N) 60 mm, akkor a felső határméret (FH) 60,3, az alsó határméret (AH) pedig 58,8.

Tűrés: a felső és az alsó határméret közötti különbség. Ennek megfelelően a tűrésnek van alsó eltérése (AE) és felső eltérése (FE); az első ábrán az $AE=0,2$, az $FE=0,3$, így a tűrés (T) 0,5. Vagyis a tűréssel meghatározzuk a beszerelendő, vagy megmunkálendő alkatrésznek a névleges és a valós mérete közötti megengedhető legnagyobb eltérését. A tűrést jellemezhetjük: a tűrésmező nagyságával és helyzetével.

Tűrésmező nagysága: A gépelemektől, géprendszerektől és természetesen a megmunkálás típusától függően tágabb vagy szűkebb tűrésmezőt írhatunk elő. Nagyobb tűrésmezőjű alkatrész elkészítése könnyebb, de összeszereléskor több hiba adódhat. Nagy tűrésmezővel készült alkatrész működés közben káros hatással lehet a gépszerkezetre (pl. káros lengések kialakulása). Azonban minél kisebb a tűrésmező annál drágább az adott felület elkészítése. A 2. ábrán különböző nagyságú tűrésmezők (feketével jelölt részek) láthatóak, azonos névleges méret mellett.



2. ábra. Furat és csap különböző nagyságú tűrésmezőkkel

Tűrésmező helyzete: Az alsó határméret (AH) és a felső határméret (FH) nem szükséges, hogy a névleges méret alatt és felett helyezkedjenek el. Ez azt jelenti, hogy az AH (60,2) és FH (60,3) is lehet a névleges méret felett pl. $60^{+0,3}_{+0,2}$, ekkor a tűrésmező nagysága 0,1. Vagy mindkettő lehet a névleges méret alatt, pl. AH 59,3 és FH 59,7, akkor a tűrésmező nagysága 0,4 ($59^{-0,3}_{-0,7}$).

2. Illesztési rendszerek

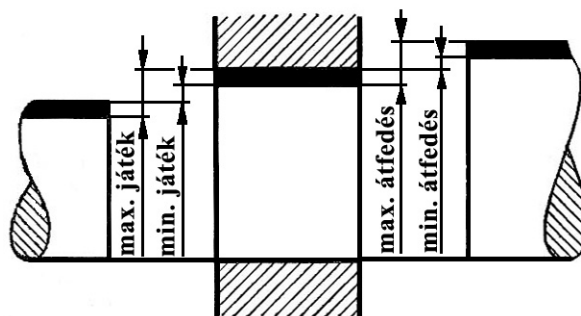
Több gépelem megfelelő együttműködése esetén már a tervezési szakaszban meg kell határozni az egyes elemek tűrését. Különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a tűrésmezők helyzete és nagysága megfelelő legyen, vagyis például a csavar könnyen belemenjen a furatba, de az anyában lévő menetnek ugyanakkor megfelelően kell illeszkednie.

Illeszkedés: Összeszerelendő alkatrészek tűrései alapján három fajta illesztés lehetséges, ezek a laza, az átmeneti vagy a szilárd illesztések.

Laza (játékkal) illesztés: pl. siklócsapágy (el tudjon fordulni a tengelyen), csavar (3. ábra).

Átmeneti illesztés: tárcsák, pl. illesztő szegek, csapok (üzemszerűen nem mozdulnak el, mert nincs nagy erőhatás az illesztés tengelyirányában).

Szilárd illesztés (zsugorkötés): pl. tengely-agy kapcsolatok (nagy axiális erőátvitel van), ennek a rendszer a kiegyensúlyozása kiváló (pl. fogaskoszorú-lendkerék kapcsolat) (3. ábra).



3. ábra. Laza és szoros illesztés

Szabványosítás okai: Sorozatgyártásnál nincs kapacitás az alkatrészek összeválogatására, ráadásul a későbbi javításokat is nagyon megnehezítené. Továbbá az alkatrészgártás mellett az alkatrésztervezés is világszinten folyik, így egyre kevésbé lehet egyéni rendszerekben dolgozni. Ha a szabványtól (szokásoktól) eltérünk, az megdrágítja az alkatrészek árát (pl. nem szabványos dörzsárak egyedi legyártatása...). Világviszonylatban a furatokra és a csapokra (hengeres felületekre) külön illesztési rendszer terjed el.

ISO 286 (MSZ EN 20286) illesztési rendszer: (eredetileg ISA – Nemzeti Szabványügyi Testület Nemzetközi Szövetsége) 1928-1935-ig dolgozták ki, selejtelemzésre alapozva. Megállapították, hogy nem szükséges lineáris összefüggés a névleges nagyság és a tűrésmező között.

Vagyis a nagyobb névleges méretű alkatrésznek arányaiban kisebb tűrésmező esetén is gazdaságosan legyárthatóak. Ezt a rendszert változtatás nélkül átvette az ISO (International Organization for Standardization – 1946-ban alakult) is, melynek Magyarország 1947. óta tagja.

Tűrésmező nagyságok számítása: Alap tűrésmező nagysága a következő képlettel számítható: $i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D$ [μm], ahol i a tűrésegység, D mm-ben helyettesítendő be. Nagyobb névleges méreteknél azonban egyszerűbben is számolhatunk, mert így sem követünk el nagyobb hibát.

Tűrésegység számítási módok a névleges méretek nagysága szerint:

1-500 mm-ig 13 méretcsoport	$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D$ mikron
500-3150 mm-ig 8 méretcsoport	$i = 0,003 \cdot D + 2,5$ mikron
3150-10000 mm-ig 5 méretcsoport	$i = 0,003 \cdot D + 2,5$ mikron

Összességében tehát 26 méretcsoportot alakítottak ki (pl. 1-3, 3-6...) (1. táblázat). Minden csoportnak a jellemző D méretét a tűrésmező szélességét két szélső értékének mértani közepéből számíthatjuk (pl. 1-3 $\rightarrow D=1,732$ mm).

A tűrésmező nagyságok mérettől független jellemzésére bevezették a következő jelöléseket: IT 1 .. IT 22 (International Tolerance), a számok csak tűrésmező nagyságára utal, de nem a konkrét értékére. Ezek az osztályok a legyárthatóság nehézségére utalnak, pl. IT10-es tűrések könnyen legyárthatóak, de az IT 5-ös osztály, már nagy odafigyelést és pontos gépet igényel. IT csoportokat a következőképpen határozták meg:

- IT 1 – mérési hibák figyelembevételével állapították meg,
- IT 2..4 – minőségek geometriai lépcsőben helyezkednek el az IT 1 és IT 5 között,
- IT 5-től az alap tűrésmező nagyságát (i) szorozzák az ötös Renard sor ($R5$) megfelelő kerekítet értékével, pl. IT-6-nál $10 \times i$.

A technológiák fejlődésével még két új (finomabb) IT csoport jött létre: IT 0, IT 01.

Az eredeti Renard 5 sor számítása a következő: $a=0$ -tól $(\sqrt[5]{10})^n$. A gyakorlati életben azonban a kerekített értékeket használják: $R5_1=1, R5_2=1,6, R5_3=2,5, R5_4=4, R5_5=6, R5_6=10, R5_7=16, R5_8=25, R5_9=40, R5_{10}=63, R5_{11}=100, R5_{12}=160...$

Számítási példa: A példa elsődleges célja, hogy a táblázatban található értékek mögötti statisztikai elméletre, gyártási tapasztalatra és természeti jelenségekre rávilágítson.

Mekkora a tűrésmező nagysága egy $\varnothing 75$ mm-es furatnak, ha IT 7-es tűrésmező szélességet írtunk elő.

IT tűrésmező meghatározása: $D_{\min}=50$ mm-től $D_{\max}=80$ mm (13 méretcsoport egyike).

$$D_m = \sqrt{D_{\min} \cdot D_{\max}} = \sqrt{50 \cdot 80} = 63,246 \text{ mm}$$

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D = 0,45 \cdot \sqrt[3]{63,246} + 0,001 \cdot 63,246 = 1,856 \mu\text{m}$$

$$R5 \text{ sorozat 7. tagja: } (\sqrt[5]{10})^6 = 15,84 \approx 16$$

$$\text{Tűrésmező: } T = 1,856 \cdot 16 = 29,696 \approx 30 \mu\text{m}$$

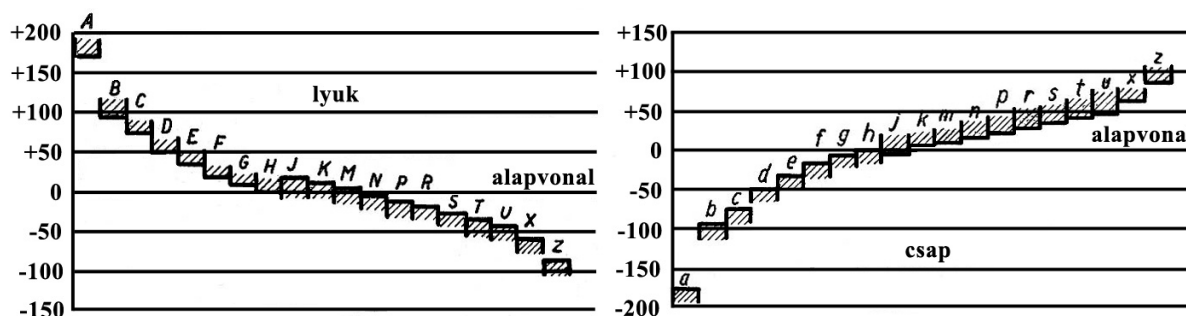
$\varnothing 75 \text{ H7} = \varnothing 75_0^{+0,03}$; de ugyanez igaz a $\varnothing 75 \text{ h7} = \varnothing 75_{-0,03}^0$ méretre is.

A 1. táblázat tartalmazza a szabványos tűrésmezőket IT csoportok szerint.

1. táblázat. Méretek tűrésszélességei IT csoportok szerint

Minőségjel	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Méret mm felett -ig	Tűrésnagyság																			
	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1300
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	3	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	23	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	340	870	1400	2200	3500
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	370	890	1400	2300	3600	5700
400	500	4	6	8	10	15	20	21	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300
500	630	4,5	6	9	11	16	23	30	44	70	110	175	280	440	700	1100	1750	2800	4400	7000
630	800	5	7	10	13	18	22	35	50	80	125	200	320	500	800	1250	2000	3200	5000	8000
800	1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	210	360	360	900	1400	2300	3600	5600	9000
1000	1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1030	1650	2600	4300	6600	10500
1250	1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1250	1950	3100	5000	7800	12500
1600	2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1500	2300	3700	6000	9200	15000
2000	2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1750	2800	4400	7000	11000	17500
2300	3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2100	3300	5400	8600	13500	21000
3150	4000	16	23	33	43	60	84	115	165	260	410	660	1050	1650	2600	4100	6600	10500	16500	26000
4000	5000	20	28	40	55	74	100	140	200	320	500	800	1300	2000	3200	5000	8000	13000	20000	32000
5000	6300	25	33	49	67	92	123	170	250	400	620	980	1550	2500	4000	6200	9800	15500	25000	40000
6300	8000	31	43	62	84	113	155	215	310	490	760	1200	1950	3100	4900	7600	12000	19500	31000	49000
8000	10000	38	53	76	105	140	193	270	380	600	940	1500	2400	3800	6000	9400	13000	24000	38000	60000

Tűrésmező helyzetének szabványos jelölései: A névleges mérethez képest tűrésmező helyzeteket jelölnek ki a betűk. Nagy betűket (A-Z) a furatokhoz, kis betűket (a-z) a csapokhoz használják (4. ábra). Vagyis a szabványos jelöléssel nem csak a tűrésmező nagyságát, hanem helyzetét is meghatározhatjuk.



4. ábra. Szabványos tűrések névleges mérethez képesti helyzete

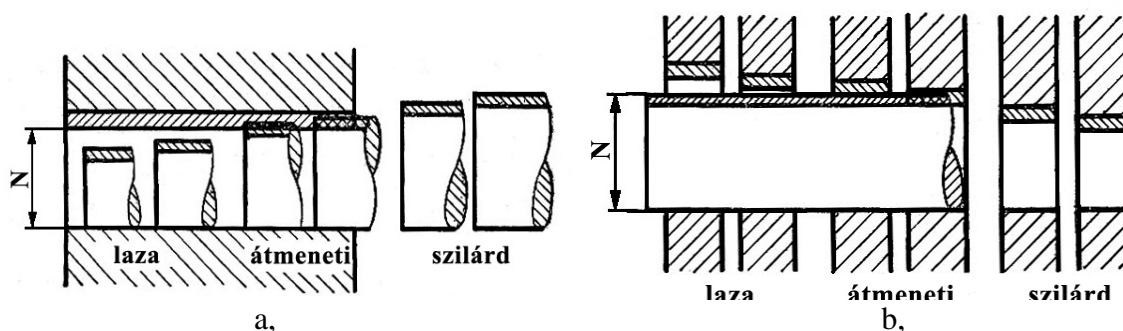
A tűrésmezők helyzete az alapvonal (0-val jelölt) felé korlátozva van, a másik oldala a tűrésmező nagyságától függ. A tűrésmező helyzeteknek vannak jellemző esetei:

- h vagy H, ekkor az egyik határ mindig a névleges méret,
- j vagy J ekkor a névleges méret a tűrésmezőn belül van,
- js, vagy JS szimmetrikus tűrést jelent, vagyis a tűrés alsó eltérése megegyezik a felső eltéréssel – $AE=FE$ (pl. $50_{-0,2}^{+0,2}$).

A szabványos jelölés mindig betűből és számból áll. A betű a helyzetet, a betű utáni szám a tűrésmezők nagyságát határozza meg. A számok az IT rendszer csoportjait jelöli, és az 1. táblázat segítségével az adott névleges mérethez kikereshető a tűrésmező nagysága.

Ha egy adott illesztés akarunk létrehozni egy furat és csap esetén, akkor a tervezéskor meghatározzuk, hogy milyen átfedés, vagy játék legyen, majd ehhez választunk megfelelő szabványos tűrést.

Alapcsap- és alaplyukrendszer: Alaplyukrendszer esetén a furatnak H-s tűrést adunk ($_{0}^{+x}$). A csapok tűrését tetszőlegesen változtatjuk, ezzel biztosítani tudjuk a laza, az átmeneti vagy a szoros illesztést (5. a, ábra). Alapcsaprendszer esetén a csapnak h-s tűrést adunk ($_{-y}^{0}$). A furatok tűrését tetszőlegesen változtatjuk ebben az esetben (5. b, ábra).



5. ábra. Alaplyuk- és alapcsaprendszer

Gazdasági okok miatt az alaplyukrendszert használjuk elterjedtebben, mert a fúrók mindig többet visznek, és a dörzsárak is leggyakrabban H7-es tűrésű furatokat alakítanak ki. További ok, hogy esztergálással könnyebb kialakítani a névleges mérettől eltérő tűrésmezőket.

Ajánlott illesztések:

2. táblázat. Műszaki életben használt illesztések, alaplyukrendszer esetén

Illesztés jele	Jelleg	Jellemzők	Általános szempontok	Gyakorlati példák	
H7/s6	Szoros illesztés	Préssel vagy hőmérséklet-különbséggel szerelhető	Kisebb nyomatékok elfordulás elleni járulékos biztosítás nélkül átvihetők	Két részből összesajtolt alkatrészek szilárd kötése, csapok és perselyek besajtolva	
H7/r6		Préssel szerelhető		Kétrészes agyak felfekvő osztással, szétfeszítve vagy megmunkálva, csapágyperselyek besajtolva	
H6/p5		Préssel szerelhető			
H6/n5		Préssel szerelhető			Vékony falú perselyek vékony falú házakban
H7/n6	Átmeneti illesztés	Préssel szerelhető	Szorosan illeszkedő alkatrészek, amelyeket ritkán vagy egyáltalán nem kell oldani, a nyomaték átvitelhez ékekkel vagy retesszel megvalósított kiegészítő biztosítás szükséges	Rugalmas tengelykapcsolók	
H7/m6					Hengeres illesztőszegek
H6/k6					
H7/k6		A munkadarab méretétől függően kalapáccsal vagy préssel szerelhető			Illesztett csavarok általában
H6/j5					
H7/j6	Pontos központosítások	Kétrészes agyak széles osztási hézaggal (nyersen vagy megmunkálva)			
H6/h5	Laza illesztés	Jó kenés esetén kezel még éppen	Pontos központosítások, feltételeesen eltolható darabok	Egyrészes hasított (felfűrésztelt) agyak	
H6/h6					
H7/h6					
H8/h8			Közepes központosítást adó szegecs- vagy dugaszoló kötések, nehéz ék- és reteszkötések, pontos vezetékek	Álló vezértengelyek vezetőcsapágya	
H8/h9					
H9/h9			Kevésbé jó központosítást adó szegecs- vagy dugaszoló kötések, könnyű ék- és reteszkötések, vezetékek		Szegecsszegek
H9/h11					Acélszerkezetek illesztett csavarjai
H11/h9					
H11/h11					
H6/g5			Érezhető játék nélkül eltolható	Pontos siklócsapágyak kis játékkal, precíziós egyenes vezetékek	
H7/g6		Érezhető játék	Nagyobb terhelésű siklócsapágyak, eltolható hajtómű-alkatrészek	Hajtómű csapágyak	
H7/f7					
H8/f7			Közepes terhelésű siklócsapágyak, kevésbé jó központosítást adó többszörös dugaszoló-kötések		
H8/f8					
H9/f8		Nagy játék	Kis terhelésű, nagy játékú siklócsapágyak		
H8/e8	Nagyon nagy játék	Hosszú tengelyek és előtétengelyek csapágyazásai			
H8/d8					
H8/d9		Alárendelt siklócsapágyak, központosító funkció nélküli szegecs- vagy dugaszoló kötések			
H9/d10					
H11/d9	Nagy mozgási játék				
H11/c11	Igen nagy mozgási játék	Goromba csuklós kapcsolatok			
H11/a11					

3. Méretek jelöletlen tűrései

Méretek jelöletlen tűréseinek általános jelölései: MSZ ISO 2768 tartalmazza azon méretek tűréseit, melyeknél nincs külön feltüntetve tűrés. A szabvány a tűrésmező nagysága és helyzete mellett rendelkezik még az alak- és helyzetűrésekről is. Négy jellemző osztályt (f – finom, m – közepes, c – durva, v – nagyon durva) és 7 névleges méretcsoportot alakítottak ki (3. táblázat). Régen a magyar szabvány az IT 14-es tűrésmezőt vette alapul (4. táblázat).

3. táblázat. Méretek jelöletlen tűrései MSZ ISO 2768 szerint (megadás pl. ISO 2768 m)

Pontossági osztály		Névleges méretcsoportok és azok tűrései						
jele	megnevezés	0,5-3-ig	<3-6-ig	<6-30-ig	<30-120-ig	<120-400-ig	<400-1000-ig	<2000-4000-ig
f	finom	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	-
m	közepes	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±2
c	durva	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±4
v	nagyon durva	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±8

A 0,5 mm-nél kisebb névleges méretek tűréseit a méretnél kell megadni.

4. táblázat. Jelöletlen tűrések nagysága (Magyarországon régebben)

Csoport	1-6	6-18	18-50	50-120	120-315	315-800	800-1250	1250-2000	2000-3150	3150-5000	5000-8000	8000-12500
Tűrés	±0,1	±0,2	±0,3	±0,4	±0,5	±0,8	±1	±1,5	±2	±3	±4	±6

A szabvány a lekerekítés és letörés értékeinek tűréseit is szabályozza (5. táblázat).

5. táblázat. Eltompítások határeltérései MSZ ISO 2768 szabvány szerint

Pontossági osztály		Névleges méretcsoportok és azok tűrései		
jele	megnevezés	0,5-3-ig	3-6-ig	6 felett
f	finom	±0,2	±0,5	±1
m	közepes			
c	durva	±0,4	±1	±2
v	nagyon durva			

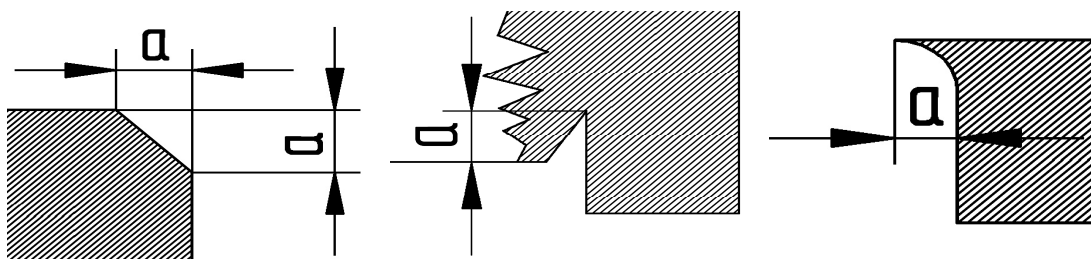
A szabvány a szögméretek tűréseit a kisebb szögszár hossza alapján határozza meg. A szögeket általában nem közvetlenül mérik, hanem hosszúságokból számítják vissza. Általánosságban az a tapasztalat, hogy egy adott szögszár minél rövidebb (kisebb a felület) annál nehezebb a szöveget mérni és így a gyártást ellenőrizni, ezért a kis felületeknél nagyobb eltérést engedélyeznek. Az 6. táblázat tartalmazza a szögméretek jelöletlen tűréseinek értékeit.

6. táblázat. Szögméretek határeltérései MSZ ISO 2768 szerint (megadás pl. ISO 2768 f)

Pontossági osztály		Rövidebb szögszár mm-ben kifejezett névleges mérete szerinti szögméret határeltérések				
jele	megnevezés	10-ig	10-50-ig	50-120-ig	120-400-ig	400 felett
f	finom	±1°	±0°30'	±0°20'	±0°10'	±0°5'
m	közepes					
c	durva	±1°30'	±1°	±0°30'	±0°15'	±0°10'
v	nagyon durva	±3°	±2°	±1°	±0°30'	±0°20'

4. Sorjázási előírások







A nemzetközi rajzokon egyre inkább megjelennek a sorjázásra vonatkozó előírások is.



6. ábra. Külső él sorjázása, belső él kimunkálása és sorjás külső él jellemző mérete

A 6. ábra 3 lehetősége közül a megfelelőt a következő jelekkel lehet megadni (7. táblázat).

7. táblázat. Él megmunkálások jelei* (MSZ 14452, DIN 6784).

	A külső él sorjás vagy a belső él átmenetes. A sorja magassága és iránya tetszőleges.
	A külső (vagy a belső) él sorjázva. A lemunkálás alakja tetszőleges.
	A külső él sorjás vagy a belső él átmenetes. A sorja maximum 0,5 mm. A sorja irányát a szám helyzete határozza meg – most felfelé.
	A külső él sorjás vagy a belső él átmenetes. A sorja maximum 0,5 mm. A sorja iránya tetszőleges.
	A külső vagy belső él -0,2 és -0,5 mm között tetszőleges irányban kimunkálva.
	Külső vagy belső él sorjás (átmenetes), vagy lemunkálható. +0,2 mm sorja tetszőleges irányban vagy -0,2 mm lemunkálás.

* „+” értékek esetén sorjáról vagy belső élek esetén átmenetről beszélhetünk. Átmenet általában lekerekítés, ami a szerszám csúcssugarából adódik. „-” értékek esetén letörést vagy belső él esetén beszúrást értünk.

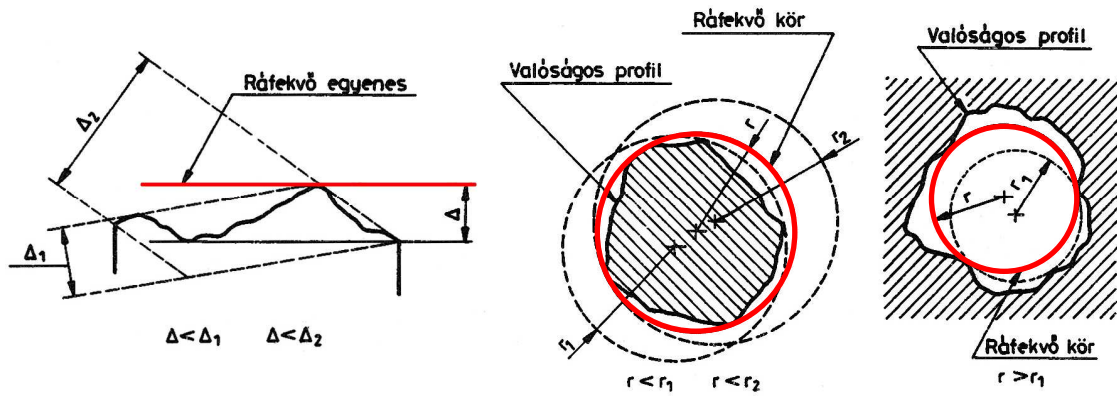
5. Alak- és helyzettűrések

A 8. táblázat tartalmazza az alak- és helyzettűréseket, fajta szerinti csoportosításban.

8. táblázat. Alak- és helyzettűrések.		
Tűrés fajta	A tűrés megnevezése	Rajzjel
Alaktűrés	Egyenességtűrés	
	Síklapúságtűrés	
	Köralaktűrés	
	Hengerességtűrés	
	A hossz-szelvény profiltűrése	
Helyzettűrés	Párhuzamosságtűrés	
	Merőlegességtűrés	
	Hajlásszögtűrés	
	Egytengelyűségtűrés	
	Szimmetriatűrés	
	Pozíciótűrés	
	Tengelymetsződés-tűrés	
Összetett alak- és helyzettűrés	Radiálisütés-tűrés	
	Homlokütéstűrés	
	Adott irányú ütés tűrése	
	A teljes radiálisütés tűrése	
	A teljes homlokütés tűrése	
	Adott profil alaktűrése	
	Adott felület alaktűrése	

Az alak- és helyzettűrésekhez tartozó alapfogalmak:

- A valóságos felület a testet határoló, vagyis a test anyagát a környezettől elválasztó felület.
- A névleges felület ideális felület, amelynek névleges alakját a rajz vagy egyéb műszaki dokumentáció szabja meg.
- A profil a felületnek metszősíkkal vagy valamely metszőfelülettel alkotott metszésvonala.
- Az elem gyűjtő fogalom, amelyen az adott feltételeknek megfelelően felület, sík, vagy pont értendő.
- A vonatkoztatási hossz a felületeknek vagy a vonalnak az a része, amelyre az elem alak- és helyzettűrése vonatkozik.
- A ráfekvő felület a névleges felület alakjával azonos alakú felület, amely a valóságos felülettel érintkezik és a test anyagán kívül úgy helyezkedik el, hogy a vonatkoztatási hossz határain belül közötté és a valóságos felület legtávolabbi pontja között az eltérés a legkisebb legyen. Hasonló az értelmezés a ráfekvő egyenesnél (amikor a legkisebb Δ távolság a két párhuzamos egyenes között) és a ráfekvő körnél is (csap esetén legkisebb sugár, furat esetén legnagyobb sugár) (8. ábra)
- Az alaktűrésmező a térnek vagy a síknak az a része, amelyen belül kell elhelyezkednie a vizsgálandó elem (vonatkoztatási hossz határain belül) minden pontjának.
- A bázis az alkatrész olyan eleme, amely meghatározza a koordináta-rendszernek azt a síkját vagy tengelyét, amelyre vonatkoztatva az alak- vagy a helyzettűrést előírjuk.



8. ábra. Ráfekvő egyenes, körülírt ráfekvő kör és beírt ráfekvő kör értelmezése

1. Egyenességtűrés (9. táblázat)

9. táblázat. Egyenességtűrés megadása és értelmezése

	<p>Az egyenességtűrés és ennek megengedett legnagyobb értéke, az egyenességtűrés vizsgálható síkban és térben. A síkbeli egyenességtűrés a ráfekvő egyenes és a valóságos profil közötti legnagyobb távolság (Δ) a vonatkoztatási hossz határain belül.</p>
	<p>A valóságos egyenesnek (profilnak) két egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő, egy síkban fekvő egyenes között kell elhelyezkednie. A sík bármely hosszirányú metszősík lehet.</p>
	<p>Bármely valóságos hengeralkotónak az adott irányt tartalmazó (a tengelyen áthaladó) síkra merőleges, egymástól a $T = 0,1$ mm távolságra levő két sík között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A furat valóságos tengelyének egy $T = 0,08$ mm átmérőjű hengeren belül kell elhelyezkednie.</p>

2. Síklapúságtűrés (10. táblázat)

10. táblázat. Síklapúságtűrés megadása és értelmezése

	<p>A valóságos felületnek két, egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő párhuzamos sík között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>Mindhárom valóságos felületnek két, egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő párhuzamos sík között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A három valóságos felület mindegyikének két-két, egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő párhuzamos sík között kell elhelyezkednie.</p>

3. Köralaktűrés (11. táblázat)

11. táblázat. Köralaktűrés megadása és értelmezése

	<p>A köralaktűrés a ráfekvő kör és a valóságos profil pontjai közötti legnagyobb távolság. A legnagyobb megengedett köralaktűrés a köralaktűrés. A köralaktűrésmező a forgásfelület tengelyére merőleges vagy a gömb középpontján áthaladó síkban két, egymástól T köralaktűrésnek megfelelő távolságra levő központos körrel határolt terület (10. ábra).</p>
	<p>A valóságos profil pontjainak a forgásfelület tengelyére merőleges bármely síkban két, egymástól $T = 0,01$ mm távolságra levő központos kör között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A valóságos profil pontjainak a kúp tengelyére merőleges bármely síkban két, egymástól $T = 0,02$ mm távolságra levő központos kör között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A valóságos profil pontjainak a gömb középpontján átmenő bármely síkban két, egymástól $T = 0,04$ mm távolságra levő központos kör között kell elhelyezkednie.</p>

4. Hengerességtűrés (12. táblázat)

12. táblázat. Hengerességtűrés megadása és értelmezése

	<p>A hengerességtűrés a ráfekvő henger és a valóságos felület pontjai közötti legnagyobb távolság a vonatkoztatási hossz határain belül. A hengerességtűrés a legnagyobb megengedett hengerességtűrés. A hengerességtűrésmező két, egymástól T hengerességtűrésnek megfelelő távolságra levő közös tengelyű hengerrel határolt térrész.</p>
	<p>A valóságos felületnek két, egymástól $T = 0,02$ mm távolságra levő közös tengelyű hengerfelület között kell elhelyezkednie.</p>

5. Hossz-szelvény profiltűrése (13. táblázat)

13. táblázat. Hossz-szelvény profiltűrésének megadása és értelmezése

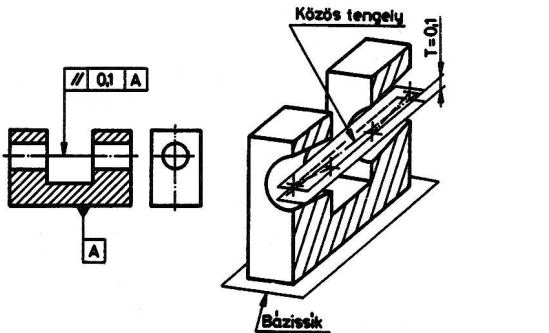
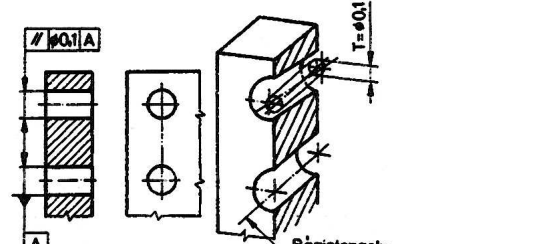
	<p>A valóságos profiloknak a hengeres felület tengelyén átmenő bármely síkban két pár, egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő közös szimmetriatengelyű párhuzamos egyenes között kell elhelyezkedniük.</p>
--	---

6. Párhuzamosságtűrés (14. táblázat)

14. táblázat. Párhuzamosságtűrés megadása és értelmezése

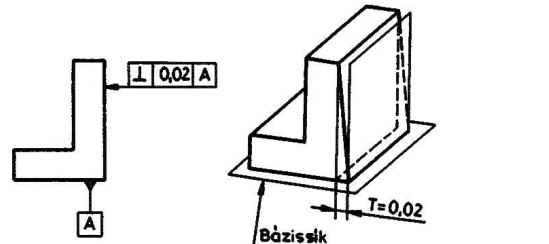
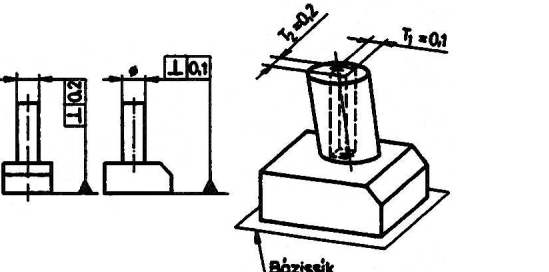
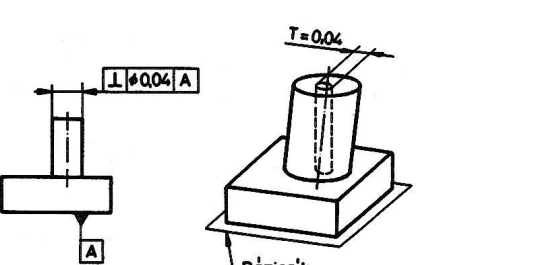
	<p>A tűrésezett síknak (a valóságos felület ráfekvő síkjának) két, egymástól $T = 0,02$ mm távolságra levő és a bázissíkkal párhuzamos sík között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A tűrésezett tengelynek két, egymástól $T = 0,05$ mm távolságra levő és a bázissíkkal párhuzamos sík között kell elhelyezkednie.</p>

14. táblázat. Párhuzamosságtűrés megadása és értelmezése

	<p>A furatok közös tengelyének két, egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő és a bázissíkkal párhuzamos sík között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A tűrésezett tengelynek egy olyan $T = 0,1$ mm átmérőjű hengeren belül kell elhelyezkednie, amelynek tengelye párhuzamos a bázistengellyel.</p>

7. Merőlegességtűrés (15. táblázat)

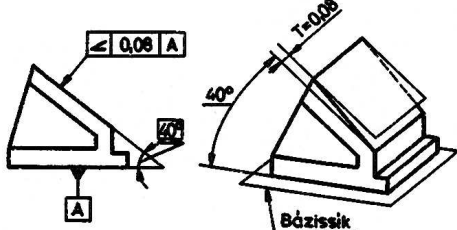
15. táblázat. Merőlegességtűrés megadása és értelmezése

	<p>A tűrésezett síknak két egymástól $T = 0,02$ mm távolságra levő, egymással párhuzamos és a bázissíkra merőleges sík között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A tűrésezett tengelynek egy olyan derékszögű paralelepipedonon belül kell elhelyezkednie, amelynek szelvényoldalai megegyeznek a $T_1 = 0,1$ mm és $T_2 = 0,2$ mm merőlegességtűrésekkel, oldallapjai pedig merőlegesek a bázissíkra és az adott irányú tartalmazó síkokra.</p>
	<p>A tűrésezett tengelynek egy olyan $T = 0,04$ mm átmérőjű hengeren belül kell elhelyezkednie, amelynek tengelye merőleges a bázissíkra.</p>

A tűrést nem fokban, hanem mm-ben adják meg.

8. Hajlásszögtűrés (16. táblázat)

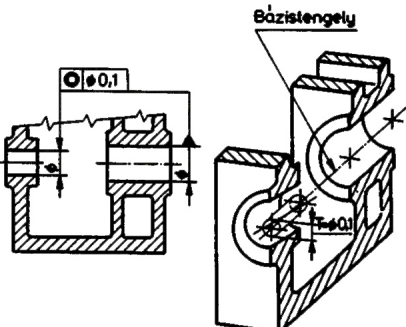
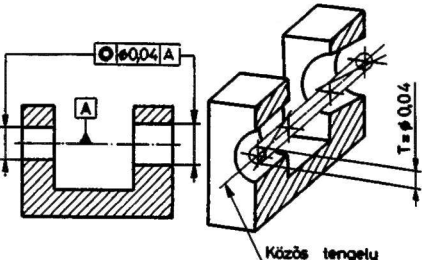
16. táblázat. Hajlásszögtűrés megadása és értelmezése

	<p>A tűrésezett síknak két, egymástól $T = 0,08$ mm távolságra levő, egymással párhuzamos és a bázissíkhhoz 40° szög alatt hajló sík között kell elhelyezkednie.</p>
---	---

A tűrést nem fokban, hanem mm-ben adják meg.

9. Egytengelyűségűtés (17. táblázat)

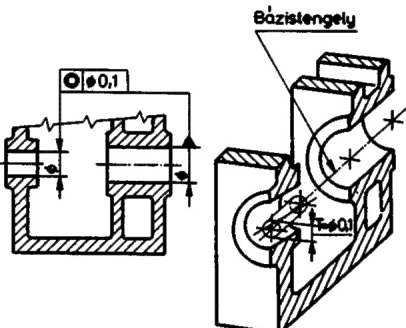
17. táblázat. Egytengelyűségűtés megadása és értelmezése

	<p>A furat tűrésezett tengelyének az átmérőszzerűen megadott $T = 0,1$ mm egytengelyűségűtésnek megfelelő átmérőjű, a bázistengellyel egytengelyű hengeren belül kell elhelyezkednie.</p>
	<p>Mindkét furat tűrésezett tengelyének az átmérőszzerűen megadott $T = 0,04$ mm egytengelyűségűtésnek megfelelő átmérőjű és a közös tengellyel egytengelyű hengeren belül kell elhelyezkednie. Ez a megadási mód lehetővé teszi az egytengelyűségűtés idomszerű ellenőrzését.</p>

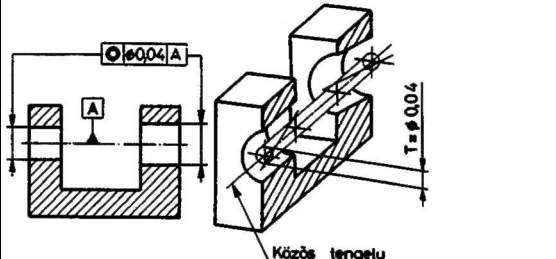
A tűréshenger tengelye a vonatkoztatási tengellyel koaxiális.

10. Szimmetriatűrés (18. táblázat)

18. táblázat. Szimmetriatűrés megadása és értelmezése

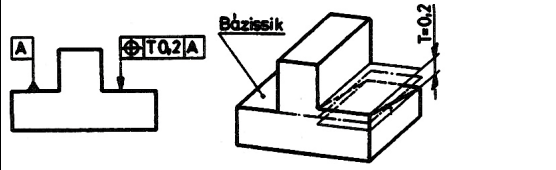
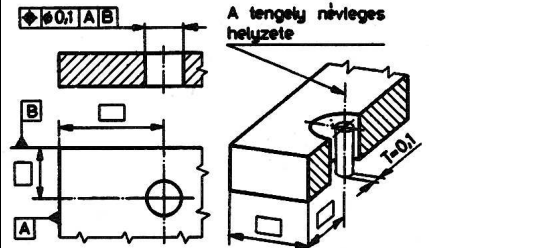
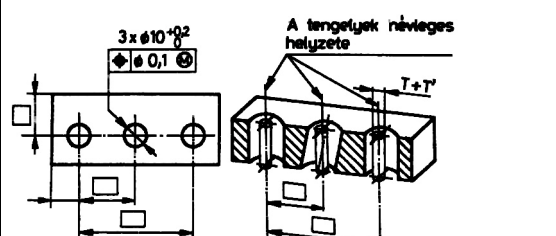
	<p>A horony tűrésezett szimmetriasíkjának két, a bázisszimmetriasíkkal párhuzamos és attól mindkét irányban a sugárszerűen előírt $T/2 = 0,5$ mm szimmetriatűrésnek megfelelő távolságra levő sík között kell elhelyezkednie.</p>
---	--

18. táblázat. Szimmetriatűrés megadása és értelmezése

	<p>Bármelyik tűrésezett egyenesnek két, egymástól az átmérszerűen megadott $T = 0,01$ mm pozíció-tűrésnek megfelelő távolságra levő, az adott síkban fekvő és a vizsgált egyenes névleges méretéhez viszonyítva szimmetrikus egyenes között kell elhelyezkednie.</p>
---	---

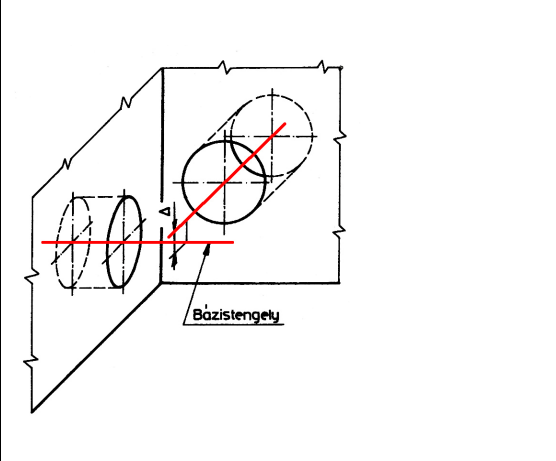
11. Pozíció-tűrés (19. táblázat)

19. táblázat. Pozíció-tűrés megadása és értelmezése

	<p>A tűrésezett síknak két, egymástól az átmérszerűen megadott $T = 0,2$ mm pozíció tűrésnek megfelelő távolságra levő és a bázissíkhoz viszonyítva szimmetrikus sík között kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A furat tűrésezett tengelyének egy, az átmérszerűen előírt $T = 0,1$ mm pozíció-tűrésnek megfelelő átmérszerű, a tengely névleges helyzetével egy-tengelyű hengeren belül kell elhelyezkednie.</p>
	<p>A furatok tűrésezett tengelyei mindegyikének egy-egy olyan hengeren belül kell elhelyezkednie, amely egytengelyű a névleges helyzetű furattengellyel, átmérszerű pedig az átmérszerűen előírt $T = 0,1$ mm legkisebb pozíció-tűrés megnövelve a furat legnagyobb anyagterjedelmének megfelelő és valóságos mérete T különbségével.</p>

12. Tengelymetsződés-tűrés (20. táblázat)

20. táblázat. Tengelymetsződés-tűrés megadása és értelmezése

	<p>A tengelymetsződés-eltérés a névleges metsződő tengelyek közötti legkisebb Δ távolság. A tengelymetsződés-tűrés átmérszerűen mérve a megengedett legnagyobb tengelymetsződés-eltérés kétszerese, sugárszerűen mérve a megengedett legnagyobb tengelymetsződés-eltérés. A tengelymetsződés-tűrésmező két olyan párhuzamos síkkal határolt térrész, amelyek egymástól az átmérszerűen mért tengelymetsződés-tűrésnek vagy a sugárszerűen mért tengelymetsződés-tűrés kétszeresének megfelelő távolságra vannak és a bázistengelyhez viszonyítva szimmetrikusan helyezkednek el.</p>
---	--

20. táblázat. Tengelymetsződés-tűrés megadása és értelmezése

	<p>A furat tűrésezett tengelyének két párhuzamos, egymástól az átmérszerűen megadott $T = 0,1$ mm tengelymetsződés-tűrésnek megfelelő távolságra levő és a bázistengelyhez szimmetrikus sík között kell elhelyezkednie.</p>
--	--

13. Radiális ütés tűrése (21. táblázat)

21. táblázat. Radiális ütés tűrésének megadása és értelmezése

	<p>A forgásfelület tűrésezett valóságos profilja pontjainak a bázistengelyre (a közös tengelyre) merőleges bármely síkban két, egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő, a bázistengellyel központos kör között kell elhelyezkedniük.</p>
--	--

Nem szükséges hogy a különböző keresztmetszeteknél a két kör ugyanolyan névleges átmérőjű legyen, vagyis kúpos felületre (esetleg hullámos felületre) is értelmezhető a radiális ütés.

14. Homlokütestűrés (22. táblázat)

22. táblázat. Homlokütestűrésének megadása és értelmezése

	<p>A homlokfelület tűrésezett valóságos profilja pontjainak a homlokfelületnek bármilyen (a legnagyobb átmérőt is beleértve) átmérőjű és a bázistengellyel egybeeső tengelyű hengerrel való metszetében a henger palástfelületén egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő két kör között kell elhelyezkedniük.</p>
	<p>A homlokfelület tűrésezett valóságos profilja pontjainak a homlokfelületnek egy 40 mm átmérőjű és a bázistengellyel egybeeső tengelyű hengerrel való metszetében a henger palástján egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő két kör között kell elhelyezkednie.</p>

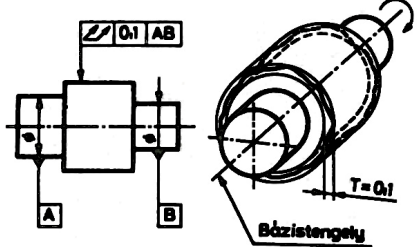
15. Adott irányú ütés tűrése (23. táblázat)

23. táblázat. Adott irányú ütés tűrés megadása és értelmezése

	<p>A kúpfelület tűrésezett valóságos profilja pontjainak a felületnek bármely olyan kúppal való metszetében, amely kúp egytengelyű a bázistengellyel és alkotója adott irányú (a vizsgált kúp alkotójára merőleges) a kúp palástfelületén egymástól $T = 0,1$ mm távolságra levő két kör között kell elhelyezkedniük.</p>
--	--

16. Teljes radiális ütés tűrése (24. táblázat)

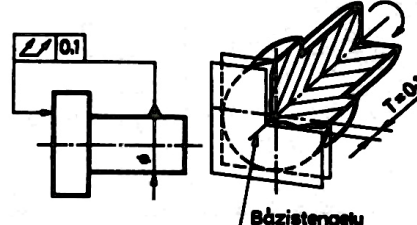
24. táblázat. Teljes radiális ütés tűrésének megadása és értelmezése

	<p>A tűrésezett valóságos hengerfelületnek két, egymástól a teljes radiális ütés $T = 0,1$ mm tűrésének megfelelő távolságra levő és a bázistengellyel (a közös tengellyel) egytengelyű hengerfelület között kell elhelyezkednie.</p>
---	--

A mérés folyamata: az alkatrészt két csúcs közé fogjuk és megforgatjuk, majd a hengeres felületen végigvezetünk egy tapintót (mérőórával) és nézzük a maximális és minimális értéket. A kettő különbségének nagysága kisebbnek kell lennie, mint a tűrésként megadott érték. A sima radiális ütésnél nem a teljes felületre nézzük a maximumot és a minimumot, hanem csak egy keresztmetszetre.

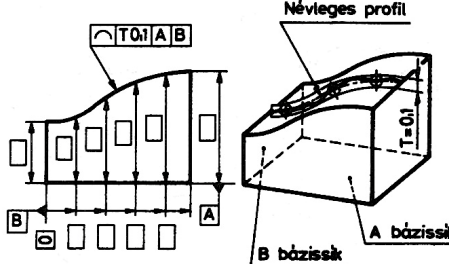
17. Teljes homlokütés tűrése (25. táblázat)

25. táblázat. Teljes homlokütés tűrésének megadása és értelmezése

	<p>A tűrésezett valóságos homlokfelületnek két, egymástól a teljes homlokütés $T = 0,1$ mm tűrésének megfelelő távolságra levő és a bázistengelyre merőleges sík között kell elhelyezkednie.</p>
--	---

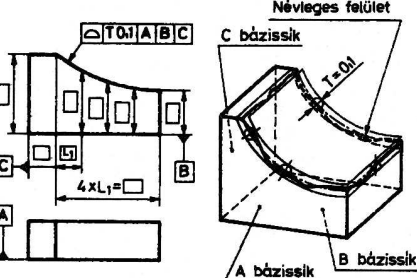
18. Adott profil alaktűrése (26. táblázat)

26. táblázat. Adott profil alaktűrésének megadása és értelmezése

	<p>A felület tűrésezett valóságos profiljának bármely adott irányú síkkal való metszetben két olyan görbe között kell lennie, amely görbék a névleges profilon elhelyezkedő középpontú és az adott profil átmérőszelvényén megadott $T = 0,1$ mm tűréssel megegyező átmérőjű köröknek a burkológörbéi.</p>
---	---

19. Adott felület alaktűrése (27. táblázat)

27. táblázat. Adott felület alaktűrésének megadása és értelmezése

	<p>A tűrésezett valóságos felületnek két olyan felület között kell elhelyezkednie, amely felületek a bázisoktól meghatározott névleges felületen elhelyezkedő középpontú és az adott felület átmérőszelvényén megadott $T = 0,1$ mm tűréssel megegyező átmérőjű gömböknek a burkolófelületei.</p>
---	--

Az alak- és helyzetűrések közül a gyakrabban használtaknak az MSZ ISO 2768 szabvány kategóriákat állítottak fel – hasonlóan, mint a hosszméretek jelöletlen tűréseinél. Három kategóriát állítottak fel: H (szigorú – 28. táblázat), K (normál – 29. táblázat), és L (durva – 30. táblázat).

28. táblázat. MSZ ISO 2768 –szerinti H – s tűrés kategória (megadás ISO 2768 H)

Tűrések	10 alatt	10-30-ig	30-100-ig	100-300-ig	300-1000-ig	1000-3000-ig
—, \square	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
\perp	0,2			0,3	0,4	0,5
\equiv				0,5		
\nearrow	0,1					

29. táblázat. MSZ ISO 2768 –szerinti K – s tűrés kategória (megadás ISO 2768 K)

Tűrések	10 alatt	10-30-ig	30-100-ig	100-300-ig	300-1000-ig	1000-3000-ig
—, \square	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
\perp	0,4			0,6	0,8	1
\equiv	0,6			0,8		1
\nearrow	0,2					

30. táblázat. MSZ ISO 2768 –szerinti L – s tűrés kategória (megadás ISO 2768 L)

Tűrések	10 alatt	10-30-ig	30-100-ig	100-300-ig	300-1000-ig	1000-3000-ig
—, \square	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6
\perp	0,6			1	1,5	2
\equiv	0,6			1	1,5	2
\nearrow	0,5					

Méretek és felületek tűréscsoportjának kijelölésekor fel kell tüntetni a következőt (aktivált csoportnak megfelelően): **ISO 2768 fK**

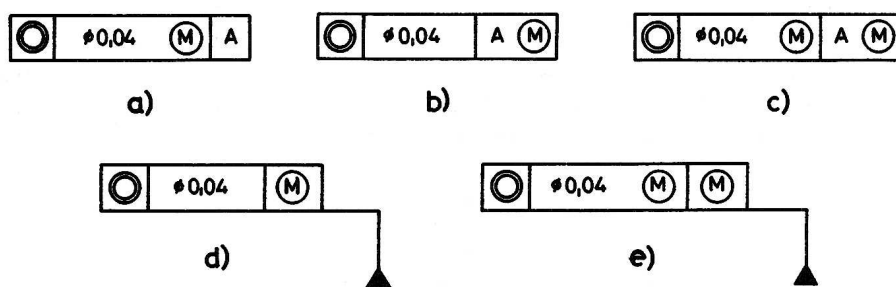
6. A legnagyobb anyagterjedelem elve, függő tűrések, kilépő helyzetűrésmező

A függő helyzetűrés vagy alakűrés a helyzetnek vagy az alaknak a rajzon vagy a műszaki előírásokban a legkisebb értékével megadott változó tűrése. Ez a legkisebb érték túlléphető az adott alkatrész ráfekvő vizsgált elemének és/vagy báziselemének tényleges mérete és a legnagyobb anyagterjedelmének megfelelő mérete (a csapok felső és a furatok alsó határmérete) különbségének megfelelően.

A függő tűrésre való külön utalás nélkül az alak- vagy helyzetűrést nem függő tűrésnek kell tekinteni. A függő alak- és helyzetűrés jele: **(M)**

A függő tűrés jelét – az előírandó tűrés tartalmától függően – következőképpen kell a tűréskeletben feltüntetni:

- a tűrésnagyság után, ha a függő tűrés a vizsgált elem tényleges méretétől függ (8.a ábra);
- a bázis betűjele után (8.b ábra), vagy – ha a bázisnak nincs betűjele – a tűréskeret harmadik mezőjébe (8.d ábra), ha a függő tűrés a báziselem tényleges méretétől függ;
- a tűrésnagyság után is és a bázis betűjele után (8.c ábra) vagy helyén (8.e ábra) is, ha a függő tűrés mind a vizsgált, mind a báziselem tényleges méretétől függ.



8. ábra. Függő tűrés megadásának lehetséges változatai

Az alkatrészek egymással való kapcsolódása az egyes alkatrészek tényleges méretének és a párosítandó alkatrészek alak- és helyzeteltérésének együttes hatásától függ. Akkor jön létre a legkisebb játék, ha mindegyik párosítandó alkatrész mérete a legnagyobb anyagterjedelemnek megfelelő határméreten (csapok esetében a legnagyobb, furatok esetében a legkisebb méreten) van, továbbá ha az alak- és helyzeteltérések is a megengedett legnagyobbak.

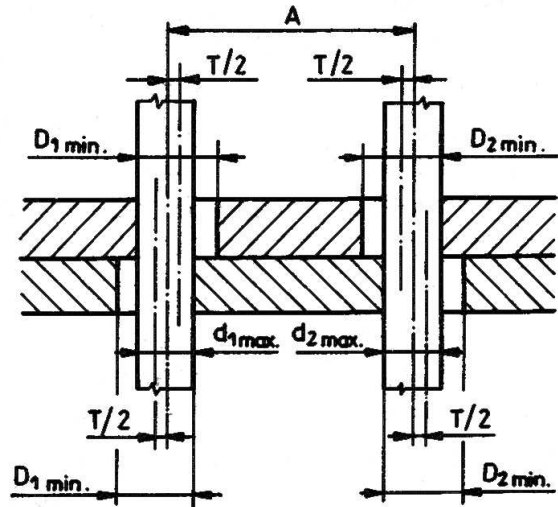
A rendelkezésre álló játék nagyobb lesz, ha a kapcsolódó alkatrészek valóságos mérete nem éri el a legnagyobb anyagterjedelem határát, és ha az alak- és helyzeteltérések kisebbek a megengedett legnagyobb értéknél. Ebből következik, hogy ha a párosítandó alkatrészek valóságos méretei nem érik el a legnagyobb anyagterjedelemnek megfelelő méretet, akkor az alak- és helyzetűrések bizonyos mértékben túlléphetők a párosítás lehetőségének a veszélyeztetése nélkül. Az alak- és helyzetűrés túllépésének mértékét a valóságos párosítandó méret és a legnagyobb anyagterjedelemnek megfelelő méret közötti különbség szabja meg.

A tűrésnek a legnagyobb anyagterjedelem elve szerinti megnövelése – amely mind a mérettűrésekre, mind az alak- és helyzetűrésekre alkalmazható – a gyártás részére előnyös, működési szempontból azonban nem mindig engedhető meg. A helyzetűrésnek a megnövelése például általában megengedhető kötőelemfuratok tengelyhelyzete esetében, nem engedhető meg azonban bizonyos szerelési esetekben, pl. fogaskerekek tengelyei stb. esetében. Ezért minden esetben a tervezőnek kell eldöntenie, hogy a legnagyobb anyagterjedelem elve alkalmazható-e vagy sem. Ha alkalmazása meg van engedve, ezt minden esetben elő kell írni az ún. függő alaktűréssel vagy helyzetűréssel.

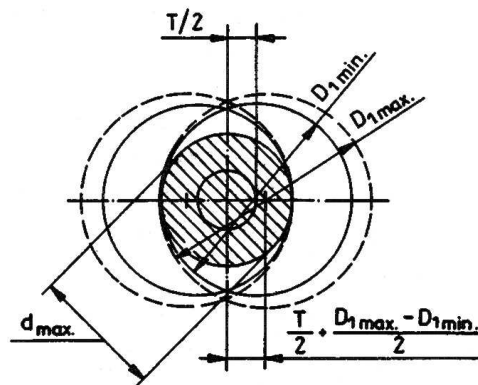
Ha függő tűrés nincs előírva, akkor a megadott alak- vagy helyzetűréseket be kell tartani, függetlenül a kapcsolódó elemek valóságos méretétől. Ez azt is jelenti, hogy ebben az esetben az alak- és helyzeteltéréseket a méreteltérésektől függetlenül kell mérni. Az ilyen független mérések elvégzése általában körülményes és időigényes, míg függő tűrések esetében a mérések többnyire egyszerűen, pl. merev idomszerekkel is elvégezhetők.

A függő tűrés fontos jellemzője, hogy az a párosítandó alkatrészeknek csupán az egyikére is előírható (a másik alkatrésztől való vonatkoztatás nélkül). A párosítás ugyanis abban az esetben is biztosítva van, ha a másik alkatrész a párosítás szempontjából a legkedvezőtlenebb tűrésekkel készül el, minthogy a függő tűrésekkel meghatározott alkatrész nem lépi túl a méret-, alak- és helyzetűrések összegét.

A legnagyobb anyagterjedelem elvét a 9. és a 10. ábra kötőelemek furathelyzetének példáján keresztül lehet könnyebben megérteni. Két alkatrész két-két „A” névleges távolságú furatának legkisebb átmérője és „T” helyzetűrése a 9. ábrán látható elvi vázlat alapján határozható meg úgy, hogy a legnagyobb méreten levő kötőelemek is biztonsággal legyenek szerelhetők. Ha azonban a furatok nem a legkisebb méreten vannak, akkor a szerelési feltételek nagyobb helyzeteltérést is megengednek, „T” értéke tehát túlléphető, mégpedig a tényleges méret és a legkisebb méret különbségével, mint ezt a szélső esetre a 10. ábra vázlata is mutatja. Mindez függő tűréssel egyértelműen előírható.



9. ábra. A tengelyhelyzettűrés összefüggése a kötőelem- és a furatátmérőkkel



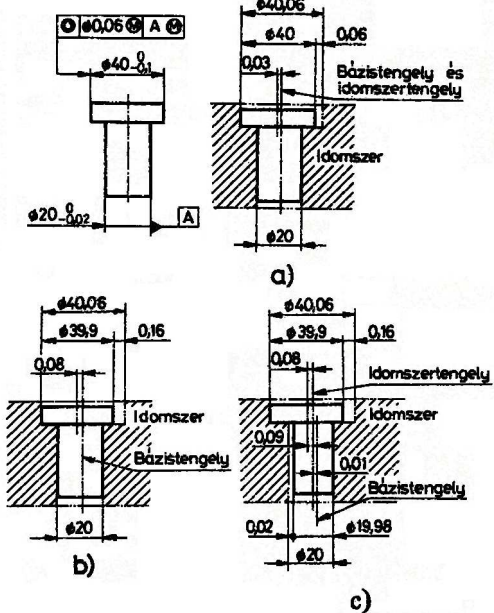
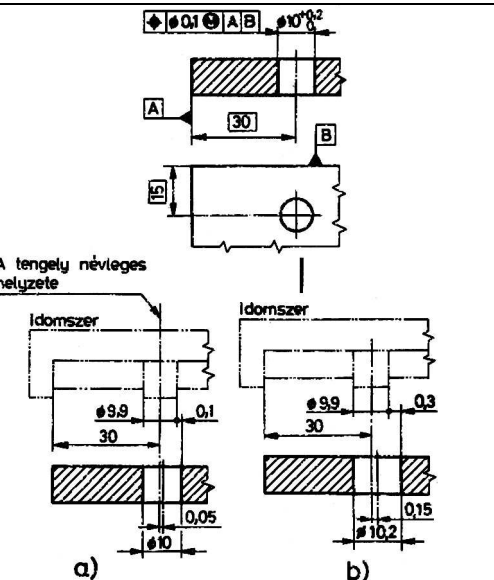
10. ábra. A helyzettűrés megengedett túllépése a furatok legkisebb anyagterjedelmének megfelelő méretei esetén

Függő tűrés jellemző használatát és jelentését a 30. táblázat tartalmazza.

30. táblázat. Függő tűrés megadása és értelmezése

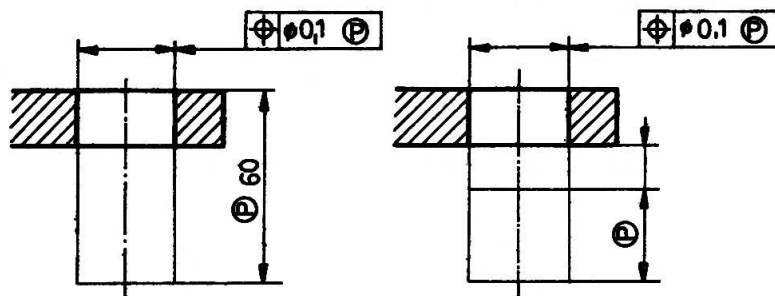
	<p>A tűrésezett tengelynek egy olyan hengeren belül kell elhelyezkednie, amelynek tengelye merőleges a bázissíkra, átmérője pedig a csap valóságos méretétől függ. Annak a hengernek (a tűrésmezőnek) az átmérője, amelyen belül a tűrésezett tengelynek el kell helyezkednie:</p> <p>I. az előírt $\phi 0,04$ mm merőlegességtűrés, ha a csapátmérő valóságos mérete a legnagyobb anyagterjedelmnek megfelelő $\phi 16,00$ mm (a, ábra).</p> <p>II. az előírt $\phi 0,04$ mm merőlegességtűrés megnövelve csapátmérő legnagyobb anyagterjedelmnek megfelelő és valóságos mérete különbségével, ha a csapátmérő valóságos mérete az előírt határmérek között van;</p> <p>III. az előírt $\phi 0,04$ mm merőlegességtűrés megnövelve a csapátmérő legnagyobb és legkisebb anyagterjedelmnek megfelelő méretei különbségével (0,02 mm-rel), ha a csapátmérő valóságos mérete a legkisebb anyagterjedelmnek felel meg (b, ábra). Mint a tűrésmező vázlataiból</p>
--	--

30. táblázat. Függő tűrés megadása és értelmezése

	<p>látható, a csap függő tűréssel előírt merőlegességtűrése olyan merev furatos idomszerrel ellenőrizhető, amelynek átmérője 16,04 mm. (A csap átmérőjének méretét külön kell ellenőrizni.)</p>
	<p>A 40 mm átmérőjű fej tűrésezett tengelyének egy olyan hengeren belül kell elhelyezkednie, amely egytengelyű a bázistengellyel, átmérője pedig mind a fej, mind a báziscsap valóságos méretétől függ. Annak a hengernek (a tűrésmezőnek) az átmérője, amelyen belül a tűrésezett tengelynek el kell helyezkednie:</p> <p>I. az átmérszerűen előírt $\Phi 0,06$ mm legkisebb egytengelyűségtűrés, ha mind a fej, mind a báziscsap valóságos átmérője a legnagyobb anyagterjedelemnek megfelelő méreten ($\Phi 40$ és $\Phi 20$ mm) van (a, ábra).</p> <p>II. az átmérszerűen előírt $\Phi 0,06$ mm legkisebb egytengelyűségtűrés megnövelve a fej 0,1 mm átmérotűrésével (tehát $\Phi 0,16$ mm), ha a fej valóságos átmérője a legkisebb és a báziscsap valóságos átmérője a legnagyobb anyagterjedelemnek megfelelő méreten van (b, ábra).</p> <p>III. az átmérszerűen előírt $\Phi 0,06$ mm legkisebb egytengelyűségtűrés megnövelve a fej 0,1 mm és a báziscsap 0,02 mm átmérotűrésével (tehát $\Phi 0,18$ mm), ha mind a fej, mind a báziscsap valóságos mérete a legkisebb anyagterjedelemnek (39,9 és 19,98 mm) megfelelő méreten van (c, ábra).</p> <p>IV. minden egyéb esetben az átmérszerűen előírt $\Phi 0,06$ mm legkisebb egytengelyűségtűrés megnövelve mind a fej, mind a báziscsap legnagyobb anyagterjedelemnek megfelelő és valóságos méretei különbsége összegével.</p> <p>Az előírt függő egytengelyűségtűrés ellenőrizhető a vázlatokon feltüntetett méretű merev furatos idomszerrel. (A fej és a csap átmérőinek a méretét külön kell ellenőrizni.)</p>
	<p>A furat tűrésezett tengelyének egy, a tengely névleges helyzetével egytengelyű hengeren belül kell elhelyezkednie, amelynek a furat valóságos méretétől függő átmérője:</p> <p>I. az átmérszerűen előírt $T = 0,1$ mm legkisebb pozíciótűrés, ha a furatátmérő valóságos mérete a legnagyobb anyagterjedelemnek (10 mm) felel meg (a, ábra).</p> <p>II. az átmérszerűen előírt $T = 0,1$ mm legkisebb pozíciótűrés megnövelve a furatátmérő legnagyobb anyagterjedelemnek megfelelő és valóságos különbségével, ha a furatátmérő valóságos mérete az előírt mérethatárok között van.</p> <p>III. az átmérszerűen előírt $T = 0,1$ mm legkisebb pozíciótűrésnek és a furat 0,2 mm átmérotűrésének az összege (tehát 0,3 mm), ha a furatátmérő valóságos mérete a legkisebb anyagterjedelemnek (10,2 mm) felel meg (b, ábra).</p> <p>Az előírt függő pozíciótűrés ellenőrizhető a vázlatokon feltüntetett méretű merev idomszerrel. (A furat méretét külön kell ellenőrizni.)</p>

Kilépő helyzetű tűrésmező

A kilépő helyzetű tűrésmező megadásakor a tűrés keretben a tűrés nagyság után ki kell írni a \textcircled{P} jelet. Az elem kilépő részének körvonalát vékony folytonos vonallal kell megrajzolni, és meg kell adni a kilépő tűrésmező hosszának helyét és méretét, és hossz mérete előtt fel kell tüntetni a \textcircled{P} jelet (11. ábra). Általában akkor használják, ha összeszerelésnél az alkatrészek nem közvetlenül érintkeznek, de valamilyen egyéb gépelem összekapcsolja őket (pl. két furatot egy csap, de a két furat között 60 mm van).



11. ábra. Kilépő helyzetű tűrésmező megadása

A 31. táblázatban jellemző alkatrészek alak- és helyzetűréseinek megadása látható.

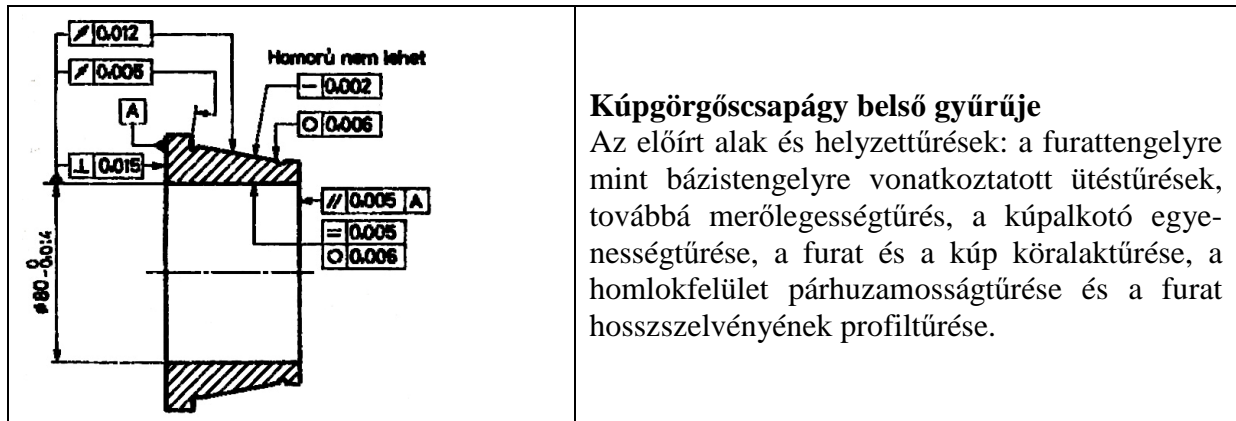
31. táblázat. Kilépő helyzetű tűrésmező megadása és értelmezése

	<p>A tűrésezett tengelynek egy-egy; az alkatrész határán 30 mm-rel túlnyúló hengeren (kilépő helyzetű tűrésmezőn) belül kell elhelyezkedniük; a hengerek egy-tengelyűek a furatok névleges helyzetű tengelyeivel, átmérőjük pedig az átmérőszerűen megadott $T = 0,1$ mm pozíciótűréssel azonos.</p>
--	---

Jellegzetes alkatrészek alak- és helyzetűréseinek megadása (32. táblázat).

32. táblázat. Jellegzetes alkatrészek alak- és helyzetűréseik

	<p>Marótüske Az előírt helyzetűrések: a radiális ütésnek és a homlokütésnek a szerszámkúp tengelyére mint bázistengelyre vonatkoztatott tűrése, a 16,1 mm széles menesztőhornyoknak ugyanerre a bázistengelyre vonatkoztatott szimmetriatűrése és 8,2 mm széles menesztőhoronynak a felfogó csap tengelyére mint bázistengelyre vonatkoztatott szimmetriatűrése.</p>
--	---



Kúpgörgőscsapágy belső gyűrűje

Az előírt alak és helyzettűrések: a furattengelyre vonatkoztatott ütéstűrések, továbbá merőlegességtűrés, a kúpalkotó egyenességtűrése, a furat és a kúp köralkatűrése, a homloklapfelület párhuzamosságtűrése és a furat hosszszelvényének profiltűrése.

Alak és helyzettűrések rész forrása: Rábel György: Gépkalkatrészek alak- és helyzettűrései, Szabvány kiadó, Budapest, 1983.

Budapest, 2010.01.21.

Készítette: Andó Máttyás