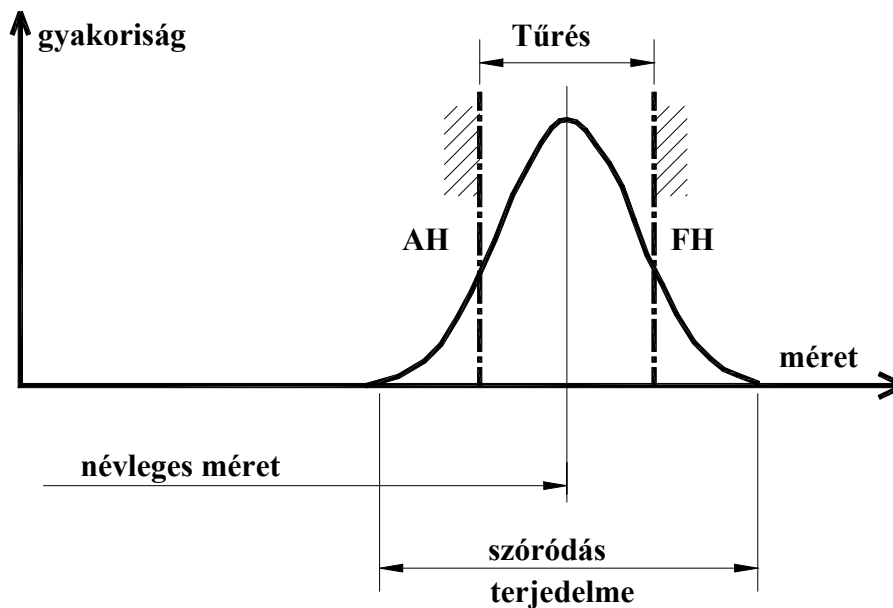


Csatlakozó alkatrészek tűrésezése, tűrésláncok. ISO illesztési rendszer. Felületi érdesség fogalma és megadása. Felületi érdesség és tűrés összefüggése.
/ Előadásvázlat /

Tűrés fogalma

Nagy számú alkatrész gyártásakor valamely méret tényleges értéke a névleges mérethez képest az alábbi eloszlást mutatja:



AH = alsó határméret

FH = felső határméret.

A méretszóródásnak a munkadarab működése szempontjából megkívánt, a **tervező által előírt korlátozása = Tűrés.**

A tűrést mm-ben kell megadni a műszaki rajzokon a hossz méretekre.

$$P1: 100_{-0.05}^{+0.1}$$

Szabványos tűrések

Miért van rá szükség?

1. A korszerű gyártás elengedhetetlen feltétele csereszabatos alkatrészek használata, amelyhez **megbízható gyors méretellenőrzés** tartozik. (Automatikus mérőkészülékek, idomszerek stb.)
2. Az állandóan fejlődő gépészeti **tudományok széleskörű alkalmazása** megköveteli, hogy a tudományos eredmények méretekkel kapcsolatos ajánlásait, tervezési irányelveit jól definiált formában “szabványos tűrések” nyelvén kapják meg a géptervezők.
3. A **nemzetközi együttműködés** is megköveteli egységes tűrésrendszer alkalmazását.

PÉLDÁUL

1. Egy **illesztő szeg** átmérőjére és a furatára

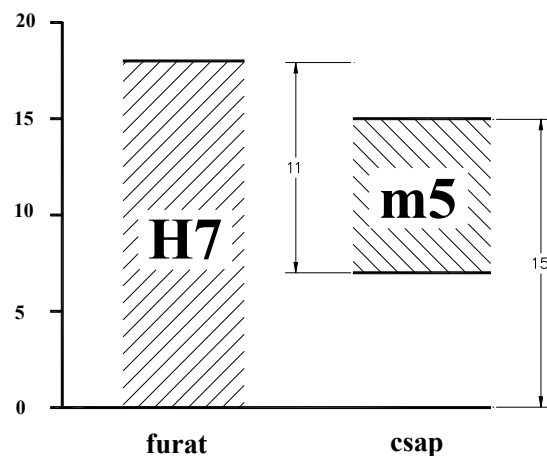
$\varnothing 10$ H7/m5 a gépészeti gyakorlatban szokásos illesztési előírás.

Ez a rövidített megadás azt jelenti, hogy

a furat $\varnothing 10_0^{+0,018}$

a csap $\varnothing 10_{+0,07}^{+0,015}$ tűréssel készüljön el.

Rajzban:



Lehet tehát, hogy szélső esetben 15 μm túlfedés, vagy 11 μm játék lesz a furat és csap között. A legvalószínűbb 2 μm túlfedés. (Gondolja át miért!). Ennél a méretnél ez megfelelő működést biztosít, mert kis ütögetéssel szerelhető az illesztőszeg maximális túlfedésnél is, maximális játéknál pedig legfeljebb 11 μm elmozdulást enged meg az illesztett alkatrészek között.

(Túlfedés = nagyobb a csap mint a furat. Játék = kisebb a csap mint a furat.)

2. Egy **reteszkötésnél** a tengelyhorony és retesz szokásos illesztése **P9/h9** .

Konkrét mérettel

10 P9/h9 , amelynek megfelel

10 P9 = $10_{-0,051}^{-0,015}$

10 h9 = $10_{-0,036}^0$

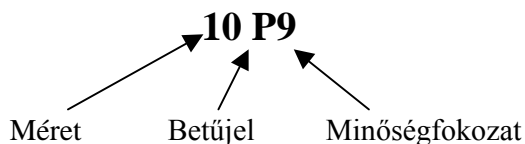
Az IT5, IT6...stb. jelölések nem fejezik ki közvetlenül a tűrés nagyságát, mert az a mérettől is függ, mint a következő táblázat mutatja.

Csak tájékoztatásul!

Minőségjel	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Méret mm	Tűrésnagyság, μm										
felett											
-ig											
	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250
3	6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300
6	10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360
10	18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430
18	30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520
30	50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620
50	80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740
80	120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870
120	180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
180	250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150
250	315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300
315	400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400
400	500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550
500	630	30	44	70	110	175	280	440	700	1100	1750
630	800	35	50	80	125	200	320	500	800	1250	2000
800	1000	40	56	90	140	230	360	560	900	1400	2300
1000	1250	46	66	105	165	260	420	660	1050	1650	2600
1250	1600	54	78	125	195	310	500	780	1250	1950	3100
1600	2000	65	92	150	230	370	600	920	1500	2300	3700
2000	2500	77	110	175	280	440	700	1100	1750	2800	4400
2500	3150	93	135	210	330	540	860	1350	2100	3300	5400
3150	4000	115	165	260	410	660	1050	1650	2600	4100	6600
4000	5000	140	200	320	500	800	1300	2000	3200	5000	8000
5000	6300	170	250	400	620	980	1150	2500	4000	6200	9800
6300	8000	215	310	490	760	1200	1950	3100	4900	7600	12000
8000	10000	270	380	600	940	1500	2400	3800	6100	9400	15000

A tűrésmező nagysága még önmagában nem fejezi ki a tűrést, amely alatt a tűrésmező nagyságát és elhelyezkedését együttesen értjük:

Értelmezzük egy szabványos tűrés előírását!

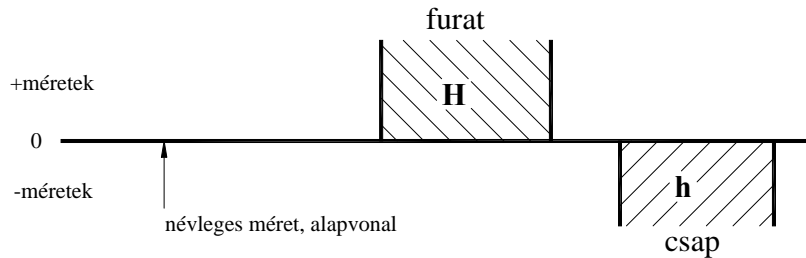


Mint az imént láttuk, a méret és a minőségfokozat együttesen meghatározza a tűrésmező szélességét. A tűrésmező elhelyezkedését pedig a betűjel adja meg. Az elhelyezkedésnél is szerepet játszik a tűrésmező méret nagysága is.

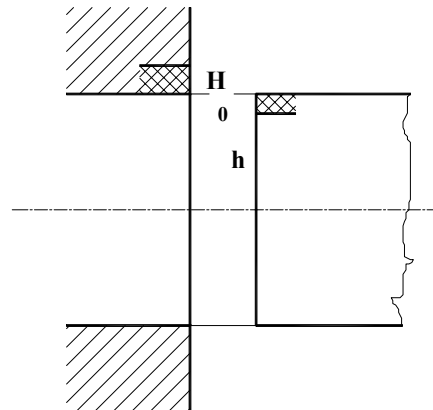
Megkülönböztetett szerepe van a nagybetűnek és a kisbetűnek.

Ha furatra, horonyra, vagy üreg méretére vonatkozik a tűrés akkor nagybetűt kell használni, ha csapra, rúdra, vastagságra, akkor pedig kisbetűt.

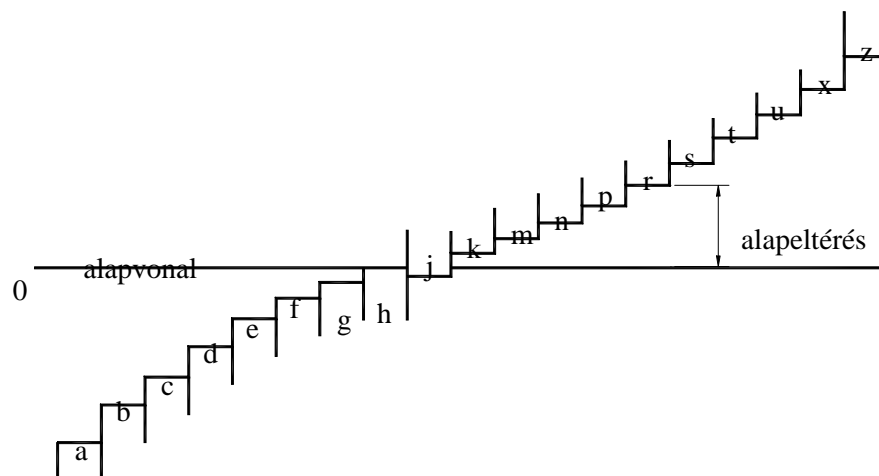
A betűjelek a tűrésmező alapvonalhoz (elméleti névleges mérethez) képesti legközelebbi szélét adják meg. Kitüntetett szerepe van a H ill. h betűjelnek, amelyeknél a tűrésmező érinti az alapvonalat.



Ha tehát azt akarom, hogy két alkatrész, pl. egy csap és egy furat egymásba helyezhető legyen $H./h..$ illesztést kell alkalmaznom:



A csapok tűrésmező elhelyezkedését a következő ábra szemlélteti



Az illesztéseket általában úgy adjuk meg, hogy vagy a furat vagy a csap tőrés az alapvonalat érinti, vagyis H illetve h betűjelű szabványos tőrést alkalmazunk. Alaplyuk rendszert, vagy alapcsap rendszert használunk.

Alaplyuk rendszer = H tőrésű lyuk.

Alapcsap rendszer = h tőrésű csap.

Ha például alaplyukrendszert használunk, akkor az iménti ábra világosan mutatja, hogy az ABC-ben a h előtti betűjelű csaptőrések minden esetben játékos eredményeznek.

A tőréseknek az alapvonalától mért távolságát alapeltérésnek nevezzük. Az alapeltérések a mérettől és a minőségtől függenek és a szabványokban táblázatosan szerepelnek.

Csak tájékoztatásul!

Alapeltérés		Alsó határeltérés = AE – IT										
Betűjel		a*	b*	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h
Minőség		minden minőség										
Méret		Alapeltérés μm										
felett	-ig											
	3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	
10	18	-290	-150	-95		-50	-32		-16		-6	
18	30	-300	-160	-110		-65	-40		-20		-7	
30	40	-310	-170	-120		-80	-50		-25		-9	
40	50	-320	-180	-130								
50	65	-340	-190	-140		-100	-60		-30		-10	
65	80	-360	-200	-150								
80	100	-380	-220	-170		-120	-72		-36		-12	
100	120	-410	-240	-180								
120	140	-460	-260	-200		-145	-85		-43		-14	
140	160	-520	-280	-210								
160	180	-580	-310	-230								
180	200	-660	-340	-240								
200	225	-740	-380	-260		-170	-100		-50		-15	
225	250	-820	-420	-280								
250	280	-920	-480	-300		-190	-110		-56		-17	
280	315	-1050	-540	-330								
315	355	-1200	-600	-360		-210	-125		-62		-18	
355	400	-1350	-680	-400								
400	450	-1500	-760	-440		-230	-135		-68		-20	
450	500	-1650	-840	-480								

* Az a és b alapeltérések 1 mm-nél kisebb méretekre nem érvényesek.

A táblázat folytatódik!

Csak tájékoztatásul!

Alapeltérés		Felső határeltérés = AE + IT										
Betűjel		js*	j			k		m	n	p	r	s
Minőség			5 és 6	7	8	3felett 7-ig	3-ig 7felett	minden minőség				
Méret		alapeltérés μm										
felett	-ig											
	3	Határeltérések = $\pm IT/2$	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14
3	6		-2	-4		+1		+4	+8	+12	+15	+19
6	10		-2	-5		+1		+6	+10	+15	+19	+23
10	18		-3	-6		+1		+7	+12	+18	+23	+28
18	30		-4	-8		+2		+8	+15	+22	+28	+35
30	50		-5	-10		+2		+9	+17	+26	+34	+43
50	65			-7	-12	+2		+11	+20	+32	+41	+53
65	80										+43	+59
80	100		-9	-15		+3		+13	+23	+37	+51	+71
100	120										+54	+79
120	140										+63	+92
140	160		-11	-18	-	+3		+15	+27	+43	+65	+100
160	180										+68	+108
180	200										+77	+122
200	225		-13	-21		+4		+17	+31	+50	+80	+130
225	250										+86	+140
250	280										+94	+158
280	315		-16	-26		+4		+20	+34	+56	+98	+170
315	355										+108	+190
355	400		-18	-28		+4		+21	+37	+62	+114	+208
400	450								+126	+232		
450	500	-20	-32		+5	+23	+40	+68	+132	+252		

* A 7-11 minőségek esetén a js határértékek kerekíthetők, ha a $\pm IT/2$ tűrésérték páratlan szám. Ilyenkor a legközelebbi kisebb páros számra kell kerekíteni.

A táblázat folytatódik!

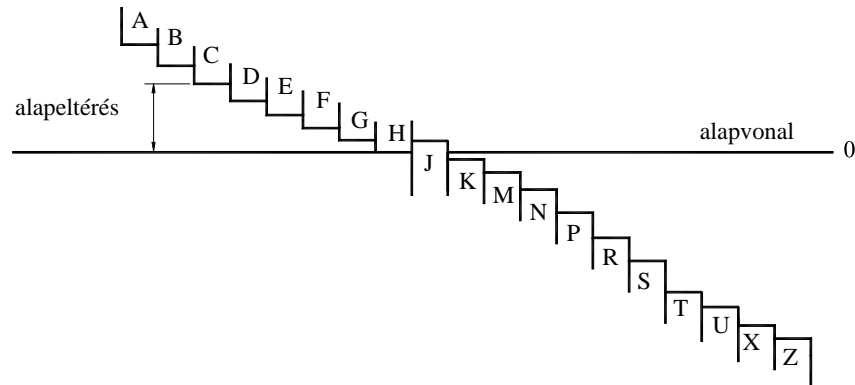
Csak tájékoztatásul!

Alapeltérés		Felső határeltérés = AE + IT								
Betűjel		t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
Minőség		minden minőség								
Méret		Alapeltérés µm								
felett	-ig									
	3		+18		+20		+26	+32	+40	+60
3	6		+23		+28		+35	+42	+50	+80
6	10		+28		+34		+42	+52	+67	+97
10	14		+33		+40		+50	+64	+90	+130
14	18			+39	+45		+60	+77	+108	+150
18	24		+41	+42	+54	+63	+73	+98	+136	+188
24	30	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
30	40	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50	65	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180	+146	+210	+252	+310	+380	+460	+600	+780	+1000
180	200	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
200	225	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
225	250	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
250	280	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
280	315	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
315	355	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
355	400	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
400	450	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
450	500	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600

Táblázat vége.

Például az $\varnothing 12$ H11/a11 illesztés az alábbi tűrésnek felel meg:Tűrésmező $T = 0,110$ mm $\varnothing 12$ H11 = $\varnothing 12_0^{+0,110}$ Alapeltérés $AE = -0,290$ mm $\varnothing 12$ a11 = $\varnothing 12_{-0,400}^{-0,290}$

A fúratok tűrésmezőinek elhelyezkedése:



Ha például alapcsaprendszert használunk, akkor az iménti ábra világosan mutatja, hogy az ABC-ben a H előtti betűjelű fúrat tűrések minden esetben játékot eredményeznek.

Csak tájékoztatásul!

Alapeltérés		Felső határeltérés = AE + IT													
Betűjel		A*	B*	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J _S **		
Minőség		minden minőség													
Méret		Alapeltérés μm													
felett	-ig														
	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Határeltérések = ±IT/2		
3	6	+270	+140	+70	+48	+30	+20	+14	+10	+6	+4				
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5				
10	14	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6				
14	18					+65	+40		+20		+7				
18	24	+300	+160	+110		+80	+50		+25		+9				
24	30					+100	+60		+30		+10				
30	40	+310	+170	+120		+120	+72		+36		+12				
40	50	+320	+180	+130		+145	+85		+40		+14				
50	65	+340	+190	+140		+170	+100		+50		+15				
65	80	+360	+200	+150		+190	+110		+56		+17				
80	100	+380	+220	+170		+210	+125		+62		+18				
100	120	+410	+240	+180		+230	+135		+68		+20				
120	140	+460	+260	+200											
140	160	+520	+280	+210											
160	180	+580	+310	+230											
180	200	+660	+340	+240											
200	225	+740	+380	+260											
225	250	+820	+420	+280											
250	280	+920	+480	+300											
280	315	+1050	+540	+330											
315	355	+1200	+600	+360											
355	400	+1350	+680	+400											
400	450	+1500	+760	+440											
450	500	+1650	+840	+480											

* Az A és B alapeltérések 1 mm-nél kisebb méretekre nem érvényesek.
** A 7-11 minőségek esetén a J_S határeltérések kerekíthetők ha a ±IT/2 túrésérték páratlan szám. Ilyenkor a legközelebbi páros számra kell kerekíteni.

A táblázat folytatódik!

Csak tájékoztatásul!

Alapeltérés		Alsó határeltérés = AE - IT										
Betűjel		J			K		M					
Minőség		6	7	8	8-ig	8 felett	8-ig [*]	8 felett	5	6	7	8
Méret		Alapeltérés μm							Δ μm			
felett	-ig											
	3	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	0	0	0	0
3	6	+5	+6	+10	-1+Δ		-4+Δ	-4	1	3	4	5
6	10	+5	+8	+12	-1+Δ		-6+Δ	-6	2	3	6	7
10	14	+6	+10	+15	-1+Δ		-7+Δ	-7	3	3	7	9
14	18											
18	24	+8	+12	+20	-2+Δ		-8+Δ	-8	3	4	8	12
24	30											
30	40	+10	+14	+24	-2+Δ		-9+Δ	-9	4	5	9	14
40	50											
50	65	+11	+18	+28	-2+Δ		-11+Δ	-11	5	6	11	16
65	80											
80	100	+16	+22	+34	-3+Δ		-13+Δ	-13	5	7	13	19
100	120											
120	140	+18	+26	+41	-3+Δ		-15+Δ	-15	6	7	15	23
140	160											
160	180											
180	200	+22	+30	+47	-4+Δ		-17+Δ	-17	6	9	17	26
200	225											
225	250											
250	280	+25	+36	+55	-4+Δ		-20+Δ [*]	-20	7	9	20	29
280	315											
315	355	+29	+39	+60	-4+Δ		-21+Δ	-21	7	11	21	32
355	400											
400	450	+33	+43	+66	-5+Δ		-23+Δ	-23	7	13	23	34
450	500											

* Kivételes eset: A 250-315 méretcsoportban M6 felső határeltérése ES = -9 (-11 helyett).

A táblázat folytatódik!

Csak tájékoztatásul!

Alapeltérés		Alsó határeltérés = AE - IT										
Betűjel		N*		P-ZC -ig	P	R	S	T				
Minőség		8-ig	8 felett	7-ig	7 felett				5	6	7	8
Méret felett -ig		Alapeltérés μm						$\Delta \mu\text{m}$				
	3	-4	-4	Az alapeltérések a Δ -val megnövelt 7 feletti minőségekkel azonosak	-6	-10	-14	-	0	0	0	0
3	6	-8+ Δ	0		-12	-15	-19	-	1	3	4	5
6	10	-10+ Δ	0		-15	-19	-23	-	2	3	6	7
10	14	-12+ Δ	0		-18	-23	-28	-	3	3	7	9
14	18				-22	-28	-35	-	3	4	8	12
18	24	-15+ Δ	0		-26	-34	-43	-	4	5	9	14
24	30							-41				
30	40	-17+ Δ	0		-32	-41	-53	-48	5	6	11	16
40	50							-54				
50	65	-20+ Δ	0		-37	-43	-59	-66	5	7	13	19
65	80							-75				
80	100	-23+ Δ	0		-43	-51	-71	-91	6	7	15	23
100	120							-104				
120	140	-27+ Δ	0		-50	-63	-92	-122	6	9	17	26
140	160							-134				
160	180	-27+ Δ	0		-56	-65	-100	-146	7	9	20	29
180	200							-166				
200	225	-31+ Δ	0		-62	-77	-122	-166	7	11	21	32
225	250							-180				
250	280	-34+ Δ	0		-68	-80	-130	-180	7	13	23	34
280	315			-196								
315	355	-37+ Δ	0	-68	-94	-158	-218	7	13	23	34	
355	400						-240					
400	450	-40+ Δ	0	-68	-108	-190	-268	7	13	23	34	
450	500						-294					
					-126	-232	-330					
					-132	-252	-360					

* 8-nál nagyobb minőségek esetén az 1 mm-nél kisebb méretekre nem érvényesek.

A táblázat folytatódik!

Csak tájékoztatásul!

Alapeltérés		Alsó határeltérés = AE - IT							
Betűjel		U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC
Minőség		7 felett							
Méret, mm		Alapeltérés µm							
felett	-ig								
	3	-18	-	-20	-	-26	-32	-40	-60
3	6	-23	-	-28	-	-35	-42	-50	-80
6	10	-28	-	-34	-	-42	-52	-67	-97
10	14	-33	-	-40	-	-50	-64	-90	-130
14	18		-39	-45	-	-60	-77	-108	-150
18	24	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188
24	30	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218
30	40	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274
40	50	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325
50	65	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405
65	80	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480
80	100	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585
100	120	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690
120	140	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800
140	160	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900
160	180	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000
180	200	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150
200	225	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1250
225	250	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1050	-1350
250	280	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550
280	315	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700
315	355	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900
355	400	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100
400	450	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400
450	500	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600

A táblázat vége.

Illesztésekkel összefüggő számítások

A tervezés során általában ismertté válnak az alkatrészek illesztésével kapcsolatos követelmények.

Például egy siklócsapágnál a megkívánt **játék** nagysága, vagy egy sajtolással, zsugorítással megvalósított nyomatékkötésnél a megkívánt legkisebb, és a megengedhető legnagyobb **túlfedés**.

Ilyenkor mindig kísérletet teszünk arra, hogy szabványos illesztést alkalmazzunk. Ha ez nem sikerül, akkor általában alapjuk rendszerből kiindulva a tengely tűrését konkrét eltérésekkel (nem szabványos tűréssel) írjuk elő.

Példák

1. Egy siklócsapágy megkívánt játéka legalább 0,9 ezrelék, legfeljebb 1,8 ezrelék lehet. A csap átmérője 100 mm. Írjuk elő a tűréseket!

$$\text{Kis játék: } KJ = 0,0009 \cdot 100 = 0,09 \text{ mm,}$$

$$\text{Nagy játék: } NJ = 0,0018 \cdot 100 = 0,18 \text{ mm.}$$

Választva $\varnothing 100$ H7 furattűrést,
 $\varnothing 100$ d6 tengelytűrést,

$$\text{a furat } \varnothing 100_0^{+0,035},$$

$$\text{a csap } \varnothing 100_{-0,142}^{-0,120} \text{ eltérésekkel fog elkészülni.}$$

A minimális játékot a legkisebb furat és legnagyobb csap esetén kapjuk:

$$KJ^* = 0 - (-0,120) = 0,12 \text{ mm,}$$

a maximális játékot a legnagyobb furat és legkisebb csap találkozása adja:

$$NJ^* = 0,035 - (-0,142) = 0,177 \text{ mm.}$$

Mind a KJ^* , mind az NJ^* a kívánt 0,09 – 0,18 mm-es intervallumban van, **vagyis a feladatot sikerült szabványos tűrésekkel megoldani.**

2. Egy szilárd illeszkedésű nyomatékkötés $\varnothing 75$ H7/s6 illesztéssel készül. Mekkora lesz a minimális és a maximális túlfedés?

$$\varnothing 75H7 = \varnothing 75_0^{+0,03}$$

$$\varnothing 75s6 = \varnothing 75_{+0,059}^{+0,078}$$

a tűrés táblázatok alapján.

A minimális túlfedést a legnagyobb furat és legkisebb csap esetén kapjuk:

$$KF = 0,059 - 0,030 = 0,029 \text{ mm,}$$

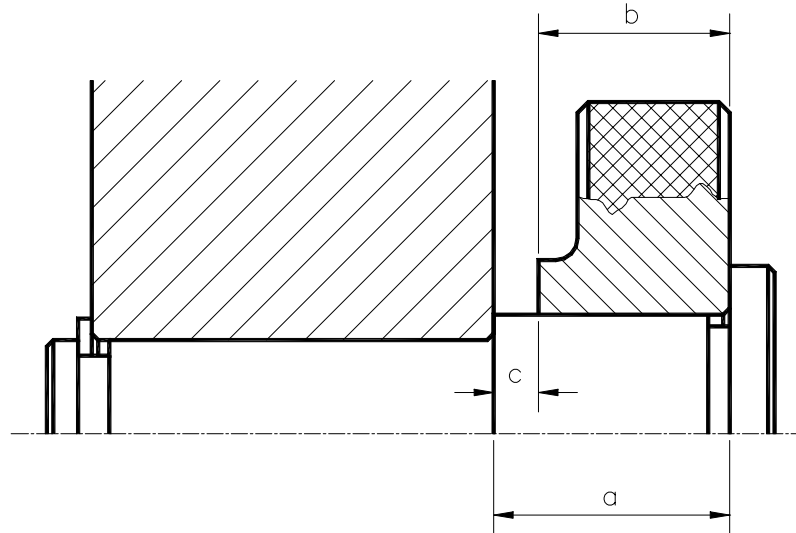
a maximális túlfedés a legnagyobb csap és legkisebb furat esetén adódik:

$$NF = 0,078 - 0 = 0,078 \text{ mm.}$$

Nem szabványos illesztések

A szabványos illesztéseket legtöbbször furatok és csapok, illetve hornyok illesztéseinél használjuk. Egyéb helyeken, különösen az alkatrészek hosszmereteinél mm-ben írjuk elő a tűréshatárokat.

Példa



Az ábrán látható kézi forgatógomb csapjának **a** mérete:

a = $22^{+0,05}_0$ mérettel készül.

Mekkora legyen a **b** méret, ha azt akarom, hogy a **c** hézag **0,2 – 0,4** mm közé adódjék?

Megoldás:

$$c_{\max} = a_{\max} - b_{\min}, \text{ ahonnan}$$

$$b_{\min} = a_{\max} - c_{\max} = 22^{+0,05} - 0,4 = 22_{-0,35}$$

$$c_{\min} = a_{\min} - b_{\max}, \text{ ahonnan}$$

$$b_{\max} = a_{\min} - c_{\min} = 22_0 - 0,2 = 22_{-0,2}$$

Az eredmény: $b = 22_{-0,35}^{-0,2}$

Próba:

Az **a** méret tűrésmező nagysága: $T_a = 0,05 \text{ mm}$,

a **b** méret tűrésmező nagysága: $T_b = 0,15 \text{ mm}$,

a **c** méret tűrésmező nagysága: $T_c = 0,20 \text{ mm}$.

A **c** méret az eredő, ezért fent kell állnia a

$T_c = T_a + T_b$ összefüggésnek, vagyis $0,2 = 0,05 + 0,15$.

Tehát a megoldás jó.